

# DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEL SECTOR AGRICULTURA EN LA PROVINCIA DE MANABÍ.

**Autores:** Ing. Juan Carlos Luque Vera; PhD. Juan Luis Rodríguez Olivera; PhD. Mercedes Alemán García.

## RESUMEN

Se realiza un diagnóstico de la Emisión de *Gases de Efecto Invernadero* (GEI), en la Provincia de Manabí en el sector Agricultura utilizando la metodología del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) de 1996. Se determinan las principales fuentes emisoras en el módulo agricultura en la provincia de Manabí, en los años 2009 al 2012. Este inventario se realiza por primera vez con carácter regional en Ecuador en la provincia de Manabí. La información a utilizar se obtiene fundamentalmente del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, se utilizan básicamente los factores de emisión proporcionados por las Guías Revisadas del IPCC. Se analizan las variaciones existentes entre estos inventarios anuales y la tendencia de su comportamiento.

**Palabras claves:** Inventario, emisión, cambio climático, gases, invernadero.

## INTRODUCCIÓN

Las directrices del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) establecen seis módulos para la realización de los inventarios nacionales de emisión y absorción de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Estos son: energía, procesos industriales, uso de solventes y otros productos, agricultura, cambio y uso de la tierra y desechos.

La provincia de Manabí en la República de Ecuador se caracteriza por ser predominantemente agrícola y es el escenario escogido en este trabajo para aplicar dicha metodología con carácter regional y en este sector específico [3].

El objetivo fundamental de este estudio es conocer y evaluar las principales fuentes emisoras de GEI en la agricultura de la provincia de Manabí, correspondientes a los años 2009, 2010, 2011 y 2012.

Los gases de efecto invernaderos tratados en la metodología son: metano CH<sub>4</sub>, óxido nitroso, monóxido de carbono y óxido de nitrógeno.

Las principales fuentes de emisión de GEI establecidas por el IPCC en la agricultura son:

- Cultivo de Arroz.
- Quema prescrita de sabanas.
- Quema en el campo de los residuos agrícolas
- Suelos agrícolas.

## DESARROLLO

### **Emisión de metano debido al cultivo de arroz.**

La cosecha de arroz emite grandes cantidades de metano, sobre todo en los períodos de siembra. En condiciones de secano se emite menos, por el bajo

contenido de materia orgánica del suelo en comparación con condiciones anegadas, por lo que las emisiones de la cosecha de arroz van a depender prioritariamente de las prácticas durante la cosecha, en términos de potencial de calentamiento global. La emisión de metano procedente del cultivo del arroz en base a la superficie cosechada de Manabí, se calcula a partir de la información del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) [4], para los años 2009, 2010, 2011 y 2012.

Las emisiones de metano procedentes de los arrozales se calcula como:

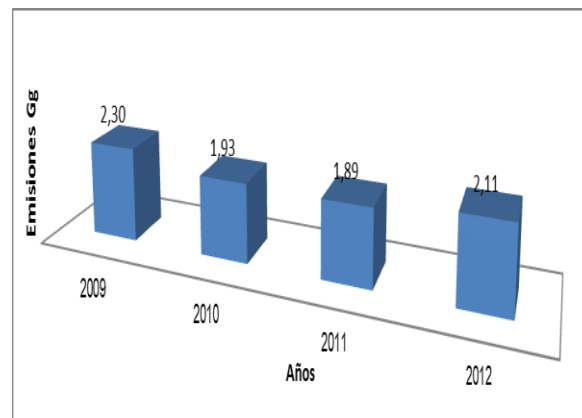
$$F_c = FE \times S \times 10^{-12} \quad [1]$$

Dónde:

$F_c$  = Estimación de las emisiones anuales de metano correspondientes a un determinado régimen de aguas para el arroz y un fertilizante orgánico dado, en Gg/año.

$FE$  = Factor de emisión de metano integrado para la estación de la cosecha, en g/m<sup>2</sup>.

$S$  = Superficie anual cosechada.



**Figura1:** Emisiones de Metano (CH<sub>4</sub>) en Gg por Cultivo de Arroz.

En Manabí el régimen de manejo de agua en el cultivo de arroz es anegado continuamente y de secano. Según los resultados mostrados en la figura 1, el año de mayor emisión es el del 2009 dado por una mayor superficie cultivada de arroz, aunque se mantiene estable esta emisión en los años analizados.

### **Emisión de diferentes GEI por la quema de sabanas.**

Las sabanas, definida en términos generales como praderas tropicales y subtropicales, constituyen la mayoría de la vegetación propensa al fuego emitiendo, metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), y monóxido de carbono (CO) [5].

Es posible estimar las emisiones de gases distintos del dióxido de carbono procedente de la quema de sabanas mediante la ecuación [3]:

$$BQ = ASBA \times ABD \times FBA \quad [2]$$

**BQ** = Biomasa quemada (Gg ms);

**ASBA** = Área de sabana quemada anualmente (kha);

**ABD** = Densidad media de biomasa (t ms/ha);

**FAB** = Fracción anualmente quemada.

Para calcular el total de carbono liberado se utiliza la ecuación 3, multiplicando la cantidad de biomasa quemada viva y muerta por la fracción oxidada (valor por defecto, fracción oxidada viva 0,80 y fracción oxidada muerta 1,0) y seguidamente por la fracción de carbono (valor por defecto, fracción de carbono viva 0,45 y fracción de carbono muerta 0,40), [3].

$$CR = BQ \times FDL \times FO \times CC \quad [3]$$

**CR** = Carbón liberado de la biomasa viva o muerta (Gg C);

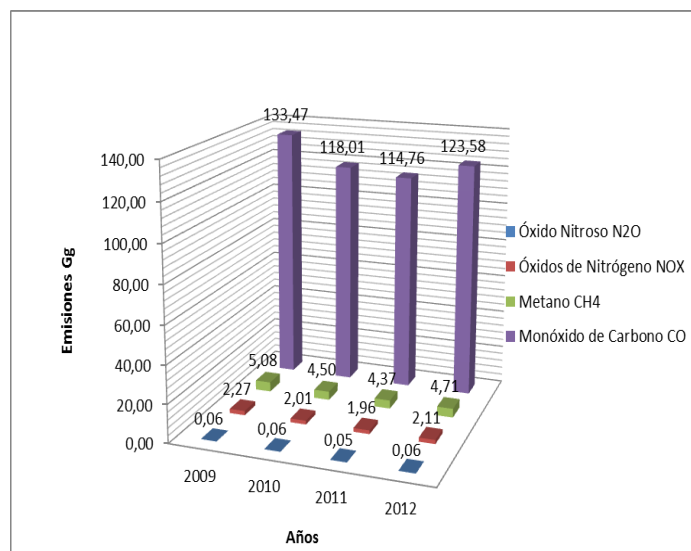
**BQ** = Total biomasa quemada (Gg ms);

**FDL** = Fracción de biomasa quemada viva o muerta;

**FO** = Fracción oxidada viva o muerta;

**CC** = Contenido de carbono de la biomasa viva o muerta.

Por último se multiplica el total de carbono liberado o el contenido total de nitrógeno por la relación de emisión para obtener el total de las emisiones correspondientes a cada gas. La figura 2 muestra la emisión de gases (GEI) diferentes del CO<sub>2</sub> dado por la quema en sabanas.



**Figura 2.** Emisiones procedentes de las quemas prescritas de sabana.

Como se aprecia el monóxido de carbono es el gas que más se emite por la quema de sabanas con un valor máximo en el año 2009 de 133.47 Gg. La dependencia de estas emisiones del área de sabanas y el manejo que realiza la población de las mismas las hacen estables en los años analizados.

**Emisiones de GEI diferentes del CO<sub>2</sub> por quema de residuos de cosechas.**

Según investigaciones de Thongchai y colaboradores [7], la quema de los residuos de los cultivos cosechados genera gran cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero. Como señalan otros autores [8 y 2], en la quema de residuos de las cosechas, los flujos de emisión, así como, el secuestro de carbono no difieren, pues se supone que este es reabsorbido en el siguiente período de cultivo.

Las cosechas consideradas en este trabajo generadoras de residuos son las de arroz y maíz según datos del MAGAP 2009 – 2012 [4].

Las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la quema de los residuos de las cosechas de arroz y maíz se determinan como:

$$TCL = PA \times R_{rc} \times F_{ms} \times F_{qc} \times F_{ox} \times F_c \tag{4}$$

TCL = Carbono total liberado, todos los tipos de cultivo (Gg de C);

PA = Producción anual (Gg de biomasa por año);

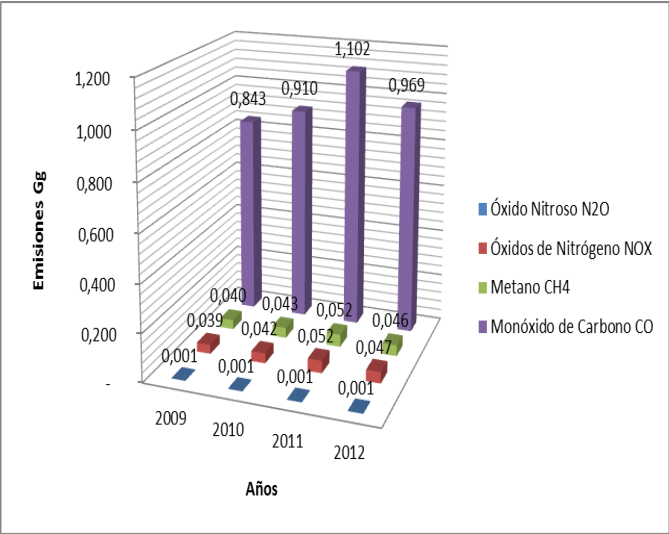
R<sub>rc</sub> = Relación residuos-cultivo para cada tipo de cultivo;

F<sub>ms</sub> = Fracción materia seca para cada tipo de cultivo (Gg ms/Gg de biomasa);

F<sub>qc</sub> = Fracción quemada en los campos para cada tipo de cultivo;

F<sub>ox</sub> = Fracción oxidada para cada tipo de cultivo;

F<sub>c</sub> = Fracción de carbono para cada residuo.



**Figura 3.** Emisiones de gases de efecto invernadero diferentes del CO<sub>2</sub> por la quema de residuos de cosechas.

Las emisiones de gases distintos del CO<sub>2</sub>, se obtienen de multiplicar, el carbono liberado, por las relaciones de emisión para el metano o el monóxido de carbono (valor por defecto 0,005 y 0,06 respectivamente) [3]., en la que se obtienen las emisiones de carbono expresadas como CH<sub>4</sub> y CO. A continuación, se multiplica el nitrógeno liberado por las relaciones de emisión para el N<sub>2</sub>O y los NO<sub>x</sub> (valor por defecto 0,007 y 0,121 respectivamente) [3], en la que se obtiene las emisiones de nitrógeno expresadas como óxido nitroso y óxidos de nitrógeno. Finalmente se multiplica por la relación de conversión de metano (16/12), monóxido de carbono (28/12), óxido nitroso (44/28) y los óxidos de nitrógeno (46/14) en la que se obtiene

las emisiones procedentes de residuos agrícolas, en Gg.

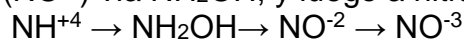
La quema de residuos emite fundamentalmente monóxido de carbono al igual que la quema de sabanas, aunque en mucha menor proporción debido a los volúmenes de residuos. Se destaca el año 2011 con mayores niveles de producción de maíz y arroz.

### **Emisiones de GEI a partir de los suelos agrícolas.**

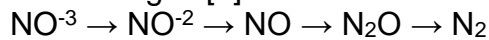
Como refiere Sablón [6], una fuente importante de emisión de gases nitrogenados como el N<sub>2</sub>O lo constituyen los suelos agrícolas. La incorporación de nitrógeno en el suelo, es conocido como el resultado de:

- + La descomposición de los residuos de las cosechas en los campos.
- + La mineralización de materias orgánicas.
- + La presencia en los pastizales de estiércol animal.
- + La fijación biológica.
- + Las deposiciones atmosféricas.
- + Los fertilizantes sintéticos.

Las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y óxido nítrico (NO) de los suelos resultan de la intervención de los microorganismos en los procesos de nitrificación y desnitrificación. La nitrificación es la oxidación biológica de amonio (NH<sup>+4</sup>) a nitrito (NO<sup>-2</sup>) vía NH<sub>2</sub>OH, y luego a nitrato (NO<sup>-3</sup>), en condiciones anaerobias [2].



Sin embargo, bajo condiciones limitadas de oxígeno, los organismos nitrificantes utilizan NO<sup>-3</sup> como un receptor de electrones y es resultado en la producción de N<sub>2</sub>O y NO. La desnitrificación es un proceso mediado por las bacterias anaeróbicas a través del cual el NO<sup>-3</sup> se reduce a nitrito NO<sup>-2</sup>, este a su vez se reduce para dar NO, finalmente se reduce a N<sub>2</sub>O y a dinitrógeno (N<sub>2</sub>), que se pierde en la atmósfera en forma de gas [2].



El estiércol y orina de los animales, el N depositado en el suelo, las legumbres, y los residuos vegetales, también emiten óxido nitroso.

Sablón [6] destaca que el N<sub>2</sub>O presenta dos vías de emisiones:

- + Directa, que tiene como fuente los fertilizantes aplicados, la fijación biológica y los residuos de cultivo.
- + Indirectas, que se corresponde con el N que ha sido perdido por otras vías y que retorna a la atmósfera como N<sub>2</sub>O. Cuenta con fuentes tales como la deposición atmosférica de NH<sub>3</sub> y NO<sub>x</sub> y la desnitrificación de nitratos lixiviados de los suelos.

### **Cálculo de las emisiones directas de N<sub>2</sub>O.**

A continuación se detalla el cálculo de las emisiones directas de N<sub>2</sub>O, por fertilización, nitrógeno en el estiércol, nitrógeno dado por los cultivos fijadores de nitrógeno y por los residuos de las cosechas.

A partir de conocer el total de nitrógeno incorporado como fertilizante sintético (N<sub>FERT</sub>) utilizado en la provincia y excluyendo las emisiones de NH<sub>3</sub> y NO<sub>x</sub>, el cálculo de la emisión de N<sub>2</sub>O se realiza en (Gg N<sub>2</sub>O-N/año) mediante la ecuación.

$$F_{SN} = N_{FERT} \times (1 - \text{Frac}_{GASF}) \quad [5]$$

Siendo:

$N_{FERT}$  = Total de nitrógeno del fertilizante sintético utilizado en la provincia (kg N/año);

$Frac_{GASF}$  = Fracción del total de nitrógeno del fertilizante sintético que se emite como  $NO_x + NH_3$  (kg  $N_2O-N$ /kg N).

Para calcular la cantidad de nitrógeno del estiércol utilizado como fertilizante en la provincia ( $F_E$ ), se considera la cantidad correspondiente a las emisiones de  $NH_3$  y  $NO_x$ , no se considera el estiércol quemado y se incluye el aporte del estiércol en el suelo producto del pastoreo.

$$F_E = \{N_{ex} [1 - (Frac_{COMB} + Frac_{PAST} + Frac_{GASM})]\} \quad [7]$$

En la cual:

$N_{ex}$  = Nitrógeno total excretado por los animales en la provincia (kg N/año);

$Frac_{COMB}$  = Fracción del nitrógeno excretado por el ganado contenido en el estiércol que se quema como combustible (kg N/kg N total excretado);

$Frac_{PAST}$  = Fracción del nitrógeno excretado por el ganado y depositado en el suelo durante el pastoreo (kg N/kg N excretado);

$Frac_{GASM}$  = Fracción del total del nitrógeno excretado que se emite como  $NO_x$  o  $NH_3$  (kg N/kg N);

$$N_{ex(SME)} = \sum (N_{(T)} \times N_{ex(T)} \times SME_{(T)}) \quad [8]$$

En el cual:

$N_{ex(SME)}$  = Nitrógeno excretado por sistema de manejo del estiércol (kg N/año);

$N_{(T)}$  = Número de animales por tipo ( $T$ ) de animal en la provincia;

$N_{ex(T)}$  = Nitrógeno excretado de los animales de tipo ( $T$ ) en la provincia (kg/animal/año);

$SME_{(T)}$  = Fracción de  $N_{ex(T)}$  que se produce con los diferentes sistemas de manejo del estiércol para los animales de tipo  $T$  en la provincia.

El aporte de nitrógeno de los cultivos fijadores de nitrógeno ( $F_{BN}$ , kg N/año) se calcula a partir de la producción de los cultivos fijadores de nitrógeno en la provincia:

$$F_{BN} = 2 \times Cultivo_{BF} \times Frac_{NCRBF} \quad [9]$$

$F_{BN}$  = Cantidad de nitrógeno fijado por las variedades fijadoras de N que se cultivan anualmente (kg N/año);

$Cultivo_{BF}$  = Producción de cultivos fijadores de nitrógeno en la provincia (kg biomasa seca/año);

$Frac_{NCRBF}$  = Fracción del nitrógeno en cultivos fijadores de nitrógeno (kg N/kg de biomasa seca).

La información sobre los cultivos fijadores y no fijadores de nitrógeno, así como, al número de cabezas de ganado, se obtiene del MAGAP, (2009 – 2012) [4].

El aporte de nitrógeno de los residuos de las cosechas se calcula también con los datos de producción de los cultivos fijadores,  $Cultivo_{BF}$  (kg/año) y los cultivos no

fijadores de nitrógeno,  $Cultivo_0$  (kg/año). Los residuos de las cosechas reintegrados a los suelos ( $F_{RC}$  en kg N/año) se calcularon empleando la ecuación:

$$F_{RC} = 2 \times [(Cultivo_0 \times Frac_{NCR0}) + (Cultivo_{BF} \times Frac_{NCRBF})] \times (1 - Frac_R) \times (1 - Frac_{QUEM})$$

[10]

En el cual:

$Cultivo_0$  = Producción de cultivos no fijadores de nitrógeno en la provincia (kg biomasa seca/año);

$Frac_{NCR0}$  = Fracción del nitrógeno en cultivos no fijadores de nitrógeno (kg N/kg de biomasa seca);

$Cultivo_{BF}$  = Producción de legumbres secas en la provincia (kg biomasa seca/año);

$Frac_{NCRBF}$  = Fracción del nitrógeno en cultivos fijadores de nitrógeno (kg N/kg de biomasa seca);

$Frac_R$  = Fracción de los residuos de las cosechas que se retira de los campos durante la cosecha (kg N/kg N cosecha-N);

$Frac_{QUEM}$  = Fracción de residuos de la cosecha que se quema en el lugar de ser abandonados en los campos.

$Frac_{GASM}$  = Fracción del total del nitrógeno excretado que se emite como  $NO_x$  o  $NH_3$  (kg N/kg N).

El total de las emisiones directas de óxido nitroso se calcula mediante la ecuación:

$$N_2O_{Directo} = [(F_{SN} + F_E + F_{BN} + F_{RC}) \times FE_1] + (F_{SO} \times EF_2) \quad [11]$$

En el cual:

$N_2O_{Directo}$  = Emisiones de  $N_2O$  en la provincia (kg N/año);

$F_{SN}$  = Cantidad anual de nitrógeno en los fertilizantes sintéticos aplicados a los suelos, ajustada para dar cuenta del volumen que se volatiliza como  $NH_3$  y  $NO_x$ ;

$F_E$  = Nitrógeno del estiércol utilizado como fertilizante en la provincia, haciendo la corrección para las de  $NH_3$  y  $NO_x$  y excluyendo el estiércol producido durante el pastoreo (kg N/año);

$F_{BN}$  = Cantidad de nitrógeno

fijado por las variedades fijadoras de N que se cultivan anualmente (kg N/año);

$F_{RC}$  = Cantidad de nitrógeno en residuos de cosechas que se reintegran anualmente a los suelos;

$F_{SO}$  = Superficie de suelos orgánicos que se cultivan anualmente (Ha);

$FE_1$  = Factor de emisión para las emisiones procedentes de aportes de N (valor por defecto = 0,0125 kg  $N_2O$ -N/kg de aporte de N) [3];

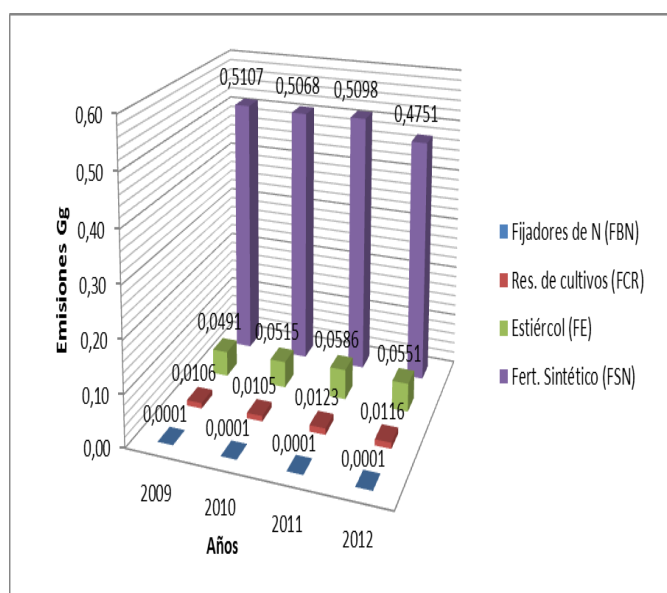


Figura 4. Emisiones directas de óxido nitroso N<sub>2</sub>O.

$EF_2$  = Factor de emisión para las emisiones procedentes del cultivo de los suelos orgánicos (valor por defecto = 10 kg de N<sub>2</sub>O-N/ha/año) [3].

El uso de fertilizantes químicos, como se aprecia en la figura 4, es la causa de las mayores emisiones directas de óxido nitroso N<sub>2</sub>O de los suelos agrícolas, seguidas por las emisiones debido a la deposición del estiércol en el suelo.

#### Emisiones de N<sub>2</sub>O por el pastoreo de animales.

Las emisiones de óxido nitroso N<sub>2</sub>O procedentes del pastoreo de animales (N<sub>2</sub>O<sub>(ANIMALES)</sub> en kg N/año) se calculan con la ecuación:

$$N_2O_{(ANIMALES)} = N_2O_{(SME)} = \sum_{(T)} [N_{(T)} \times N_{ex(T)} \times SME_{(T)} \times FE_3(SME)] \quad [12]$$

En la cual:

$N_2O_{(ANIMALES)}$  = Emisiones de N<sub>2</sub>O correspondientes a la producción pecuaria en la provincia (kg N/año);

$N_2O_{(SME)}$  = Emisiones de N<sub>2</sub>O procedentes de los sistemas de manejo del estiércol (SME) en la provincia (kg N/año);

$FE_3(SME)$  = Factor de emisión de N<sub>2</sub>O para un SME (kg N<sub>2</sub>O-N/kg de  $N_{ex}$  en SME);

$T$  = Tipo de categoría de animal;

#### Calculo de emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O.

##### Emisiones indirectas por deposición atmosférica.

Las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O procedentes de la deposición atmosférica de NH<sub>3</sub> y NO<sub>x</sub>, se calcula mediante la ecuación:

$$N_2O_{(G)} = [(N_{FERT} \times Frac_{GASF}) + (N_{ex} \times Frac_{GASM})] \times FE_4 \quad [13]$$



En el cual:

$N_2O_{(G)}$  = Emisiones de  $N_2O$  de la provincia debidas a la deposición atmosférica de

$NH_3$  y  $NO_x$  (kg N/año);

$N_{FERT}$  = Total de fertilizante sintético utilizado en la provincia (kg N/año);

$Frac_{GASF}$  = Fracción del total de nitrógeno del fertilizante sintético que se emite como  $NO_x + NH_3$  (0,1 kg N/kg N) [3];

$N_{ex}$  = Nitrógeno excretado por tipo de animal en la provincia;

$Frac_{GASM}$  = Fracción del total del nitrógeno excretado que se emite como  $NO_x$  o  $NH_3$  (kg N/kg N);

$FE_4$  = Factor de emisión (0,01 kg  $N_2O-N$ ) [3].

El cálculo del nitrógeno total excretado por el ganado ( $N_{ex}$ ) se realiza mediante la ecuación:.

$$N_{ex} = \sum [N_{(T)} \times N_{ex(T)}] \quad [14]$$

Donde,

$N_{ex}$  = Nitrógeno total excretado por los animales en la provincia (kg N/año).

$N_{(T)}$  = Número de animales por Tipo de animal en la provincia.

$N_{ex(T)}$  = Nitrógeno excretado por Tipo de animal en la provincia (kg/año).

### **Emisiones indirectas por deposición de nitrógeno por lixiviación/escorrentía.**

Las emisiones indirectas de  $N_2O$  procedentes de la deposición de nitrógeno por lixiviación/escorrentía, se calculan mediante la ecuación:

$$N_2O_{(L)} = [(N_{FERT} + N_{ex})] \times Frac_{LIXIV} \times FE_5 \quad [15]$$

Donde,

$N_2O_{(L)}$  = Emisiones de  $N_2O$  de la provincia debidas a la lixiviación y la escorrentía de nitrógeno (kg N/año);

$N_{FERT}$  = Total de fertilizante sintético utilizado en la provincia (kg N/año);

$Frac_{LIXIV}$  = Fracción del aporte de nitrógeno en los suelos que se pierde debido a la lixiviación y la escorrentía (kg N/kg de nitrógeno aplicado);

$FE_5$  = Factor de emisión para las emisiones de  $N_2O$  de lixiviación/escorrentía de nitrógeno (0,025 kg  $N_2O-N$ ).

Las emisiones indirectas de  $N_2O$  (kg/año) se calculan por deposición atmosférica y lixiviación y escorrentía empleando la ecuación:

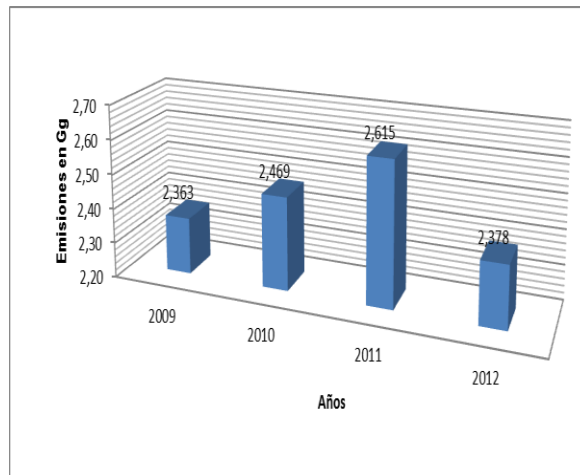
$$N_2O_{Indirectas} = N_2O_{(G)} + N_2O_{(L)} \quad [16]$$

Siendo:

$N_2O_{Indirectas}$  = Emisiones de  $N_2O$  de la provincia (kg N/año);

$N_2O_{(G)}$  =  $N_2O$  producido por la volatilización del N de los fertilizantes sintéticos y el estiércol animal aplicados, y su posterior deposición atmosférica como  $NO_x$  y  $NH_4$  (kg de N/año)

$N_2O_{(L)}$  =  $N_2O$  producido por la lixiviación y la escorrentía del N procedente del fertilizante y el estiércol aplicados (kg de N/año)



**Figura 6.** Emisiones indirectas de óxido nitroso por la volatilización del Nitrógeno por fertilizante, excretas del ganado y lixiviación.

El Total de las emisiones de Óxido Nitroso en la provincia (kg  $N_2O$ -N/año) procedentes de los suelos agrícolas se calcula sumando las emisiones directas, las emisiones correspondientes al estiércol del pastoreo de animales, y las emisiones indirectas.

$$N_2O = N_2O_{Directas} + N_2O_{Animales} + N_2O_{Indirectas} \quad [17]$$

Siendo:

$N_2O$  = Total de emisiones de óxido nitroso procedentes de los suelos agrícolas;

$N_2O_{Directas}$  = Total de emisiones directas de óxido nitroso procedentes de los suelos agrícolas;

$N_2O_{Animales}$  = Total de emisiones de óxido nitroso procedentes del pastoreo de los animales;

$N_2O_{Indirectas}$  = Total de emisiones indirectas de óxido nitroso procedentes de los suelos agrícolas.

Tabla 1. Resumen de emisiones de gases de efecto invernadero diferentes del CO<sub>2</sub> en el Módulo Agricultura para la provincia de Manabí.

		2009	2010	2011	2012
<b>Arroz</b>	Metano CH <sub>4</sub>	2,3024	1,92568	1,885	2,17068
<b>Quema de sabanas</b>	Óxido Nitroso N <sub>2</sub> O	0,06	0,06	0,05	0,06
	Óxidos de Nitrógeno NO <sub>x</sub>	2,27	2,01	1,96	2,11
	Metano CH <sub>4</sub>	5,08	4,50	4,37	4,71
	Monóxido de Carbono CO	133,47	118,01	114,76	123,58
<b>Residuos agrícolas</b>	Óxido Nitroso N <sub>2</sub> O	0,0011	0,0012	0,0014	0,0013
	Óxidos de Nitrógeno NO <sub>x</sub>	0,0388	0,0425	0,0520	0,0469
	Metano CH <sub>4</sub>	0,0401	0,0433	0,0525	0,0462
	Monóxido de Carbono CO	0,8426	0,9101	1,1022	0,9694
<b>Emisiones directas N<sub>2</sub>O</b>	Fijadores de N (F <sub>BN</sub> )	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	Res. de cultivos (F <sub>CR</sub> )	0,0106	0,0105	0,0123	0,0116
	Estiércol (FE)	0,0491	0,0515	0,0586	0,0551
	Fert. Sintético (F <sub>SN</sub> )	0,5107	0,5068	0,5098	0,4751
<b>Emis. N<sub>2</sub>O pastoreo</b>	Emisión N <sub>2</sub> O por pastoreo	0,0922	0,1151	0,1186	0,1190
<b>Emisiones indirectas N<sub>2</sub>O</b>		2,363	2,469	2,615	2,378

La tabla 1 resume las emisiones de los diferentes GEI de la provincia de Manabí producidas por el cultivo de arroz, la quema de sabanas y residuos de cosechas, así como, las emisiones desde los suelos agrícolas.

Se destaca la emisión de CO por las quemas de cultivos y pastizales, seguido por las emisiones indirectas de óxido nitroso en los suelos agrícolas y el metano de la quema de sabanas.

## CONCLUSIONES

En las emisiones de los gases distintos del CO<sub>2</sub> por la quema de sabanas y la quema de los residuos de las cosechas, predomina, por su magnitud, el monóxido de carbono.

Los fertilizantes químicos tienen una gran influencia en las emisiones tanto directa como indirecta de óxido nitroso.

Las emisiones de óxido nitroso de los suelos se deben fundamentalmente a las emisiones indirectas causadas por la volatilización en procesos como la lixiviación, escorrentías, la deposición de excretas del ganado y los fertilizantes químicos.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- [1] Alemán, M. 2005. Diagnóstico y pronóstico de la emisión de gases de efecto invernadero en la provincia de Matanzas. Tesis de doctorado. Doctorado de gestión ambiental y desarrollo sostenible. Instituto de Medio Ambiente. Cuba. p 110.
- [2] Bendi, D. 2013. Greenhouse Gas Emissions from Agricultural Soils: Sources and Mitigation Potential. India. Journal of Crop Improvement. Vol. 27. Num. 26. p 752 – 772.
- [3] IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático). 1997. Directrices del PICC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada 1996. Volumen2. Libro de trabajo para el inventario de gases de efecto invernadero.
- [4] MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca), 2009 – 2012. Dirección Provincial Agropecuaria. Proceso de direccionamiento estratégico. Consolidado estadístico agropecuario (2009-2012).
- [5] Rusell, J.; Monagle, C.; Jacobsonh, M.; Beathy, R.; Bilbao, B.; Millán, A. Vessuri, H. and Sánchez, I. 2013. Can savanna burning projects delivier measurable greenhouse emissions reductions and sustainainable livelihood opportunities in fire-prone settings?. DOI 10. 1007/s 1058013-0910-5.
- [6] Sablón, B. 2010. Inventarios de Emisión y Absorción de Gases de efecto Invernadero en la provincia de Matanzas. Tesis. Master en Termo energética Industrial. Universidad de Matanzas. CUB. p 134.
- [7] Thongchai, K. y Nguyen. T. 2011. Development of Spatial and Temporal Emission Inventory for Crop Residue Field Burning. Thailand. Environmental Modeling and Assessment Vol. 16. Num. 5. pp 453 – 464.
- [8] Wassmann, R.; Neue, H.; Ladha, J. and Aulah, M. 2004. Mitigating Greenhouse Gas Emissions from Rice-Wheat Cropping Systems in Asia. Netherlands. Environment, Development and Sustainability. Vol. 6. Num. 1-2. pp 65-90.