



MÓDULO 4  
**AGRICULTURA**

---





## 4. AGRICULTURA

### 4.1 Introducción

En el módulo Agricultura se consideran las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de cinco fuentes:

- Ganado doméstico: fermentación entérica y manejo del estiércol
- Cultivo del Arroz: arrozales anegados
- Quema Prescrita de Sabanas
- Quema en el Campo de residuos Agrícolas
- Suelos agrícolas

### 4.2 Ganado doméstico

#### 4.2.1 Introducción

Este submódulo trata de las emisiones de metano y óxido nitroso procedentes de dos fuentes:

- la fermentación entérica
- el manejo del estiércol

El metano procedente de la fermentación entérica en los herbívoros es una consecuencia del proceso digestivo durante el cual los hidratos de carbono se descomponen por la acción de microorganismos, en moléculas simples que se absorben en el torrente sanguíneo. Tanto los animales rumiantes (por ej., el ganado vacuno y el ovino) como algunos no rumiantes (por ej., los cerdos y los caballos) producen metano; sin embargo, los rumiantes son la fuente más importante. La cantidad de  $\text{CH}_4$  liberado depende del tipo, edad y peso del animal, así como de la cantidad y calidad del forraje ingerido.

El metano procedente del manejo del estiércol obedece a su descomposición en condiciones anaeróbicas. Esas condiciones se presentan por lo general cuando se cría un número elevado de animales en un área confinada (por ej., vaquerías, corrales para engorde de ganado de carne, y granjas porcinas y de cría de aves de corral).

En este submódulo no se incluyen las emisiones de metano correspondientes a los animales salvajes ni a las termitas. En las *Directrices* del IPCC se presta atención especial a las emisiones antropogénicas. Si bien existen interacciones de los seres humanos con fuentes naturales tales como los animales salvajes y las termitas, son muy complejas y difíciles de determinar.

#### 4.2.2 Fuentes de los datos

No existe ninguna fuente que proporcione todos los datos necesarios para estimar las emisiones de metano del ganado doméstico. La Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO) publica una serie de *Anuarios de Producción* (p. ej., FAO, 1991). Esa serie incluye

información sobre los censos de ganado y la producción y consumo de productos derivados del ganado. Es necesario complementar los datos de la FAO con estudios orientados a los distintos países. Muchos países publican los resultados de los censos agrícolas, en los que se incluyen datos relativos a los niveles de producción, además del censo ganadero. En la Tabla 4-I se resumen los datos necesarios.

| Ganado            | Datos recogidos                  |  |                         |          |          |
|-------------------|----------------------------------|--|-------------------------|----------|----------|
|                   | Población<br>(número de cabezas) | Producción de leche<br>(kg/cabeza/año) | Población por clima (%) |          |          |
|                   |                                  |  | Frío                    | Templado | Cálido   |
| Ganado lechero    | Población anual media            | Producción de leche por cabeza         | % Frío                  | % Temp.  | % Cálido |
| Ganado no lechero | Población anual media            | No se aplica (NA)                      | % Frío                  | % Temp.  | % Cálido |
| Búfalos           | Población anual media            | (NA)                                   | % Frío                  | % Temp.  | % Cálido |
| Ovejas            | Población anual media            | (NA)                                   | % Frío                  | % Temp.  | % Cálido |
| Cabras            | Población anual media            | (NA)                                   | % Frío                  | % Temp.  | % Cálido |
| Camellos          | Población anual media            | (NA)                                   | % Frío                  | % Temp.  | % Cálido |
| Caballos          | Población anual media            | (NA)                                   | % Frío                  | % Temp.  | % Cálido |
| Mulas y asnos     | Población anual media            | (NA)                                   | % Frío                  | % Temp.  | % Cálido |
| Cerdos            | Población anual media            | (NA)                                   | % Frío                  | % Temp.  | % Cálido |
| Aves de corral    | Población anual media            | (NA)                                   | % Frío                  | % Temp.  | % Cálido |

Atendiendo a la temperatura media anual se han definido tres regiones climáticas: Fría = inferior a 15°C; templada = 15°C a 25°C inclusive; y cálida = superior a 25°C.

### 4.2.3 Metodología

Si bien las cuestiones metodológicas son muy complejas, para los fines de este *Libro de Trabajo* se utiliza una metodología simplificada.

Las personas interesadas en obtener más información sobre la metodología pueden consultar el *Manual de Referencia para el inventario de los gases de efecto invernadero*. En términos generales, las emisiones se calculan aplicando un factor de emisión al número de animales de cada tipo de ganado en el país para obtener el total de la fermentación entérica. Se incluyen factores de emisión por defecto para los países desarrollados y en desarrollo, presentándose mayor detalle regional para el ganado vacuno, la fuente más importante en esta actividad.



Se emplea una metodología similar para estimar las emisiones procedentes del manejo del estiércol. En este rubro, los factores de emisión por defecto se presentan por regiones para tres regímenes climáticos diferentes. Basta con multiplicar las poblaciones por los factores de emisión para obtener las estimaciones de las emisiones.

## Cómo llenar la Hoja de trabajo

Para anotar los datos deberá utilizarse la HOJA DE TRABAJO 4-I EMISIONES DE METANO Y DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO DOMÉSTICO Y DEL MANEJO DEL ESTIÉRCOL, que aparece al final de este módulo.

### PASO I ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES PROCEDENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA

- 1 Anotar en la columna A de la HOJA DE TRABAJO 4-I las cifras, en millares, para cada tipo de ganado.

Consultar los Anuarios de Producción de la FAO (por ej., FAO 1991) si no se cuenta con datos locales. Se recomienda que los expertos nacionales utilicen promedios para un período de tres años por lo que respecta a los datos de la actividad, cuando están disponibles, para evitar distorsión de las cifras en caso de que el año base del inventario haya sido un año excepcional que no sea representativo del nivel de actividad normal del país.

- 2 Para cada tipo de ganado, se deberá indicar en la columna B un Factor de Emisión medio en kilogramos por cabeza por año (que equivale a toneladas por mil cabezas por año). Se deberá emplear una de las cifras presentadas en las siguientes tablas o los datos locales, si estos fueran más precisos. Como el ganado es la fuente más importante, y los factores de emisión para el ganado varían considerablemente de una región a otra, se incluyen factores por defecto para varias regiones. Se deberán seleccionar los factores de emisión para el ganado que resulten más adecuados para la situación nacional.

#### USO DE LA HOJA DE TRABAJO

- Copie la hoja de trabajo que aparece al final de esta sección para completar el inventario.
- No escriba en el original de la hoja de trabajo para que pueda hacer copias adicionales en caso necesario.

**TABLA 4-2**  
**FACTORES DE EMISIÓN DE METANO PROCEDENTES DE LA**  
**FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO (KG CH<sub>4</sub> POR CABEZA Y AÑO O T CH<sub>4</sub>**  
**POR 1000 CABEZAS POR AÑO)**

| Tipo de ganado | Países desarrollados | Países en desarrollo |
|----------------|----------------------|----------------------|
| Búfalos        | 55                   | 55                   |
| Ovejas         | 8                    | 5                    |
| Cabras         | 5                    | 5                    |
| Camellos       | 46                   | 46                   |
| Caballos       | 18                   | 18                   |
| Mulas y asnos  | 10                   | 10                   |
| Cerdos         | 1,5                  | 1,0                  |
| Aves de corral | No estimado          | No estimado          |

Todas las Estimaciones son + o - 20%.  
 Las fuentes se pueden consultar en el *Manual de referencia para el inventario de los gases de*

- 3 Multiplicar el número de cabezas de ganado por los factores medios de emisión para obtener las emisiones procedentes de la fermentación entérica en toneladas por año. Anotar el resultado en la columna C.



| Características regionales   | Tipo de ganado | Factores de emisión (kg CH <sub>4</sub> /cabeza/año) | Comentarios  |
|--|----------------|--|--|
| <b>América del Norte:</b> Sector lácteo muy productivo y comercializado, con alimentación de elevada calidad a base de forraje y grano. Rebaños separados, de vacas para carne, principalmente en pastoreo con suplementos alimenticios estacionales. Terneras y novillos para carne de rápido crecimiento alimentados con grano en la etapa final en corrales de engorde. Las vacas lecheras representan una pequeña parte de la población. | Lechero        | 118  | Producción media de leche de 6700 kg/cabeza/año                        |
|  | No lechero     | 47   | Incluye vacas, toros, terneras y novillas para carne y ganado de cría. |
| <b>Europa Occidental:</b> Sector lácteo muy productivo y comercializado, con alimentación de elevada calidad a base de forraje y grano. Las vacas lecheras se utilizan también para la producción de novillos para carne. El rebaño de vacas para carne es poco numeroso. La alimentación con granos en corrales de engorde es poco frecuente.   | Lechero        | 100  | Producción media de leche de 4200 kg/cabeza/año                        |
|  | No lechero     | 48   | Incluye vacas, toros, becerros y cría de terneras y novillos.          |
| <b>Europa Oriental:</b> Sector lácteo comercializado, con alimentación de forraje. Rebaño separado de vacas para carne, principalmente en pastoreo. Pocos animales criados en corrales de engorde y alimentados con grano.   | Lechero        | 81   | Producción media de leche de 2550 kg/cabeza/año                        |
|  | No lechero     | 56   | Incluye vacas, toros, y crías de razas para carne.                     |
| <b>Oceanía:</b> Sector lácteo comercializado, basado en el pastoreo. Rebaños separados de vacas para carne, principalmente en pastoreo en extensos terrenos de distintas calidades. Va en aumento el número de animales criados en corrales de engorde y alimentados con grano. Las vacas lecheras representan una pequeña parte de la población.  | Lechero        | 68   | Producción media de leche de 1700 kg/cabeza/año                        |
|  | No lechero     | 53   | Incluye vacas, toros y crías de razas para carne.                      |
| <b>América Latina:</b> Sector lácteo comercializado, basado en el pastoreo. Rebaños separados de vacas para carne, principalmente en pastoreo en pastizales y prados. Reducido número de animales criados en corrales de engorde y alimentados con grano. La cría de ganado vacuno constituye la mayor parte de la población.  | Lechero        | 57   | Producción media de leche de 800 kg/cabeza/año                         |
|  | No lechero     | 49   | Incluye vacas, toros y crías de raza para carne.                       |

| TABLA 4-3 (CONTINUACIÓN)   |                |  |   |
|--|----------------|--|---|
| FACTORES DE EMISIÓN DE METANO PROCEDENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO   |                |  |   |
| Características regionales   | Tipo de ganado | Factores de emisión (kg CH <sub>4</sub> /cabeza/año) | Comentarios   |
| <b>Asia:</b> Pequeño sector lácteo comercializado. La mayor parte del ganado se emplea para varios propósitos, utilizándolos como animales de tiro y para producir leche en regiones agrícolas. Pequeña población en pastoreo. Todos los tipos de ganado son más pequeños que los encontrados en la mayoría de las demás regiones.   | Lechero        | 56   | Producción media de leche de 1650 kg/ cabeza /año                                   |
|  | No lechero     | 44   | Incluye vacas, toros y crías para múltiples fines.                                  |
| <b>África y Oriente Medio:</b> Sector lácteo comercializado, basado en el pastoreo con baja productividad por vaca. La mayor parte del ganado sirve para varios propósitos, y se utiliza como animales de tiro y para producir leche en las regiones agrícolas. Parte del ganado en pastoreo por extensas áreas. El ganado de todos los tipos es más pequeño que el de la mayoría de las otras regiones. | Lechero        | 36   | Producción media de leche de 475 kg/ cabeza /año                                    |
|  | No lechero     | 32   | Incluye vacas, toros y crías de razas para múltiples usos.                          |
| <b>Subcontinente indio:</b> Sector lácteo comercializado, con alimentación basada en subproductos de las cosechas y con baja producción por vaca. La mayoría de los bueyes se utilizan como animales de tiro y las vacas producen algo de leche en las regiones granjeras. Pocos animales en pastoreo. El ganado de todos los tipos es más pequeño que el criado en la mayoría de las otras regiones.    | Lechero        | 46   | Producción media de leche de 900 kg/ cabeza /año                                    |
|  | No lechero     | 25   | Incluye vacas, toros y crías. Las crías constituyen la mayor parte de la población. |
| Las fuentes se indican en el <i>Manual de Referencia para el inventario de los gases de efecto invernadero</i> .   |                |  |   |

## PASO 2 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES PROCEDENTES DE LOS SISTEMAS DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL

- I Para cada tipo de animal, indicar en la columna D el Factor de Emisión correspondiente al Manejo del Estiércol en kilogramos por cabeza y año. Utilice los datos por defecto de las tablas que se presentan a continuación o los datos locales si son más precisos.

En la Tabla 4-4 se incluyen los factores de emisión por defecto para la mayoría de los tipos de ganado, con distintos valores para países desarrollados y en desarrollo, a fin de reflejar distintas condiciones y prácticas típicas. También se incluyen factores para tres tipos de climas diferentes. Los usuarios deberán seleccionar los factores que mejor representen sus propias condiciones. En el caso de los países extensos, podría ser necesario dividir las poblaciones en varias regiones climáticas. En ese caso, el usuario puede realizar los cálculos en una de las dos formas siguientes:





- a Calcular un factor de emisión medio. Por ejemplo:

Si el 25% de las ovejas se encuentran en una región templada y el 75% en una región cálida, tendremos:

$$FE = (0,25 \times 0,16) + (0,75 \times 0,21) = 0,20 \text{ kg/cabeza/año}$$

Si los usuarios estimaran factores de emisión y calcularan el promedio, deberán informar de su decisión y documentar sus fuentes.

- b Otra posibilidad es hacer varias copias adicionales de la hoja de trabajo y rellenar una para cada región para la parte del estiércol, sumar los resultados y anotar el resultado en la hoja de trabajo principal.

Los cerdos, los búfalos y el ganado vacuno son la principal fuente de emisiones procedentes del estiércol y la más variable dependiendo de la región, razón por la que se incluyen factores de emisión más detallados en otra tabla.

- 2 Multiplicar el Número de Animales por el Factor de Emisión para el Manejo del Estiércol, a fin de obtener las Emisiones Procedentes del Manejo del Estiércol en t/año. Indicar los resultados en la columna E.

| TABLA 4-4<br>FACTORES DE EMISIÓN PARA EL MANEJO DEL ESTIÉRCOL<br>(KG DE CH <sub>4</sub> POR CABEZA Y AÑO) |                      |                    |        |                      |                    |        |
|---|----------------------|--------------------|--------|----------------------|--------------------|--------|
| Tipo de ganado  | Países desarrollados |                    |        | Países en desarrollo |                    |        |
|   | Frío                 | Temp. <sup>a</sup> | Cálido | Frío                 | Temp. <sup>a</sup> | Cálido |
| Ovejas  | 0,19                 | 0,28               | 0,37   | 0,10                 | 0,16               | 0,21   |
| Cabras  | 0,12                 | 0,18               | 0,23   | 0,11                 | 0,17               | 0,22   |
| Camellos  | 1,59                 | 2,38               | 3,17   | 1,28                 | 1,92               | 2,56   |
| Caballos  | 1,39                 | 2,08               | 2,77   | 1,09                 | 1,64               | 2,18   |
| Mulas y asnos   | 0,76                 | 1,14               | 1,51   | 0,60                 | 0,90               | 1,19   |
| Aves de corral <sup>b</sup>   | 0,078                | 0,117              | 0,157  | 0,012                | 0,018              | 0,023  |

El rango de las estimaciones refleja climas que van de fríos a cálidos. Atendiendo a la media anual de las temperaturas, se han definido las siguientes regiones climáticas: Fría = inferior a 15°C; Templada = de 15°C a 25°C inclusive; y Cálida = superior a 25°C. Las regiones frías, templadas y cálidas se han estimado utilizando factores de conversión en metano de 1%, 1,5% y 2%, respectivamente.

<sup>a</sup> Temp. = Región de clima templado.

<sup>b</sup> Pollos, patos y pavos.

Todas las estimaciones son  $\pm$  20%.

Fuentes: Los factores de emisión se han calculado a partir de los valores de ingestión y digestibilidad de los alimentos empleados para calcular los factores de emisión correspondientes a la fermentación entérica (véase el Apéndice A del *Manual de Referencia*, Capítulo 4); los valores de FCM y B<sub>0</sub> son los presentados en Woodbury y Hashimoto (1993). Se da por supuesto que todo el estiércol se maneja en sistemas secos, lo que está acorde con el uso de los sistemas de manejo del estiércol según Woodbury y Hashimoto (1993).

| TABLA 4-5<br>FACTORES DE EMISIÓN PARA EL MANEJO DEL ESTIÉRCOL DEL GANADO VACUNO, CERDOS, Y BÚFALOS   |                   |  |          |        |
|--|-------------------|--|----------|--------|
| Características regionales   | Tipo de ganado    | Factores de emisión por región climática <sup>a</sup><br>(kg/cabeza/año) |          |        |
|  |                   | Fría   | Templada | Cálida |
| <b>América del Norte:</b> Por lo general se emplean sistemas de tipo líquido para el estiércol de las vacas lecheras y los cerdos. El estiércol del ganado no lechero se maneja generalmente en forma sólida y se deposita en pastizales o prados. | Ganado lechero    | 36   | 54       | 76     |
|  | Ganado no lechero | 1  | 2        | 3      |
|  | Cerdos            | 10   | 14       | 18     |
| <b>Europa Occidental:</b> Se emplean generalmente sistemas de manejo líquido / lechoso y el almacenamiento en pozos en el caso del estiércol del ganado y de los cerdos. Limitados terrenos de cultivo para esparcir el estiércol.                 | Ganado lechero    | 14   | 44       | 81     |
|  | Ganado no lechero | 6  | 20       | 38     |
|  | Cerdos            | 3  | 10       | 19     |
|  | Búfalos           | 3  | 8        | 17     |
| <b>Europa Oriental:</b> Para la mayoría del estiércol se emplean sistemas de manejo en forma sólida. Aproximadamente un tercio del estiércol del ganado se maneja en sistemas de tipo líquido.   | Ganado lechero    | 6  | 19       | 33     |
|  | Ganado no lechero | 4  | 13       | 23     |
|  | Cerdos            | 4  | 7        | 11     |
|  | Búfalos           | 3  | 9        | 16     |
| <b>Oceanía:</b> Prácticamente todo el estiércol del ganado se maneja como sólido en pastizales y prados. Aproximadamente la mitad del estiércol porcino se trata en lagunas anaeróbicas.   | Ganado lechero    | 31   | 32       | 33     |
|  | Ganado no lechero | 5  | 6        | 7      |
|  | Cerdos            | 20   | 20       | 20     |
| <b>América Latina:</b> Casi todo el estiércol del ganado se trata como sólido en pastizales y prados. El estiércol de búfalo se deposita en pastos y campos.   | Ganado lechero    | 0  | 1        | 2      |
|  | Ganado no lechero | 1  | 1        | 1      |
|  | Cerdos            | 0  | 1        | 2      |
|  | Búfalos           | 1  | 1        | 2      |
| <b>Asia:</b> Aproximadamente la mitad del estiércol del ganado vacuno se maneja en sistemas secos. Casi el 40% del estiércol porcino se trata en forma líquida. El estiércol de búfalo se trata en seco y se deposita en pastos y campos           | Ganado lechero    | 7  | 16       | 27     |
|  | Ganado no lechero | 1  | 1        | 2      |
|  | Cerdos            | 1  | 4        | 7      |
|  | Búfalos           | 1  | 2        | 3      |
| <b>África:</b> Casi todo el estiércol del ganado se trata como sólido en pastos y campos.  | Ganado lechero    | 1  | 1        | 1      |
|  | Ganado no lechero | 0  | 1        | 1      |
|  | Cerdos            | 0  | 1        | 2      |



**TABLA 4-5 (CONTINUACIÓN)**  
**FACTORES DE EMISIÓN PARA EL MANEJO DEL ESTIÉRCOL DEL GANADO VACUNO, CERDOS, Y BÚFALOS**

| Características regionales  | Tipo de ganado    | Factores de emisión por región climática <sup>a</sup><br>(kg/cabeza/año) |          |        |
|---|-------------------|--|----------|--------|
|   |                   | Fría   | Templada | Cálida |
| <b>Oriente Medio:</b> Más de dos terceras partes del estiércol del ganado se deposita en pastos y campos. Aproximadamente un tercio del estiércol porcino se trata en sistemas de tipo líquido. El estiércol de búfalo se quema como combustible o se maneja en forma sólida. | Ganado lechero    | 1  | 2        | 2      |
|   | Ganado no lechero | 1  | 1        | 1      |
|   | Cerdos            | 1  | 3        | 6      |
|   | Búfalos           | 4  | 5        | 5      |
| <b>Subcontinente indio:</b> Aproximadamente la mitad del estiércol del ganado vacuno y de los búfalos se utiliza como combustible, el resto se trata en sistemas secos. Aproximadamente un tercio del estiércol porcino se trata en forma líquida.                            | Ganado lechero    | 5  | 5        | 6      |
|   | Ganado no lechero | 2  | 2        | 2      |
|   | Cerdos            | 3  | 4        | 6      |
|   | Búfalos           | 4  | 5        | 5      |

<sup>a</sup> Los climas fríos tienen una temperatura media inferior a 15°C; los climas templados tienen una temperatura media comprendida entre 15°C y 25°C inclusive; los climas cálidos tienen una temperatura media superior a 25°C. Todas las categorías climáticas no tienen necesariamente que estar representadas en cada región. Por ejemplo, no existen áreas cálidas en Europa Occidental ni Oriental. Asimismo, tampoco hay áreas frías importantes en África ni en el Oriente Medio.

Nota: No existen poblaciones importantes de búfalos en América del Norte, Oceanía ni en África.

Las fuentes se presentan en el *Manual de Referencia para el inventario de los gases de efecto invernadero*.

### PASO 3 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA Y DEL MANEJO DEL ESTIÉRCOL

- 1 Sumar las emisiones correspondientes a la Fermentación Entérica y al Manejo del Estiércol y anotar los totales en la parte inferior de la HOJA DE TRABAJO.
- 2 Sumar los dos totales para obtener el Total Anual de Emisiones del Ganado Doméstico.
- 3 Dividir el resultado final por 1.000 para expresarlo en gigagramos. Indicar el resultado en la columna F.

**PASO 4 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE N<sub>2</sub>O PROCEDENTES DE LOS SISTEMAS DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL**

**ECUACIÓN I**

$$Nex_{(SME)} = \sum_{(T)} [N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times SME_{(T)}]$$

en la cual :

- Nex<sub>(SME)</sub> = excreción de N por Sistema de Manejo del Estiércol (kg/año) (véase el Paso I en la Sección 4.6 correspondiente a los suelos agrícolas);
- N<sub>(T)</sub> = número de animales de tipo T en el país;
- Nex<sub>(T)</sub> = excreción de N de los animales de tipo T en el país (kg N/animal/año) (véase la Tabla 4-6);
- SME<sub>(T)</sub> = fracción de Nex<sub>(T)</sub> en uno de los varios sistemas de manejo del estiércol diferenciados para los animales de tipo T en el país; (véase la Tabla 4-7);
- T = tipo de categoría de animal.

**HOJA DE TRABAJO 4-I (Adicional) NITRÓGENO EXCRETADO POR SISTEMA DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL**

Utilice la HOJA DE TRABAJO 4-I Adicional para calcular el Nitrógeno Excretado por Sistema de Manejo del Estiércol (SME). Deberán hacerse fotocopias adicionales de la HOJA DE TRABAJO y llenar una para cada uno de esos sistemas.

- 1 Indicar en la columna A el número de animales, N, en un país.
- 2 Anotar en la columna B el Nitrógeno Excretado, Nex, para cada tipo de animal. Los datos por defecto se presentan en la Tabla 4-6.
- 3 Indicar en la columna C la Fracción de Nitrógeno en el Estiércol para cada Sistema de Manejo del Estiércol. Los valores por defecto se presentan en la Tabla 4-7.
- 4 Multiplicar las columnas A, B, y C, y anotar los resultados en la columna D.
- 5 Sumar los valores en la columna D y anotar el total en la parte inferior de la columna para obtener el Nitrógeno Excretado para cada Sistema de Manejo del Estiércol, Nex<sub>(SME)</sub>, en kilogramos de N por año.



### ECUACIÓN 2

$$N_2O_{(SME)} = \sum [Nex_{(SME)} \times FE_3(SME)]$$

en la cual:

- $N_2O_{(SME)}$  = emisiones de  $N_2O$  de todos los Sistemas de Manejo del Estiércol en el país (kg N/año);
- $Nex_{(SME)}$  = Véase la Ecuación 1, *supra*;
- $FE_3(SME)$  = El factor de emisión de  $N_2O$  para un Sistema de Manejo del Estiércol (kg  $N_2O$ -N/kg de  $Nex$  en SME); (véase la Tabla 4-8).

Utilice la HOJA DE TRABAJO 4-1, Hoja 2 de 2, para calcular las Emisiones de  $N_2O$  procedentes de todos los Sistemas de Manejo del Estiércol.

- 1 Indicar en la columna A para cada Sistema de Manejo del Estiércol los valores del nitrógeno excretado  $Nex_{(SME)}$  que aparecen en la casilla inferior de la columna D de cada Hoja de trabajo adicional.
- 2 Para cada tipo de Sistema de Manejo del Estiércol, indicar en la columna B el Factor de Emisión correspondiente a cada Sistema de Manejo del Estiércol. Utilizar los valores por defecto presentados en la Tabla 4-8 o datos locales más precisos si estuvieran disponibles.
- 3 Multiplicar el valor de la excreción de N (columna A) por el Factor de Emisión de  $N_2O$  para el Sistema de Manejo del Estiércol (columna B) y seguidamente por la relación de conversión 44/28 para obtener el Total Anual de las Emisiones de  $N_2O$ . Multiplicar el resultado final por  $10^{-6}$  para expresarlo en gigagramos. Indicar los resultados en la columna C.
- 4 Sumar las cifras de la columna C e indicar el resultado en la casilla inferior de la columna.

#### ÓXIDO NITROSO DE LOS SISTEMAS DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL

En este punto se estima el Nitrógeno Excretado,  $Nex$ , de todos los sistemas. No obstante, se debe señalar que las emisiones de  $N_2O$  procedentes de los lagunas anaeróbicas, los sistemas de tipo líquido, el almacenamiento sólido, las parcelas secas, y "otros sistemas" se reflejan en esta sección mientras que las correspondientes al abonado diario y a praderas y pastizales se reflejan en el rubro Suelos Agrícolas (véase la Sección 4.6).

| <b>Tabla 4-6</b><br><b>VALORES POR DEFECTO PROVISIONALES PARA EL NITRÓGENO EXCRETADO</b><br><b>POR CABEZA DE ANIMAL POR REGIÓN</b><br><b>(kg/animal/año)<sup>a</sup></b> |                   |                |                |        |        |       |
|--|-------------------|----------------|----------------|--------|--------|-------|
| Región   | Tipo de animal    |                |                |        |        |       |
|  | Ganado no lechero | Ganado lechero | Aves de corral | Ovejas | Cerdos | Otros |
| América del Norte  | 70                | 100            | 0,6            | 16     | 20     | 25    |
| Europa Occidental  | 70                | 100            | 0,6            | 20     | 20     | 25    |
| Europa Oriental  | 50                | 70             | 0,6            | 16     | 20     | 25    |
| Oceanía  | 60                | 80             | 0,6            | 20     | 16     | 25    |
| América Latina   | 40                | 70             | 0,6            | 12     | 16     | 40    |
| África   | 40                | 60             | 0,6            | 12     | 16     | 40    |
| Cercano Oriente y Mediterráneo   | 50                | 70             | 0,6            | 12     | 16     | 40    |
| Asia y Extremo Oriente   | 40                | 60             | 0,6            | 12     | 16     | 40    |

<sup>a</sup> Fuente: Ecetoc (1994), Vetter et al. (1988), Steffens y Vetter (1990).



**Tabla 4-7**  
**VALORES POR DEFECTO PARA EL PORCENTAJE DE N EN EL ESTIÉRCOL PRODUCIDO CON DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL EN DIFERENTES REGIONES DEL MUNDO (TOMADO DE SAFLEY ET AL., 1992)**

| Región                   | Tipo de animal        | Porcentaje de producción de estiércol por Sistema de manejo del estiércol |                         |                |  |                       |                       |                |
|--------------------------|-----------------------|---|-------------------------|----------------|--|-----------------------|-----------------------|----------------|
|                          |                       | Lagunas anaeróbicas   | Sistema de tipo líquido | Abonado diario | Almacenamiento sólido y parcelas secas | Praderas y pastizales | Combustible utilizado | Otros sistemas |
| <b>América del Norte</b> | Ganado no lechero (D) | 0   | 1                       | 0              | 14                                     | 84                    | 0                     | 1              |
|                          | Ganado lechero        | 10  | 23                      | 37             | 23                                     | 0                     | 0                     | 7              |
|                          | Aves de corral (E)    | 5   | 4                       | 0              | 0                                      | 1                     | 0                     | 90             |
|                          | Ovejas                | 0   | 0                       | 0              | 2                                      | 88                    | 0                     | 10             |
|                          | Cerdos                | 25  | 50                      | 0              | 18                                     | 0                     | 0                     | 6              |
|                          | Otros animales (F)    | 0   | 0                       | 0              | 0                                      | 92                    | 0                     | 8              |
| <b>Europa Occidental</b> | Ganado no lechero (D) | 0   | 55                      | 0              | 2                                      | 33                    | 0                     | 9              |
|                          | Ganado lechero        | 0   | 46                      | 24             | 21                                     | 8                     | 0                     | 1              |
|                          | Aves de corral (E)    | 0   | 13                      | 0              | 1                                      | 2                     | 0                     | 84             |
|                          | Ovejas                | 0   | 0                       | 0              | 2                                      | 87                    | 0                     | 11             |
|                          | Cerdos                | 0   | 77                      | 0              | 23                                     | 0                     | 0                     | 0              |
|                          | Otros animales (F)    | 0   | 0                       | 0              | 0                                      | 96                    | 0                     | 4              |
| <b>Europa Oriental</b>   | Ganado no lechero (D) | 8   | 39                      | 0              | 52                                     | 0                     | 0                     | 1              |
|                          | Ganado lechero        | 0   | 18                      | 1              | 67                                     | 13                    | 0                     | 0              |
|                          | Aves de corral (E)    | 0   | 28                      | 0              | 0                                      | 1                     | 0                     | 71             |
|                          | Ovejas                | 0   | 0                       | 0              | 0                                      | 73                    | 0                     | 27             |
|                          | Cerdos                | 0   | 29                      | 0              | 0                                      | 27                    | 0                     | 45             |
|                          | Otros animales (F)    | 0   | 0                       | 0              | 0                                      | 92                    | 0                     | 8              |

| <b>TABLA 4-7 (CONTINUACIÓN)</b><br><b>VALORES POR DEFECTO PARA EL PORCENTAJE DE N EN EL ESTIÉRCOL PRODUCIDO CON DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL</b><br><b>EN DIFERENTES REGIONES DEL MUNDO</b><br><b>(TOMADO DE SAFLEY ET AL., 1992)</b> |                       |   |                         |                |  |                       |                       |                |
|--|-----------------------|---|-------------------------|----------------|--|-----------------------|-----------------------|----------------|
| Región   | Tipo de animal        | Porcentaje de producción de estiércol para cada Sistema de manejo del estiércol |                         |                |  |                       |                       |                |
|  |                       | Lagunas anaeróbicas   | Sistema de tipo líquido | Abonado diario | Almacenamiento sólido y parcelas secas | Praderas y pastizales | Combustible utilizado | Otros sistemas |
| <b>Oceanía</b>   | Ganado no lechero (D) | 0   | 0                       | 0              | 0                                      | 100                   | 0                     | 0              |
|  | Ganado lechero        | 0   | 0                       | 0              | 0                                      | 100                   | 0                     | 0              |
|  | Aves de corral (E)    | 0   | 0                       | 0              | 0                                      | 3                     | 0                     | 97             |
|  | Ovejas                | 0   | 0                       | 0              | 0                                      | 100                   | 0                     | 0              |
|  | Cerdos                | 55  | 0                       | 0              | 17                                     | 0                     | 0                     | 28             |
|  | Otros animales (F)    | 0   | 0                       | 0              | 0                                      | 100                   | 0                     | 0              |
|  | <b>América Latina</b> | Ganado no lechero (D)   | 0                       | 0              | 0                                      | 0                     | 99                    | 0              |
|  | Ganado lechero        | 0   | 1                       | 62             | 1                                      | 36                    | 0                     | 0              |
|  | Aves de corral (E)    | 0   | 9                       | 0              | 0                                      | 42                    | 0                     | 49             |
|  | Ovejas                | 0   | 0                       | 0              | 0                                      | 100                   | 0                     | 0              |
|  | Cerdos                | 0   | 8                       | 2              | 51                                     | 0                     | 0                     | 40             |
|  | Otros animales (F)    | 0   | 0                       | 0              | 0                                      | 99                    | 0                     | 1              |
| <b>África</b>  | Ganado no lechero (D) | 0   | 0                       | 1              | 3                                      | 96                    | 0                     | 0              |
|  | Ganado lechero        | 0   | 0                       | 12             | 0                                      | 83                    | 0                     | 5              |
|  | Aves de corral (E)    | 0   | 0                       | 0              | 0                                      | 81                    | 0                     | 19             |
|  | Ovejas                | 0   | 0                       | 0              | 1                                      | 99                    | 0                     | 1              |
|  | Cerdos                | 0   | 7                       | 0              | 93                                     | 0                     | 0                     | 0              |
|  | Otros animales (F)    | 1   | 0                       | 0              | 0                                      | 99                    | 0                     | 1              |





| <b>TABLA 4-7 (CONTINUACIÓN)</b><br><b>VALORES POR DEFECTO PARA EL PORCENTAJE DE N EN EL ESTIÉRCOL PRODUCIDO CON DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL</b><br><b>EN DIFERENTES REGIONES DEL MUNDO (TOMADO DE SAFLEY ET AL., 1992)</b> |                       |   |                         |                |  |                       |                       |                |
|--|-----------------------|---|-------------------------|----------------|--|-----------------------|-----------------------|----------------|
| Región   | Tipo de animal        | Porcentaje de la producción de estiércol por sistemas de manejo del estiércol |                         |                |  |                       |                       |                |
|  |                       | Lagunas anaeróbicas   | Sistema de tipo líquido | Abonado diario | Almacenamiento sólido y parcelas secas | Praderas y pastizales | Combustible utilizado | Otros sistemas |
| <b>Cercano Oriente y Mediterráneo</b>  | Ganado no lechero (D) | 0   | 0                       | 2              | 0                                      | 77                    | 18                    | 2              |
|  | Ganado lechero        | 0   | 0                       | 3              | 3                                      | 77                    | 18                    | 0              |
|  | Aves de corral (E)    | 0   | 1                       | 0              | 0                                      | 71                    | 0                     | 28             |
|  | Ovejas                | 0   | 0                       | 0              | 0                                      | 100                   | 0                     | 0              |
|  | Cerdos                | 0   | 32                      | 0              | 68                                     | 0                     | 0                     | 0              |
|  | Otros animales (F)    | 0   | 0                       | 0              | 0                                      | 100                   | 0                     | 0              |
| <b>Asia y Ext. Oriente</b>   | Ganado no lechero (D) | 0   | 0                       | 16             | 14                                     | 29                    | 40                    | 0              |
|  | Ganado lechero        | 6   | 4                       | 21             | 0                                      | 24                    | 46                    | 0              |
|  | Aves de corral (E)    | 1   | 2                       | 0              | 0                                      | 44                    | 1                     | 52             |
|  | Ovejas                | 0   | 0                       | 0              | 0                                      | 83                    | 0                     | 17             |
|  | Cerdos                | 1   | 38                      | 1              | 53                                     | 0                     | 7                     | 0              |
|  | Otros animales (F)    | 0   | 0                       | 0              | 0                                      | 95                    | 0                     | 5              |

(D) Incluye búfalos  
(E) Incluye pollos, pavos y patos  
(F) Incluye cabras, caballos, mulas, asnos y camellos

**TABLA 4-8**  
**VALORES PROVISIONALES POR DEFECTO PARA LOS FACTORES DE EMISIÓN DE**  
**N<sub>2</sub>O EN EL ESTIÉRCOL POR SISTEMA DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL**  
**(KG N<sub>2</sub>O–N/KG NITRÓGENO EXCRETADO)**

| SISTEMAS DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL <sup>a</sup>       | Factor de Emisión<br>FE <sub>3</sub> |
|---|--------------------------------------|
| Lagunas anaeróbicas <sup>b</sup>                    | 0,001 (<0,002)                       |
| Sistemas de tipo líquido <sup>b</sup>               | 0,001 (<0,001)                       |
| Abonado diario <sup>c</sup>                         | 0,0 (no hay rango de valores)        |
| Almacenamiento sólido y parcelas secas <sup>c</sup> | 0,02 (0,005-0,03)                    |
| Praderas y pastizales (pastoreo) <sup>d</sup>       | 0,02 (0,005-0,03)                    |
| Utilizado como combustible <sup>e</sup>             | No se incluye en este capítulo       |
| Otros sistemas <sup>b</sup>                         | 0,005                                |

<sup>a</sup> La fracción de nitrógeno en el estiércol producido en diferentes Sistemas de Manejo del Estiércol para el ganado vacuno, cerdos y búfalos puede calcularse siguiendo el procedimiento recomendado en la Tabla 4-7, o el propuesto por Safley et al. (1992).  
<sup>b</sup> Deberá informarse en "Manejo del Estiércol".  
<sup>c</sup> Deberá informarse en "Suelos Agrícolas" (Sección 4.6) en la sección correspondiente a las emisiones directas de los suelos de los campos agrícolas después del abonado. (Se da por supuesto que no ocurren emisiones antes del abonado).  
<sup>d</sup> Deberá informarse en "Suelos Agrícolas" (Sección 4.6) en el sección correspondiente a las emisiones directas de los suelos dedicados a la producción animal.  
<sup>e</sup> Deberá informarse en el capítulo correspondiente a la Energía.

### 4.3 Cultivo del arroz

#### 4.3.1 Introducción

La descomposición anaeróbica de la materia orgánica en los arrozales anegados produce escapes de metano (CH<sub>4</sub>), debido principalmente a la difusión en la atmósfera procedente de las plantas de arroz durante la estación de crecimiento. Los arrozales de tierras altas, que no se anegan y, por lo tanto, no producen cantidades significativas de CH<sub>4</sub>, representan aproximadamente 10% de la producción mundial de arroz y un 15% de la superficie mundial dedicada al cultivo del arroz. La superficie restante corresponde al arroz en zonas anegadas, que incluye el arroz de regadío, el de secano, y el de aguas profundas. La superficie anual de las tierras anegadas dedicadas a la cosecha del arroz en todo el mundo ascendía a unos 123,2 millones de hectáreas a comienzos de la década de 1980 (la superficie total cosechada, incluido el arroz cultivado en altura, se elevaba a 144 Mha), de las cuales más del 90% están en Asia (Neue *et al.*, 1990).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Los términos "superficie cosechada" y "superficie cultivada" tienen significados diferentes, ya que el primero toma en cuenta la cosecha doble y triple. Por ejemplo, si un país dedica 10 millones de hectáreas de tierras al cultivo del arroz, y en todas ellas se pueden obtener dos cosechas anuales (es decir, en cada hectárea se cosechan dos cosechas de arroz todos los años), la superficie cosechada de arroz en ese país es de 20 millones de hectáreas.



Las mediciones realizadas en varios países indican que existen grandes variaciones temporales de los flujos de CH<sub>4</sub>, y que el flujo varía considerablemente atendiendo al tipo y la textura del suelo, y a la aplicación de materia orgánica y de fertilizantes minerales (Neue y Sass, 1994). Las grandes variaciones en los flujos de CH<sub>4</sub> indican también que el flujo depende en gran medida de varios factores tales como el clima, las características de los suelos y los arrozales, y las prácticas agrícolas, sobre todo el régimen de las aguas. Los parámetros que inciden en las emisiones de metano varían considerablemente tanto en el espacio como en el tiempo. Los datos recogidos para el mismo punto en condiciones similares a lo largo de varios años pueden revelar diferencias considerables en los niveles estacionales de las emisiones de metano, por lo que resulta difícil establecer una cifra como nivel de emisión de metano para un campo, y mucho menos a nivel regional o nacional. Por lo tanto, con los conocimientos disponibles en la actualidad, en cuanto a los niveles de emisiones de metano para un país, resulta más realista adoptar un rango de valores observados que una única cifra.

### 4.3.2 Fuentes de los datos

#### *Estadísticas de la superficie cosechada*

En la Tabla 4-9 se presenta información sobre la superficie de arroz cosechada de acuerdo con las estadísticas del Anuario de la FAO (Naciones Unidas, 1992), el Anuario Agrícola de China (1990), el Almanaque del Arroz del IRRI (IRRI, 1994) y las Estadísticas Mundiales del Arroz (IRRI, 1993). La clasificación de las áreas por categorías, por ej., arroz de regadío, de secano (campos anegadizos y tierras bajas de secano) y de tierras altas en los principales países productores de arroz está basada en el Almanaque del Arroz del IRRI (IRRI, 1994); por lo que respecta a los demás países productores de arroz, esas categorías están basadas en IRRI (1990), Huke (1982) y Grist (1986). El porcentaje real de las áreas de regadío, de secano, y anegadizas que son anegadas continuamente o tienen un período de aeración superior a los tres días o múltiples aeraciones, deberán provenir de datos específicos para el país.

#### *Valores de flujo integrados para tomar en cuenta las variaciones estacionales*

En las Tablas 4-10 y 4-11 se presentan factores de emisión por defecto, FE, para diversas categorías de regímenes de aguas y factores de multiplicación para los fertilizantes orgánicos. Se parte del supuesto de que las emisiones procedentes del arroz cultivado en altura son nulas, por lo que no se toman en cuenta en los cálculos de las emisiones.

En el *Manual de Referencia* aparece un examen más detallado de las fuentes de datos disponibles.

### 4.3.3 Metodología

Las emisiones de metano procedentes de los arrozales pueden representarse con la siguiente ecuación:

#### ECUACIÓN 1

$$F_c = FE \times S \times 10^{-12}$$

en la cual:

#### ESTIMACIÓN DE LA SUPERFICIE COSECHADA

La superficie anual cosechada bajo esas condiciones se calcula multiplicando la superficie cultivada (en m<sup>2</sup>/año) por el número de cosechas anuales. Si en algunas zonas se obtienen dos cosechas, la superficie se incluye dos veces en la superficie cosechada.

- $F_c$  = estimación de las emisiones anuales de metano correspondientes a un determinado régimen de aguas para el arroz y un fertilizante orgánico dado, en Tg/año;
- $FE$  = factor de emisión de metano integrado para la estación de la cosecha, en g/m<sup>2</sup>;
- $S$  = superficie anual cosechada en las condiciones indicadas *supra*. Se calcula multiplicando la superficie cultivada por el número de cosechas anuales, por ej., en m<sup>2</sup>/año.

## Cómo llenar la Hoja de trabajo

Utilice la HOJA DE TRABAJO 4-2 EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE ARROZALES ANEGADOS que aparece al final de este módulo para anotar sus datos. En la Tabla 4-9 se presentan cifras por defecto por zonas productoras de arroz y prácticas de manejo de las aguas en todo el mundo.

### USO DE LA HOJA DE TRABAJO

- Copie la hoja de trabajo que aparece al final de esta sección para completar el inventario.
- No escriba en el original de la hoja de trabajo para que pueda hacer copias adicionales en caso necesario.

### ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE METANO ATENDIENDO AL TIPO DE MANEJO DE LAS AGUAS

- 1 Indicar en la columna A la Superficie Cosechada correspondiente a cada régimen de manejo de las aguas (en m<sup>2</sup> x 10<sup>-9</sup>).

Para calcular la superficie anual cosechada correspondiente a esas condiciones de cultivo se multiplica la superficie cultivada (en m<sup>2</sup>/año) por el número de cosechas anuales. No se incluye en los cálculos del metano la superficie cultivada en las tierras altas (o en condiciones de secano). En la Tabla 4-9 se presentan algunas cifras por defecto que pueden utilizarse si no se cuenta con datos locales. Se debe señalar que las cifras correspondientes a la superficie cosechada presentadas en la Tabla 4-9 están expresadas en unidades de miles de hectáreas. Si se utilizan esos datos, deberán convertirse primero en metros cuadrados (1000h = 10<sup>7</sup> m<sup>2</sup>).

- 2 Indicar en la columna B el Factor de Escala para las Emisiones de Metano. Se presentan factores por defecto para los ecosistemas arroceros en relación con los campos anegados continuamente, sin fertilizantes orgánicos. En la Tabla 4-10 se presentan valores que pueden utilizarse si no se cuenta con datos más pormenorizados a nivel local.
- 3 En cuanto a la conversión a suelos con fertilizantes orgánicos, indicar en la columna C un Factor de Corrección para el Fertilizante Orgánico. El valor por defecto es 2. No es necesaria corrección tratándose de suelos en que no se emplea fertilizante orgánico. En ese caso, indicar 1 en la columna C.
- 4 Anotar en la columna D el Factor de Emisión Integrado de Metano para tomar en cuenta las Variaciones Estacionales para el Arroz Anegado Continuosamente sin Fertilizantes Orgánicos (en g/m<sup>2</sup>). En la Tabla 4-11 se indican algunas cifras para países específicos. Como valor por defecto puede utilizarse la media aritmética del conjunto de cifras, si no estuviere disponible otra información.
- 5 Para cada categoría, multiplicar la Superficie Cultivada (columna A) por el Factor de Escala para las Emisiones de Metano (columna B), el Factor de Corrección para el Fertilizante Orgánico (columna C), y el Factor de

### REFLEJAR MÁS DETALLES

Si se cuenta con los datos necesarios, se pueden utilizar subdivisiones adicionales para reflejar distintas prácticas en cuanto al empleo de los fertilizantes. Por otra parte, si lo justifican las variaciones de temperatura, las prácticas de cultivo locales, etc., se pueden realizar cálculos a nivel regional. En todos los casos, se deben utilizar copias adicionales de la hoja de trabajo, las que deberán identificarse claramente por subcategoría o región. Los resultados deberán seguidamente totalizarse para obtener una tabla de resumen nacional que corresponda a las categorías básicas descritas en este método.



Emisión Integrado de Metano para tomar en cuenta las Variaciones Estacionales para el Arroz Anegado Continuamente sin Fertilizantes Orgánicos (columna D). El resultado representa las Emisiones de CH<sub>4</sub> en gigagramos para cada categoría de arroz. Indicar el resultado en la columna E.

- 6 Sumar las emisiones e indicar el total en la casilla inferior de la columna E.

| <b>TABLA 4-9</b><br><b>DATOS DE ACTIVIDAD POR DEFECTO - ARROZ COSECHADO</b> |                                     |                                |                         |                  |
|---|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|------------------|
| País o Región   | Superficie en 1990<br>(miles de ha) | De regadío <sup>a</sup><br>(%) | De tierras altas<br>(%) | De secano<br>(%) |
| <b>Américas</b>   |                                     |                                |                         |                  |
| EE.UU.  | 1114                                | 100                            | 0                       | 0                |
| Belice  | 2                                   | 10                             | 90                      | 0                |
| Costa Rica  | 53                                  | 10                             | 90                      | 0                |
| Cuba  | 150                                 | 100                            | 0                       | 0                |
| Rep. Dominicana   | 93                                  | 98                             | 2                       | 0                |
| El Salvador   | 15                                  | 10                             | 90                      | 0                |
| Guatemala   | 15                                  | 10                             | 90                      | 0                |
| Haití   | 52                                  | 40                             | 60                      | 0                |
| Honduras  | 19                                  | 10                             | 90                      | 0                |
| Jamaica   | 0                                   | 40                             | 60                      | 0                |
| México  | 123                                 | 41                             | 59                      | 0                |
| Nicaragua   | 48                                  | 10                             | 90                      | 0                |
| Panamá  | 92                                  | 5                              | 95                      | 0                |
| Puerto Rico   | 0                                   | 75                             | 25                      | 0                |
| Trinidad y Tobago   | 5                                   | 45                             | 55                      | 0                |
| Argentina   | 103                                 | 100                            | 0                       | 0                |
| Bolivia   | 110                                 | 25                             | 75                      | 0                |
| Brasil  | 3945                                | 19                             | 75                      | 6 (0 + 6)        |
| Chile   | 35                                  | 79                             |                         | 0                |
| Colombia  | 435                                 | 67                             | 23                      | 10 (0 + 10)      |
| Ecuador   | 266                                 | 40                             | 10                      | 50               |
| Guyana  | 68                                  | 95                             | 5                       | 0                |
| Paraguay  | 34                                  | 50                             | 50                      | 0                |
| Perú  | 185                                 | 84                             | 16                      | 0                |
| Surinam   | 58                                  | 100                            | 0                       | 0                |
| Uruguay   | 108                                 | 100                            | 0                       | 0                |
| Venezuela   | 119                                 | 90                             | 21                      | 0                |



**TABLA 4-9 (CONT.)**  
**DATOS DE ACTIVIDAD POR DEFECTO - ARROZ COSECHADO**

| País<br>o<br>Región            | Superficie en<br>1990<br>(miles de ha) | De regadío <sup>a</sup><br>(%) | De tierras altas<br>(%) | De secano <sup>b</sup><br>(%) |
|--------------------------------|--|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| <b>Asia</b>                    |  |                                |                         |                               |
| Brunei                         | 1                                      | 79                             | 21                      | 0                             |
| Hong Kong                      | 0                                      | 100                            | 0                       | 0                             |
| Siria                          | 0                                      | 100                            | 0                       | 0                             |
| Turquía                        | 52                                     | 100                            | 0                       | 0                             |
| India                          | 42321                                  | 53 (16 + 37)                   | 15                      | 32 (16 + 16)                  |
| Pakistán                       | 2113                                   | 100                            | 0                       | 0                             |
| Bangladesh                     | 10435                                  | 22                             | 8                       | 70 (23 + 47)                  |
| Myanmar                        | 4760                                   | 18                             | 6                       | 76 (24 + 52)                  |
| Nepal                          | 1445                                   | 23                             | 3                       | 74 (8 + 66)                   |
| Afganistán                     | 173                                    | 100                            | 0                       | 0                             |
| Bhután                         | 25                                     | 50                             | 4                       | 46 (42 + 4)                   |
| China <sup>3</sup>             | 33265                                  | 93                             | 2                       | 5 (0 + 5)                     |
| Indonesia                      | 10502                                  | 72 (22 + 50)                   | 11                      | 17 (10 + 7)                   |
| Irán                           | 570                                    | 100                            | 0                       | 0                             |
| Iraq                           | 78                                     | 100                            | 0                       | 0                             |
| Japón                          | 2074                                   | 99 (2 + 97)                    | 1                       | 0                             |
| Malasia                        | 639                                    | 66                             | 12                      | 22 (1 + 21)                   |
| Filipinas                      | 3319                                   | 61                             | 2                       | 37 (2 + 35)                   |
| Sri Lanka                      | 828                                    | 37                             | 7                       | 56 (3 + 53)                   |
| Taiwan                         | 700                                    | 97                             | 3                       | 0                             |
| Tailandia                      | 9650                                   | 7                              | 1                       | 92 (7 + 85)                   |
| Kampuchea                      | 1800                                   | 8                              | 2                       | 90 (42 + 48)                  |
| Laos                           | 638                                    | 2                              | 37                      | 61 (0 + 61)                   |
| Vietnam                        | 6028                                   | 53                             | 8                       | 39 (11 + 28)                  |
| República Democrática de Corea | 670                                    | 67                             | 13                      | 20                            |
| República de Corea             | 1242                                   | 100 (9 + 91)                   | 0                       | 0                             |

| <b>TABLA 4-9 (CONT.)</b>                                |   |                                       |                                 |                                      |
|---|---|---------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| <b>DATOS DE ACTIVIDAD POR DEFECTO - ARROZ COSECHADO</b> |   |                                       |                                 |                                      |
| <b>País o Región</b>                                    | <b>Superficie en 1990<br/>(miles de ha)</b> | <b>De regadío<sup>a</sup><br/>(%)</b> | <b>De tierras altas<br/>(%)</b> | <b>De secano<sup>b</sup><br/>(%)</b> |
| <b>Europa</b>   |   |                                       |                                 |                                      |
| Albania   | 2   | 100                                   | 0                               | 0                                    |
| Bulgaria  | 11  | 100                                   | 0                               | 0                                    |
| Francia   | 20  | 100                                   | 0                               | 0                                    |
| Grecia  | 15  | 100                                   | 0                               | 0                                    |
| Hungría   | 11  | 100                                   | 0                               | 0                                    |
| Italia  | 208   | 100                                   | 0                               | 0                                    |
| Portugal  | 33  | 100                                   | 0                               | 0                                    |
| Rumania   | 37  | 100                                   | 0                               | 0                                    |
| España  | 81  | 100                                   | 0                               | 0                                    |
| Antigua URSS  | 624   | 100                                   | 0                               | 0                                    |
| Antigua Yugoslavia                                      | 8   | 100                                   | 0                               | 0                                    |
| <b>PACÍFICO</b>   |   |                                       |                                 |                                      |
| Australia   | 102   | 100                                   | 0                               | 0                                    |
| Fiji  | 13  | 50                                    | 50                              | 0                                    |
| <b>África</b>   |   |                                       |                                 |                                      |
| Argelia   | 1   | 100                                   | 0                               | 0                                    |
| Angola  | 18  | 100                                   | 0                               | 0                                    |
| Benin   | 7   | 10                                    | 90                              | 0                                    |
| Burkina Faso  | 19  | 89                                    | 11                              | 0                                    |
| Burundi   | 12  | 25                                    | 75                              | 0                                    |
| Camerún   | 15  | 25                                    | 75                              | 0                                    |
| Rep. C. Africana  | 10  | 25                                    | 75                              | 0                                    |
| Chad  | 39  | 25                                    | 75                              | 0                                    |
| Comoras   | 13  | 100                                   | 0                               | 0                                    |
| Congo   | 4   | 25                                    | 75                              | 0                                    |
| Egipto  | 436   | 100                                   | 0                               | 0                                    |
| Gabón   | 0   | 25                                    | 75                              | 0                                    |
| Gambia  | 14  | 90                                    | 10                              | 0                                    |





**TABLA 4-9 (CONT.)**  
**DATOS DE ACTIVIDAD POR DEFECTO - ARROZ COSECHADO**

| País o Región   | Superficie en 1990 (miles de ha) | De regadío <sup>a</sup> (%) | De tierras altas (%) | De secano <sup>b</sup> (%) |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------------|
| Ghana           | 85                               | 24                          | 76                   | 0                          |
| Guinea Bissau   | 57                               | 25                          | 75                   | 0                          |
| Guinea          | 608                              | 8                           | 47                   | 45                         |
| Costa de Marfil | 583                              | 6                           | 87                   | 7                          |
| Kenia           | 15                               | 25                          | 75                   | 0                          |
| Liberia         | 168                              | 0                           | 94                   | 6                          |
| Madagascar      | 1160                             | 10                          | 14                   | 76 (2 + 74)                |
| Malawi          | 29                               | 25                          | 75                   | 0                          |
| Mali            | 222                              | 25                          | 75                   | 0                          |
| Mauritania      | 14                               | 100                         | 0                    | 0                          |
| Marruecos       | 6                                | 100                         | 0                    | 0                          |
| Mozambique      | 109                              | 25                          | 75                   | 0                          |
| Níger           | 29                               | 35                          | 65                   | 0                          |
| Nigeria         | 1567                             | 16                          | 51                   | 33 (33 + 0)                |
| Ruanda          | 3                                | 25                          | 75                   | 0                          |
| Senegal         | 73                               | 25                          | 75                   | 0                          |
| Sierra Leona    | 339                              | 1                           | 67                   | 32                         |
| Somalia         | 5                                | 50                          | 50                   | 0                          |
| Sudáfrica       | 1                                | 100                         | 0                    | 0                          |
| Sudán           | 1                                | 50                          | 50                   | 0                          |
| Swazilandia     | 0                                | 25                          | 75                   | 0                          |
| Tanzania        | 375                              | 3                           | 22                   | 75 (0 + 75)                |
| Togo            | 21                               | 4                           | 96                   | 0                          |
| Uganda          | 37                               | 25                          | 75                   | 0                          |
| Zaire           | 393                              | 5                           | 90                   | 5                          |
| Zambia          | 11                               | 25                          | 75                   | 0                          |
| Zimbabue        | 0                                | 25                          | 75                   | 0                          |

a Las cifras entre paréntesis indican anegados continuamente e intermitentemente, respectivamente.

b Las cifras entre paréntesis indican tierras continuamente anegadizas y expuestas a la sequía, respectivamente.

c Los valores están siendo actualizados.

Notas: Las zonas se tomaron del Anuario de la FAO (Naciones Unidas, 1992), el Anuario Agrícola de China (1990), las Estadísticas Mundiales del Arroz (IRRI, 1990) y el Almanaque del Arroz del IRRI 1993-1995 (IRRI, 1993).

**TABLA 4-10  
FACTORES DE ESCALA PARA LAS EMISIONES DE METANO PARA LOS ECOSISTEMAS ARROCEROS  
CON RELACIÓN A LOS CAMPOS ANEGADOS CONTINUAMENTE  
(SIN FERTILIZANTES ORGÁNICOS)**

| Categoría                     | Subcategoría <sup>a</sup> |   | Factores de escala (en relación con los factores de emisión para los arrozales anegados continuamente) |               |
|-------------------------------|---------------------------|---|--|---------------|
| Tierras altas                 | Ninguna                   |   | 0  |               |
| Tierras bajas                 | De regadío                | Anegados continuamente                  | 1,0  |               |
|                               |                           | Anegados intermitentemente <sup>b</sup> | Aeración sencilla  | 0,5 (0,2-0,7) |
|                               |                           |   | Aeración múltiple  | 0,2 (0,1-0,3) |
|                               | De secoano                | Anegadizos                              |  | 0,8 (0,5-1,0) |
|                               |                           | Expuestos a la sequía                   |  | 0,4 (0-0,5)   |
|                               | De agua profunda          | Profundidad del agua: 50-100 cm         |  | 0,8 (0,6-1,0) |
| Profundidad del agua > 100 cm |                           | 0,6 (0,5-0,8)                           |  |               |

<sup>a</sup> podrían definirse tres categorías para los ecosistemas arroceros: pantanos, humedales salinos interiores o marismas mareales en cada subcategoría atendiendo a las mediciones de las emisiones locales.

<sup>b</sup> se define como > 3 días de aeración durante el periodo vegetativo.

Nota: Por lo que respecta a los ecosistemas arroceros en tierras bajas de regadío y anegados continuamente, el valor por defecto de las emisiones de metano integrado para tomar en cuenta las variaciones estacionales es de 20 g/m<sup>2</sup> (véase la Tabla 4-11) en el caso de suelos sin fertilizantes orgánicos. Para realizar la conversión a emisiones de metano procedentes de suelos con fertilizantes orgánicos, deberá aplicarse un factor de corrección de 2 (rango de valores de 2-5) al ecosistema correspondiente para la categoría 'sin fertilizante orgánico'.



**TABLA 4-11**  
**FACTORES DE EMISIÓN DE METANO INTEGRADOS PARA TOMAR EN CUENTA LAS VARIACIONES ESTACIONALES PARA EL ARROZ ANEGADO CONTINUAMENTE SIN FERTILIZANTES ORGÁNICOS EN VARIOS LUGARES DEL MUNDO**

| País                          | Factor de Emisión Integrado para tomar en cuenta las variaciones estacionales, FE <sup>a</sup> (g/m <sup>2</sup> ) | Bibliografía/<br>Observaciones              |
|-------------------------------|--|---|
| Australia                     | 22,5   | NGGIC, 1996                                 |
| China                         | 13 (10-22)   | Wassman et al., 1993a                       |
| India                         | 10 (5 - 15)  | Mitra et al., 1996<br>Parashar et al., 1996 |
| Indonesia                     | 18 (5 - 44)  | Nugroho et al., 1994a,b                     |
| Italia                        | 36 (17-54)   | Schütz et al., 1989a                        |
| Japón                         | 15   | Minami, 1995                                |
| República de Corea            | 15   | Shin et al., 1995                           |
| Filipinas                     | (25 - 30)  | Neue et al., 1994; Wassman et al., 1994     |
| Tailandia                     | 16 (4 - 40)  | Towpryaon et al., 1993                      |
| EE.UU. (Texas)                | 25 (15 - 35)   | Sass y Fisher, 1995                         |
| Media aritmética <sup>b</sup> | 20 (12-28)   | -   |

<sup>a</sup> Se reconoce que los factores de emisión presentados en la Tabla 4-11 tendrán que ser actualizados periódicamente a medida que se disponga de información más exacta. Sin embargo, estas cifras representan la mejor información disponible hasta la fecha de la compilación.

<sup>b</sup> La media aritmética del factor de emisiones integrado para tomar en cuenta las variaciones estacionales, FE, se deriva de los valores indicados en la Tabla 4-11. El rango de valores para los factores de emisión es la desviación estándar alrededor de la media.

## 4.4 Quema prescrita de sabanas

### 4.4.1 Introducción

#### SABANAS DEGRADADAS

Aunque el supuesto por defecto es que la biomasa quemada en las sabanas se regenera en poco tiempo, no siempre ocurre así. En algunos casos, las sabanas se queman con demasiada frecuencia o, debido a otras razones, no se recuperan del todo. Con el tiempo, las sabanas pueden sufrir considerable degradación como resultado de la intervención del ser humano. En ese caso, habrá pérdida a largo plazo del carbono en la biomasa aérea y de los suelos. Cuando esto ocurre, deberá tomarse en cuenta, en la medida de lo posible, la pérdida anual de carbono además de la información exigida en este *Libro de Trabajo*.

Las sabanas son formaciones tropicales y subtropicales que tienen una cubierta continua de hierba. El crecimiento de las sabanas está controlado por la alternancia de las estaciones húmeda y seca: la mayor parte del crecimiento se produce durante la estación húmeda. Los incendios naturales y los provocados por el hombre son frecuentes durante la estación seca, dando por resultado un reciclaje de nutrientes y la consiguiente regeneración. Los incendios en gran escala ocurren principalmente en las sabanas húmedas, ya que las sabanas áridas no tienen suficiente hierba para mantener el fuego. Los incendios en las sabanas se producen en promedio cada cuatro años, con la mayor frecuencia en las sabanas húmedas de África.

La quema de sabanas genera emisiones instantáneas de dióxido de carbono. Sin embargo, debido a la subsiguiente regeneración de la vegetación, el dióxido de carbono liberado en la atmósfera se reabsorbe durante el siguiente período de crecimiento de la vegetación. Por consiguiente, en este *Libro de Trabajo* se da por supuesto que las emisiones netas de CO<sub>2</sub> son nulas.

La quema de sabanas también libera otros gases distintos del CO<sub>2</sub>, entre ellos metano, monóxido de carbono, óxido nitroso y óxidos de nitrógeno. A diferencia de lo que sucede con las emisiones de CO<sub>2</sub>, éstas son emisiones antropogénicas netas y deberán contabilizarse.

### 4.4.2 Fuentes de los datos

Si bien no existe una publicación periódica en que se recojan las cifras de la cantidad de sabana quemada, se han publicado varios documentos de evaluación. En el documento *FAO Forest Resource Assessment 1990: Tropical Countries* (FAO 1993) se presentan estimaciones nacionales de la superficie de sabanas (praderas) y en el *Manual de Referencia para el inventario de los gases de efecto invernadero* se incluyen referencias adicionales.

### 4.4.3 Metodología

Es posible estimar las emisiones de gases distintos del CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de sabanas mediante sencillos cálculos empleando los datos disponibles localmente o los datos por defecto presentados en las tablas de este *Libro de Trabajo*.

En primer lugar, la cantidad de biomasa que realmente es consumida por el fuego se calcula multiplicando la superficie de sabana quemada por la densidad media de biomasa y por la fracción de la biomasa expuesta quemada realmente.

En segundo lugar, el carbono liberado se calcula multiplicando la cantidad de biomasa quemada por la fracción oxidada y seguidamente por la fracción de carbono.

El segundo cálculo se puede mejorar mucho dividiendo en primer lugar la cantidad de biomasa quemada en dos fracciones: la viva y la muerta. El cálculo prosigue tomando por separado cada una de esas fracciones y

#### COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES DISTINTOS DEL METANO

La quema de biomasa es una fuente considerable de emisiones de CO<sub>2</sub>. Esas emisiones deberán estimarse siguiendo el mismo método empleado para los otros gases distintos del CO<sub>2</sub>. Sin embargo, todavía no se ha preparado la información por defecto que permita incluir esa clase de gases en el *Libro de Trabajo*. Ésa es una cuestión que se estudiará para perfeccionar las *Directrices* en ediciones posteriores.



utilizando diferentes fracciones oxidadas y contenidos de carbono para las fracciones viva y muerta.

En tercer lugar, se aplican varias tasas al total del carbono liberado para estimar las emisiones de los gases distintos del CO<sub>2</sub>, como se indica a continuación:

- se aplica la relación de nitrógeno-carbono para estimar el contenido total de nitrógeno
- las relaciones para el CH<sub>4</sub> y el CO se expresan como fracciones del carbono total
- las relaciones de N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub> se expresan como fracciones del nitrógeno total

Las estimaciones de las emisiones resultantes se convierten a peso total (por ej., convirtiendo el CH<sub>4</sub> expresado como C a total de CH<sub>4</sub>) empleando factores estándar.

En un país puede haber varios tipos de sabanas que tienen características diferentes; la eficacia de la quema puede variar y también ocurrir en diferentes momentos durante la estación seca, por lo que la quema varía con la condición de la vegetación (como, por ejemplo, el contenido de humedad y si la biomasa está viva o muerta).

Si se dispone de datos locales, la quema de la sabana debe dividirse en subcategorías adecuadas que reflejen esas variaciones, las que se anotarán en la hoja de trabajo. Si se utilizan los valores por defecto propuestos en este *Libro de Trabajo* sólo podrán realizarse los cálculos a nivel nacional.

## Cómo llenar la Hoja de trabajo

### PASO I ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA TOTAL QUE REALMENTE SE QUEMA

Utilice la HOJA DE TRABAJO 4-3 QUEMA PRESCRITA DE SABANAS que aparece al final de este módulo para anotar los datos del inventario. Se puede emplear una única categoría media nacional o bien subdivisiones si se cuenta con datos locales para cada subcategoría pertinente de sabana.

- 1 Para cada categoría de sabana, se indicará en la columna A la superficie quemada (en kilohectáreas).

En la medida de lo posible, deberán emplearse los datos disponibles a nivel local para las hectáreas de sabana quemadas anualmente. Si no fuera posible, el procedimiento por defecto supone hacer un somero cálculo aproximado para determinar la superficie total de la sabana, que deberá multiplicarse por los valores por defecto típicos para el porcentaje quemado anualmente en la región, que se presentan en la Tabla 4-12 (a continuación).

#### FRACCIONES

Para determinar la cantidad de biomasa de la sabana que realmente se oxida liberando carbono que escapa a la atmósfera es necesario aplicar varias *fracciones* de forma consecutiva. Para empezar, se calcula la cantidad de biomasa expuesta al fuego multiplicando la superficie de sabana quemada en el año del inventario por la densidad media de biomasa (en toneladas de materia seca por hectárea). A continuación, se aplican las fracciones de la forma siguiente.

##### *Fracción que se quema realmente*

En condiciones normales de combustión al aire libre, no toda la biomasa en cada hectárea se quema realmente. La *Fracción quemada realmente* (que por lo general oscila entre 0,80 y 0,85 pero puede ser superior en regiones muy secas) se aplica para calcular las kilotoneladas de materia seca que se queman realmente.

##### *Fracción oxidada*

Seguidamente se aplica la fracción que expresa la biomasa oxidada. No toda la biomasa que se quema se oxida, ya que una pequeña parte puede permanecer como carbón vegetal. La fracción oxidada oscila entre 0,8 y 1,0.

##### *Fracción de carbono*

La última fracción que se aplica permite determinar la cantidad de carbono liberado de la fracción de biomasa que se ha oxidado.

**TABLA 4-12  
ESTADÍSTICAS DE LAS SABANAS POR REGIÓN**

| Región                  | Fracción de la superficie total de sabanas quemada anualmente | Densidad de la biomasa aérea (t dm/ha) | Fracción de la biomasa quemada realmente | Fracción de la biomasa aérea que estaba viva |
|-------------------------|---|--|--|--|
| América tropical        | 0,50  | 6,6 ± 1,8                              |  |  |
| Asia tropical           | 0,50  | 4,9                                    |  |  |
| África tropical         | 0,75  | 6,6 ± 1,6                              |  |  |
| Zona del Sahel          | 0,05-0,15   | 0,5-2,5*                               | 0,95                                     | 0,20   |
| Zona del norte de Sudán | 0,25-0,50   | 2-4*                                   | 0,85                                     | 0,45   |
| Zona del sur de Sudán   | 0,25-0,50   | 3-6*                                   | 0,85                                     | 0,45   |
| Zona de Guinea          | 0,60-0,80   | 4-8*                                   | 0,90-1,0                                 | 0,55   |
| Australia               | 0,05-0,70   | 2,1-6                                  |  |  |

Los valores regionales por defecto corresponden a las densidades medias estacionales que deben utilizarse para los cálculos de las emisiones. Los valores marcados con un asterisco (\*) son los valores de densidad máxima al final de la estación, que representan valores por defecto apropiados para esas subregiones muy secas.

Nota: Éstas son zonas ecológicas que no corresponden exactamente a las zonas comprendidas dentro de fronteras políticas del mismo nombre. Por ejemplo, las zonas denominadas "norte" y "sur" de Sudán incluyen otros países además del Sudán y se extienden de Este a Oeste en el continente africano.

Para más información sobre las fuentes de esas cifras, puede consultarse el *Manual de Referencia para el inventario de los gases de efecto invernadero*.

**CATEGORÍAS DE SABANAS**

Varios usuarios del borrador de las *Directrices*, sobre todo en África, han propuesto que las sabanas deberían dividirse en sabanas leñosas y praderas, en la medida de lo posible. En el caso de las sabanas leñosas, las densidades de la biomasa aérea antes de la quema serían superiores y la fracción oxidada sería inferior, ya que gran parte de la biomasa leñosa en pie no sufre combustión. Otras categorías por región, momento de la quema, etc., podrían ser también útiles.

- 2 Para cada categoría de sabana, anotar en la columna B la Densidad de Biomasa de la Sabana (en toneladas de materia seca por hectárea). En la Tabla 4-12 se presenta información resumida por regiones que se puede utilizar como valores por defecto.
- 3 Multiplicar la Superficie Quemada por la Densidad de Biomasa de la Sabana para obtener el Total de la Biomasa Expuesta a la Quema (en gigagramos de materia seca, que es lo mismo que si se expresara en kilotoneladas de materia seca). Indicar el resultado en la columna C.
- 4 Anotar la Fracción de Biomasa Quemada Realmente en la columna D.  
Utilizar datos locales si estuvieran disponibles. Se puede utilizar una cifra general por defecto comprendida entre 0,80 y 0,85. En la Tabla 4-12 se incluyen algunos valores específicos para subregiones de África.
- 5 Multiplicar el Total de la Biomasa Expuesta a la Quema (columna C) por la Fracción de Biomasa Realmente Quemada (columna D) para obtener la Cantidad Realmente Quemada. Indicar los resultados en la columna E.

**PASO 2 ESTIMACIÓN DE LAS  
PROPORCIONES DE BIOMASA VIVA Y  
MUERTA**

- I Anotar en la columna F la Fracción de Biomasa Viva quemada.



En la Tabla 4-12 se presentan algunas cifras por defecto para subregiones concretas de África. En otras regiones, los usuarios deben proporcionar esos valores. Si no se cuenta con información, se puede realizar el cálculo utilizando “valores combinados” (véase el recuadro que aparece en el margen: Categorías de sabanas).

- 2 Multiplicar la Cantidad Realmente Quemada por la Fracción de la Biomasa Viva para obtener la Cantidad de Biomasa Viva Quemada (en gigagramos de materia seca). Indicar el resultado en la columna G.
- 3 Restar la Biomasa Viva Quemada de la Cantidad de Biomasa Realmente Quemada para obtener la Cantidad de Biomasa Muerta Quemada (en gigagramos de materia seca). Indicar el resultado en la columna H.

### PASO 3 ESTIMACIÓN DEL CARBONO TOTAL LIBERADO

- 1 Para cada categoría de sabana, anotar la Fracción Oxidada correspondiente a la biomasa *viva* y a la biomasa *muerta*. Anotar los resultados en las casillas correspondientes de la columna I. Las cifras por defecto se presentan en la Tabla 4-13.

|                 | Fracción oxidada | Fracción de carbono |
|-----------------|------------------|---------------------|
| Fracción viva   | 0,80             | 0,45                |
| Fracción muerta | 1,0              | 0,40                |
| Combinación     | 0,90             | 0,45                |

- 2 Para cada categoría de sabana, multiplicar la Biomasa Viva Quemada por la Fracción Oxidada de la biomasa viva. Asimismo, multiplicar la Biomasa Muerta Quemada por la Fracción Oxidada de la biomasa muerta. Anotar los resultados, en gigagramos de materia seca, en las casillas correspondientes de la columna J.
- 3 Para cada categoría de sabana, tanto viva como muerta, anotar la Fracción de Carbono (de materia seca) de la biomasa viva y de la biomasa muerta en la columna K. Las cifras por defecto aparecen en la Tabla 4-13.
- 4 Multiplicar el Total de la Biomasa Quemada por la Fracción de Carbono para cada categoría de sabana, tanto viva como muerta, para obtener el Total de Carbono Liberado. Indicar los resultados en la columna L en gigagramos de carbono.
- 5 Sumar los totales de la columna L e indicar el resultado en la casilla correspondiente al Total, en la parte inferior de la columna. Llevar el resultado a la columna L, al comienzo de la hoja 3 de la siguiente página.

#### VALORES COMBINADOS

A partir de este punto de la hoja de trabajo, cada categoría original se divide en dos partes (viva y muerta) y para cada una de ellas se realizan cálculos por separado. Cada fila de la hoja de trabajo se divide en las filas viva y muerta para las columnas de la I a la J. Si los usuarios no pueden informar sobre las fracciones viva y muerta, pueden realizar el cálculo por defecto utilizando los valores “combinados” de la Tabla 4-13.

**PASO 4 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DISTINTOS DEL CO<sub>2</sub> PROCEDENTES DE LA QUEMA DE SABANAS**

- 1 Indicar en la columna M la Relación de Nitrógeno-Carbono.  
Si localmente no se dispone de datos específicos para el tipo de biomasa, se deberá utilizar el valor por defecto correspondiente a las sabanas, que es de 0,006.
- 2 Multiplicar el Total del Carbono Liberado (columna L) por la Relación de Nitrógeno-Carbono para obtener el Contenido Total de Nitrógeno (en gigagramos de nitrógeno). Anotar el resultado en la casilla correspondiente de la columna N.
- 3 Para cada gas, es decir, metano (CH<sub>4</sub>), monóxido de carbono (CO), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), anotar la relación de emisión del gas en la columna O.

En la Tabla 4-14 se muestran las relaciones por defecto.

| <b>TABLA 4-14<br/>RELACIONES DE EMISIÓN Y RANGOS DE VALORES PARA LOS<br/>CÁLCULOS DE LA QUEMA DE SABANAS</b> |                   |                  |
|--|-------------------|------------------|
| Compuesto  | Valor por defecto | Rango de valores |
| CH <sub>4</sub>  | 0,004             | 0,002 - 0,006    |
| CO   | 0,06              | 0,04 - 0,08      |
| N <sub>2</sub> O   | 0,007             | 0,005 - 0,009    |
| NO <sub>x</sub>  | 0,121             | 0,094 - 0,148    |

Nota: Las relaciones de los compuestos de carbono son la masa del carbono liberado como CH<sub>4</sub> o CO (en unidades de C) con respecto a la masa total del carbono liberado durante la quema (en unidades de C); las correspondientes a los compuestos de nitrógeno se expresan en términos de la relación de la masa de compuestos de nitrógeno liberados con respecto a la masa total de nitrógeno liberado de los combustibles.

Para más información sobre las fuentes se puede consultar el *Manual de Referencia para el inventario de los gases de efecto invernadero*.

- 4 Multiplicar el Total de Carbono Liberado (columna L) (por lo que respecta al CH<sub>4</sub> y al CO), o el Contenido Total de Nitrógeno (columna N) (en cuanto al N<sub>2</sub>O y a los NO<sub>x</sub>) por las relaciones de emisión de la columna O para obtener el total de las emisiones correspondientes a cada gas. Anotar los resultados en la columna P.





## PASO 5 CONVERSIÓN DE LAS EMISIONES DE CARBONO Y NITRÓGENO EN EMISIONES DE METANO, MONÓXIDO DE CARBONO, ÓXIDO NITROSO Y ÓXIDOS DE NITRÓGENO

I Multiplicar las emisiones de cada gas expresado como C o N por la Relación de Conversión<sup>2</sup> correspondiente de la columna Q a fin de obtener las Emisiones procedentes de la Quema de Sabanas para cada gas emitido. Indicar los resultados en la columna R.

### 4.5 Quema en el campo de residuos agrícolas

#### 4.5.1 Introducción

Los sistemas agrícolas de todo el mundo producen grandes cantidades de desperdicios agrícolas. La quema de los residuos en los campos es una práctica agrícola común, sobre todo en los países en desarrollo. Se estima que el porcentaje de los residuos de las cosechas quemados en los campos podría alcanzar el 40% en los países en desarrollo, siendo inferior en los países desarrollados. Es importante observar que algunos residuos de los cultivos se retiran de los campos y se queman como fuente de energía, sobre todo en los países en desarrollo. Las emisiones de ese tipo de combustión se han calculado en el módulo correspondiente a la Energía en este *Libro de Trabajo*. Los usuarios deben velar por que la quema de residuos se asigne correctamente en esas dos categorías y que no se contabilice dos veces.

En este submódulo se abordan exclusivamente las emisiones de metano, monóxido de carbono, óxido nitroso y óxidos de nitrógeno procedentes de los residuos de las cosechas. En este *Libro de Trabajo*, la quema en los campos de los residuos de las cosechas no se considera fuente neta de dióxido de carbono, ya que se supone que el carbono liberado en la atmósfera se reabsorbe en la siguiente temporada de crecimiento. Sin embargo, la quema de residuos de las cosechas es una importante fuente neta de emisiones de metano, monóxido de carbono, óxido nitroso y óxidos de nitrógeno.

#### 4.5.2 Fuentes de los datos

En los Anuarios de Producción de la FAO (por ej., FAO, 1991) se recogen las estadísticas anuales de producción de cultivos (por países) para la mayoría de los cultivos cuyos residuos se queman. Los distintos países deberán suministrar información específica acerca de los cultivos de cada país, indicando las relaciones de los residuos respecto a la producción de cultivos,

<sup>2</sup> Las relaciones de los pesos moleculares indicadas para los gases emitidos son por respecto al peso del nitrógeno o el carbono en la molécula. La relación para el N<sub>2</sub>O es de 44/28 y la de los NO<sub>x</sub> es de 46/14. El NO<sub>2</sub> se ha empleado como molécula de referencia para los NO<sub>x</sub>.

la fracción quemada de los residuos, el contenido de materia seca de los residuos y el contenido de carbono y nitrógeno de los residuos, si disponen de ellos. En la Tabla 4-15 *Estadísticas seleccionadas de los residuos de los cultivos* se presentan los datos por defecto para los residuos de los cultivos.

| TABLA 4-15<br>ESTADÍSTICAS SELECCIONADAS DE LOS RESIDUOS DE LOS CULTIVOS |                          |                          |                     |                            |
|--|--------------------------|--------------------------|---------------------|----------------------------|
| Producto   | Relación residuo/cultivo | Fracción de materia seca | Fracción de carbono | Relación nitrógeno-carbono |
| Trigo  | 1,3                      | 0,78-0,88                | 0,4853              | 0,012                      |
| Cebada   | 1,2                      | 0,78-0,88                | 0,4567              |                            |
| Maíz   | 1                        | 0,30-0,50                | 0,4709              | 0,02                       |
| Avena  | 1,3                      |                          |                     |                            |
| Centeno  | 1,6                      |                          |                     |                            |
| Arroz  | 1,4                      | 0,78-0,88                | 0,4144              | 0,014                      |
| Mijo   | 1,4                      |                          |                     | 0,016                      |
| Sorgo  | 1,4                      |                          |                     | 0,02                       |
| Guisantes  | 1,5                      |                          |                     |                            |
| Frijoles   | 2,1                      |                          |                     |                            |
| Soja   | 2,1                      |                          |                     | 0,05                       |
| Papas  | 0,4                      | 0,30-0,60                | 0,4226              |                            |
| Remolacha  | 0,3                      | 0,10-0,20 <sup>a</sup>   | 0,4072 <sup>a</sup> |                            |
| Remolacha azucarera  | 0,2                      | 0,10-0,20 <sup>a</sup>   | 0,4072 <sup>a</sup> |                            |
| Alcachofas   | 0,8                      |                          |                     |                            |
| Cacahuetes   | 1                        |                          |                     |                            |

Nota: Las estadísticas de los cultivos presentadas en esta tabla no son completas. Para los valores no especificados se deben utilizar los correspondientes a cultivos similares.  
Para más información sobre las fuentes, puede consultarse el *Manual de Referencia para el inventario de los gases de efecto invernadero*.  
<sup>a</sup> Estas estadísticas corresponden a las hojas de la remolacha.

## Cómo llenar la Hoja de trabajo

### PASO I CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS

#### USO DE LA HOJA DE TRABAJO

- Copie la hoja de trabajo que aparece al final de esta sección para completar el inventario.
- No escriba en el original de la hoja de trabajo para que pueda hacer copias adicionales en caso necesario.

Utilice la HOJA DE TRABAJO 4-4 QUEMA EN EL CAMPO DE LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS para anotar los datos correspondientes a este módulo.

- 1 Especificar los cultivos importantes cuyos residuos son quemados en los campos, anotándolos como categorías en la hoja de trabajo.
- 2 Para cada tipo de cultivo, indicar en la columna A la Producción Anual en gigagramos del producto; esta cifra es idéntica a su expresión en kilotoneladas.



- 3 Anotar en la columna B la Relación Residuos-Cultivo para cada tipo de cultivo. Utilizar la Tabla 4-15 *supra* si no se dispone de estadísticas locales.
- 4 Multiplicar la Producción Anual de cada cultivo por la Relación de Residuos-Cultivo a fin de obtener la Cantidad de Residuos. Indicar el resultado en la columna C.

### **PASO 2 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS SECOS**

- 1 Anotar en la columna D la Fracción de Materia Seca para cada tipo de cultivo.  
En la Tabla 4-15 se presentan algunos valores por defecto para algunos tipos de cultivos.
- 2 Multiplicar la Cantidad de Residuos por la Fracción de Materia Seca para obtener la Cantidad de Residuos Secos en gigagramos de materia seca. Anotar el resultado en la columna E.

### **PASO 3 ESTIMACIÓN DEL TOTAL DE BIOMASA QUEMADA**

- 1 Anotar en la columna F la Fracción Quemada en los Campos para cada tipo de cultivo.  
Los valores deben reflejar la media de las prácticas en cada país. No se dispone de datos por defecto.
- 2 Anotar en la columna G la Fracción Oxidada correspondiente a cada tipo de cultivo (el valor por defecto es de 0,90).
- 3 Multiplicar la Cantidad de Residuos Secos por la Fracción Quemada en los Campos y por la Fracción de Biomasa Oxidada para obtener el Total de Biomasa Quemada (en gigagramos de materia seca). Indicar el resultado en la columna H.

### **PASO 4 CÁLCULO DEL CARBONO TOTAL LIBERADO**

- 1 Anotar en la columna I la Fracción de Carbono para cada residuo.  
En la Tabla 4-15 se incluyen los valores por defecto correspondientes a algunos tipos de cultivos. Si no se dispone de otra información, deberá emplearse el valor por defecto correspondiente a la biomasa viva, que es 0,5.
- 2 Multiplicar el Total de Biomasa Quemada por la Fracción de Carbono en cada tipo de residuo para obtener el Total de Carbono Liberado en gigagramos de carbono. Indicar los resultados en la columna J.
- 3 Sumar los totales para cada tipo de cultivo en la columna J y anotar el resultado en la casilla Total situada en la parte inferior de la misma.

**PASO 5 ESTIMACIÓN DEL TOTAL DE NITRÓGENO LIBERADO**

- Indicar en la columna K la Relación de Nitrógeno-Carbono para cada tipo de cultivo.

El valor por defecto general de esta relación para los cultivos oscila entre 0,01 y 0,02. En la Tabla 4-15 se incluyen algunos valores específicos para determinados cultivos.

- Multiplicar el Total del Carbono Liberado (columna J) por la Relación Nitrógeno-Carbono (columna K) para obtener el Total del Nitrógeno Liberado. Indicar el resultado en la columna L.
- Sumar el Total del Nitrógeno Liberado para cada tipo de cultivo y anotar el resultado en la casilla correspondiente al Total en la parte inferior de la columna L.

**PASO 6 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DISTINTOS DEL CO<sub>2</sub>**

- Anotar las Relaciones de Emisión en las casillas correspondientes de la columna M. En la Tabla 4-16 se presentan los valores por defecto y los rangos de valores de las tasas de emisión.

| Gas              | Relaciones  |                  |
|------------------|-------------|------------------|
|                  | Por defecto | Rango de valores |
| CH <sub>4</sub>  | 0,005       | 0,003-0,007      |
| CO               | 0,06        | 0,04-0,08        |
| N <sub>2</sub> O | 0,007       | 0,005-0,009      |
| NO <sub>x</sub>  | 0,121       | 0,094-0,148      |

Nota: Por lo que respecta a los compuestos de carbono, las relaciones son la masa del carbono liberado como CH<sub>4</sub> o CO (en unidades de C) respecto de la masa total del carbono liberado en la quema (en unidades de C). En cuanto a los compuestos de nitrógeno, éstos se expresan como las relaciones de la masa de compuestos de nitrógeno liberados con respecto a la masa total del nitrógeno liberado del combustible.

Para más información sobre las fuentes, se puede consultar el *Manual de Referencia para el inventario de los gases de efecto invernadero*.

- Multiplicar el Carbono Liberado (Total de la columna J) por las Relaciones de Emisión para el CH<sub>4</sub> o el CO (columna M) a fin de obtener las Emisiones de Carbono expresadas como metano y monóxido de carbono. Indicar los resultados en las casillas correspondientes de la columna N.
- Multiplicar el Nitrógeno Liberado (Total de la columna L) por las Relaciones de Emisión para el N<sub>2</sub>O y los NO<sub>x</sub> (columna M) a fin de obtener las Emisiones de Nitrógeno expresadas como óxido nitroso y



óxidos de nitrógeno. Anotar los resultados en las casillas correspondientes de la columna N.

- 4 Para cada gas, multiplicar por la Relación de Conversión<sup>3</sup> de la columna O a fin de obtener las Emisiones procedentes de la Quema de Residuos Agrícolas. Anotar los resultados, en gigagramos de cada gas, en las casillas correspondientes de la columna P.

## 4.6 Suelos agrícolas

### 4.6.1 Introducción

Se cuenta con información adecuada para calcular las emisiones de N<sub>2</sub>O procedentes de los sistemas agrícolas incluidas (1) las emisiones directas de N<sub>2</sub>O procedentes de los suelos agrícolas (incluidos los sistemas de producción en invernadero y excluyendo los efectos del pastoreo de los animales) (2) las emisiones directas de N<sub>2</sub>O procedentes de los suelos dedicados a la producción animal y (3) las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O procedentes del nitrógeno utilizado en la agricultura. Los cálculos pueden llevarse a cabo en 9 pasos en la HOJA DE TRABAJO 4-5.

### 4.6.2 Fuentes de los datos

Todos los datos sobre el aporte pueden tomarse de las bases de datos de la FAO.

Es necesario contar con la información siguiente:

- Total de fertilizante sintético utilizado en el país (N<sub>FERT</sub>, en kg N/año).
- Número de cabezas de ganado en el país para las siguientes categorías: ganado no lechero, ganado lechero, aves de corral, ovejas, cerdos y otros animales; N<sub>(T)</sub>.
- Legumbres secas y soya producidas en el país (Cultivo<sub>BF</sub>, en kg/año).
- Producción seca de otros cultivos del país (Cultivo<sub>0</sub>, kg/año).
- Superficie de los suelos orgánicos cultivados (Histosoles) en el país (F<sub>SO</sub>, ha).

### 4.6.3 Metodología

El total de emisiones de N<sub>2</sub>O–N en un país (kg N<sub>2</sub>O–N/año) se calcula así:

$$N_2O = N_2O_{DIRECTAS} + N_2O_{ANIMALES} + N_2O_{INDIRECTAS}$$

<sup>3</sup> Las relaciones de los pesos moleculares indicadas para los gases emitidos son por respecto al peso del nitrógeno o el carbono en la molécula. La relación para el N<sub>2</sub>O es de 44/28 y la de los NO<sub>x</sub> es de 46/14. El NO<sub>2</sub> se ha empleado como molécula de referencia para los NO<sub>x</sub>.

## Cómo llenar la Hoja de trabajo

Utilice la HOJA DE TRABAJO 4-5, SUELOS AGRÍCOLAS que aparece al final de este módulo para anotar los datos.

### ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LOS CAMPOS AGRÍCOLAS

#### PASO I CANTIDAD DEL APORTE DE N

##### 1 Cálculo del fertilizante sintético utilizado ( $F_{SN}$ )

Los cálculos de la HOJA DE TRABAJO requieren conocer el total de fertilizante sintético,  $F_{SN}$ , utilizado en el país excluyendo las emisiones de  $NH_3$  y  $NO_x$  ( $F_{SN}$ ). Para el cálculo se puede emplear la ecuación siguiente:

#### ECUACIÓN 1

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

en la cual:

$N_{FERT}$  = total de fertilizante sintético utilizado en el país (kg N/año);

$\text{Frac}_{GASF}$  = fracción del total de nitrógeno del fertilizante sintético que se emite como  $NO_x + NH_3$  (kg N/kg N) (véase la Tabla 4-17).

Anotar el  $F_{SN}$  en la columna A de la HOJA DE TRABAJO 4-5, hoja I.

##### 2 Cálculo del nitrógeno procedente del estiércol ( $F_E$ )

Es necesario conocer el número de cabezas de ganado en el país para las categorías siguientes: ganado no lechero, ganado lechero, aves de corral, ovejas, cerdos y otros animales,  $N_{(T)}$ .

Utilizando los factores para el nitrógeno excretado indicados en la Tabla 4-6, puede calcularse el nitrógeno total excretado por el ganado atendiendo al número de cabezas. En la Tabla 4-7 se indica el porcentaje del N en el estiércol utilizado como combustible ( $\text{Frac}_{COMB}$ ), y el correspondiente al pastoreo de animales (Praderas y Pastizales) ( $\text{Frac}_{PAST}$ ).

#### ECUACIÓN 2

$$F_E = (N_{ex} (1 - (\text{Frac}_{COMB} + \text{Frac}_{PAST} + \text{Frac}_{GASM})))$$

#### ECUACIÓN 3

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



#### ECUACIÓN 4

$$Nex_{(SME)} = \sum [N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times SME_{(T)}]$$

en la cual:

|               |   |  |
|---------------|---|--|
| $SME_{(T)}$   | = | fracción de $Nex_{(T)}$ que se produce con los diferentes sistemas de manejo del estiércol en el país (tomada de las Tablas 4-6 y 4-7);  |
| $F_E$         | = | nitrógeno del estiércol utilizado como fertilizante en el país, haciendo la corrección para las emisiones de $NH_3$ y $NO_x$ y excluyendo el estiércol producido durante el pastoreo (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); estimación para el país;  |
| $Frac_{GASM}$ | = | fracción del Total del Nitrógeno Excretado que se emite como $NO_x$ o $NH_3$ (kg N/kg N) (véase la Tabla 4-17);  |
| $N_{(T)}$     | = | número de animales por Tipo de animal en el país;  |
| $Nex$         | = | Nitrógeno Total excretado por los animales en el país (kg N/año);  |
| $Nex_{(T)}$   | = | nitrógeno excretado por Tipo de animal en el país (kg/año) (véase la Tabla 4-6);   |
| $Nex_{(SME)}$ | = | nitrógeno excretado por Sistema de Manejo del estiércol (kg/año).  |

#### HOJA DE TRABAJO 4-5A (Adicional) NITRÓGENO DEL ESTIÉRCOL UTILIZADO COMO FERTILIZANTE

Utilice la HOJA DE TRABAJO 4-5A (Adicional) para calcular el Nitrógeno del Estiércol Utilizado como Fertilizante, haciendo la corrección correspondiente a las emisiones de  $NH_3$  y  $NO_x$  y excluyendo el estiércol producido durante el pastoreo.

- 1 Anotar en la columna A el Total de Nitrógeno Excretado,  $Nex$ , para todos los Sistemas de Manejo del Estiércol que aparecen en la columna A, hoja 3 de la HOJA DE TRABAJO 4-1.
- 2 Indicar en la columna B la Fracción del Nitrógeno quemado como Combustible,  $Frac_{COMB}$ . En la Tabla 4-17 aparecen los valores por defecto.
- 3 Anotar en la columna C la Fracción de Nitrógeno Excretado durante el Pastoreo,  $Frac_{PAST}$ . Véase la Tabla I del Apéndice A, Praderas y Pastizales.

- 4 Indicar en la columna D la Fracción del Nitrógeno Excretado Emitido como  $\text{NO}_x$  y  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Frac}_{\text{GASM}}$ . Los valores por defecto se indican en la Tabla 4-17. Se debe señalar que las cifras del Apéndice A están expresadas en porcentaje. Dividir esos valores por 100 para obtener la Fracción del Nitrógeno Excretado durante el Pastoreo.
- 5 Sumar las columnas B, C y D y restar el total de la unidad. Anotar esa cifra en la columna E.
- 6 Multiplicar la columna A por la E, e indicar el producto en la columna F, correspondiente al Nitrógeno del Estiércol Utilizado (realizada la corrección para dar cuenta de las emisiones de  $\text{NH}_3$  y  $\text{NO}_x$  y excluyendo el estiércol producido durante el pastoreo),  $F_E$ .
- 7 Anotar la cifra de  $F_E$  en la columna A de la hoja I de la HOJA DE TRABAJO 4-5.

| <b>TABLA 4-17</b>   |   |  |
|---|---|--|
| <b>RESUMEN DE LOS VALORES POR DEFECTO PARA LOS PARÁMETROS</b>                         |   |  |
| $\text{Frac}_{\text{QUEM}}$   | = | 0,25 en los países en desarrollo; 0,10 o inferior en los países desarrollados (kg N/kg de N en el cultivo)     |
| $\text{Frac}_{\text{COMB}}$   | = | 0,0 kg N/kg del nitrógeno excretado <sup>a</sup>   |
| $\text{Frac}_{\text{GASF}}$   | = | 0,1 kg $\text{NH}_3\text{-N}$ + $\text{NO}_x\text{-N}$ /kg del nitrógeno en el fertilizante sintético aplicado |
| $\text{Frac}_{\text{GASM}}$   | = | 0,2 kg $\text{NH}_3\text{-N}$ + $\text{NO}_x\text{-N}$ /kg del nitrógeno excretado por el ganado               |
| $\text{Frac}_{\text{PAST}}$   | = | Véase la Tabla A-1, Apéndice A (Columna Praderas y Pastizales). <sup>a</sup>                                   |
| $\text{Frac}_{\text{LIX}}$  | = | 0,3 kg N/kg nitrógeno del fertilizante o el estiércol  |
| $\text{Frac}_{\text{NCRBF}}$  | = | 0,03 kg N/kg de biomasa seca   |
| $\text{Frac}_{\text{NCR0}}$   | = | 0,015 kg N/kg de biomasa seca  |
| $\text{Frac}_R$   | = | 0,45 kg N/kg de N en la cosecha  |
| <sup>a</sup> Se recomienda que los países obtengan datos específicos para los países. |   |  |

**3. Cálculo del aporte total de nitrógeno en cultivos fijadores del nitrógeno ( $F_{BN}$ )**

El aporte de nitrógeno de los cultivos fijadores del nitrógeno ( $F_{BN}$ , kg N/año) puede calcularse a partir de la producción de legumbres secas y soya en el país,  $\text{Cultivo}_{\text{BF}}$  (kg/año):

**ECUACIÓN 5**

$$F_{BN} = 2 \times \text{Cultivo}_{\text{BF}} \times \text{Frac}_{\text{NCRBF}}$$





en la cual:

- Cultivo<sub>BF</sub> = producción de legumbres secas + soya en el país (kg biomasa seca/año);
- Frac<sub>NCRBF</sub> = fracción del nitrógeno en cultivos fijadores del nitrógeno (kg N/kg de biomasa seca) (véase la Tabla 4-17). El factor 2 permite convertir las cifras de la FAO para la producción de cultivos a total de biomasa de los cultivos.

Anotar F<sub>BN</sub> en la columna A de la HOJA DE TRABAJO 4-5, hoja 1.

#### 4. Cálculo del aporte de nitrógeno procedente de los residuos de las cosechas (F<sub>RC</sub>)

Los datos necesarios para calcular el aporte de nitrógeno de los residuos de las cosechas (F<sub>RC</sub>) son los siguientes:

- Producción de legumbres secas y soya en el país, Cultivo<sub>BF</sub> (kg/año)
- Producción de otros cultivos en el país, Cultivo<sub>0</sub> (kg/año)

Esas cifras pueden tomarse de las bases de datos de la FAO.

Los residuos de las cosechas reintegrados a los suelos (F<sub>RC</sub>, en kg N/año) se calculan empleando la ecuación siguiente:

#### ECUACIÓN 6

$$F_{RC} = 2 \times [\text{Cultivo}_0 \times \text{Frac}_{NCR0} + \text{Cultivo}_{BF} \times \text{Frac}_{NCRBF}] \times (1 - \text{Frac}_R) \times (1 - \text{Frac}_{QUEM})$$

en la cual:

- Cultivo<sub>BF</sub> = producción de legumbres secas + soya en el país (kg biomasa seca/año);
- Cultivo<sub>0</sub> = producción de cultivos no fijadores del nitrógeno en el país (kg biomasa seca/año);
- Frac<sub>NCRBF</sub> = fracción del nitrógeno en cultivos fijadores del nitrógeno (kg N/kg de biomasa seca) (véase la Tabla 4-17);
- Frac<sub>NCR0</sub> = fracción del nitrógeno en cultivos no fijadores del nitrógeno (kg N/kg de biomasa seca) (véase la Tabla 4-17);
- Frac<sub>R</sub> = fracción de los residuos de las cosechas que se retira de los campos durante la cosecha (kg N/kg cosecha-N) (véase la Tabla 4-17);
- Frac<sub>QUEM</sub> = fracción de residuos de la cosecha que se quema en lugar de ser abandonados en los campos (véase la Tabla 4-17).

El factor 2 permite realizar la conversión de las cifras de producción de cultivos comestibles en las cifras totales de producción de biomasa de la cosecha.

## HOJA DE TRABAJO 4-5B (Adicional) APOORTE DE NITRÓGENO DE LOS RESIDUOS DE LAS COSECHAS

Utilice la HOJA DE TRABAJO 4-5B (Adicional) para calcular el aporte de nitrógeno correspondiente a los Residuos de las Cosechas.

- 1 Indicar en la columna A la Producción de cultivos no fijadores del nitrógeno,  $Cultivo_0$ , en el país. Si no se contara con los datos de producción tales como los correspondientes a la biomasa seca, multiplicar  $Cultivo_0$  por (1-0,15) para dar cuenta del contenido de humedad de la cosecha.
- 2 Anotar en la columna B la Fracción de Nitrógeno de los cultivos no fijadores del nitrógeno,  $Frac_{NCR0}$ . En la Tabla 4-17 se indican los valores por defecto.
- 3 Anotar en la columna C la Producción de Legumbres Secas y Soya,  $Cultivo_{BFN}$ . Si no se cuenta con los datos de producción tales como los correspondientes a la biomasa seca, multiplicar  $Cultivo_0$  por (1-0,15) para dar cuenta del contenido de humedad de la cosecha.
- 4 Anotar en la columna D la Fracción del Nitrógeno en los cultivos fijadores del nitrógeno,  $Frac_{NCRBF}$ . Los datos por defecto se presentan en la Tabla 4-17.
- 5 Restar de la unidad la Fracción de los Residuos de las Cosechas Retirados de los Campos,  $Frac_R$ , e indicar el resultado en la columna F. En la Tabla 4-17 se indican los valores por defecto.
- 6 Restar de la unidad la Fracción de Residuos de las Cosechas Quemados,  $Frac_{QUEM}$ , e indicar el resultado en la columna G. En la Tabla 4-17 se indican los valores por defecto.
- 7 Multiplicar la columna A por la B, y la columna C por la D. Sumar los productos, y multiplicar el resultado por las cifras de las columnas F y G. Multiplicar el resultado por 2, indicándolo en la columna H para obtener el aporte de nitrógeno de los residuos de las cosechas,  $F_{RC}$ .
- 8 Anotar la cifra del  $F_{RC}$  en la columna A de la HOJA DE TRABAJO 4-5, hoja I.

## PASO 2 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO EXCLUIDO EL CULTIVO DE LOS HISTOSOLES

- 1 Indicar en la columna B los Factores de Emisión para las Emisiones Directas. Para el factor de emisión  $FE_1$  utilice los valores por defecto presentados en la Tabla 4-18, o cifras más precisas si estuvieran disponibles localmente.
- 2 Multiplicar la Cantidad de aporte de N (columna A) por el Factor de Emisión para las Emisiones Directas (columna B) a fin de obtener las Emisiones Directas de  $N_2O$  procedentes de los Suelos. Multiplicar el resultado final por  $10^{-6}$  para expresarlo en gigagramos. Anotar los resultados en la columna C.



- 3 Sumar las Emisiones Directas de los Suelos y anotar el total en la parte inferior de la columna C.

### PASO 3 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DIRECTAS DE N<sub>2</sub>O PROCEDENTES DEL CULTIVO DE LOS HISTOSOLES

- 1 Indicar en la columna D la Superficie de los Suelos Orgánicos Cultivados, F<sub>so</sub>.
- 2 Anotar en la columna E el Factor de Emisión para las Emisiones Directas de los Suelos. Para el Factor de Emisión, FE<sub>2</sub> utilice los valores por defecto presentados en la Tabla 4-18, o emplee datos más precisos si estuvieran disponibles localmente.
- 3 Multiplicar la Superficie de los Suelos Orgánicos Cultivados (columna D) por el Factor de Emisión para las Emisiones Directas de los Suelos (columna E) para obtener el total de Emisiones Directas de los Histosoles. Multiplicar el resultado final por 10<sup>-6</sup> para expresarlo en gigagramos. Indicar el resultado en la columna F.

| <b>TABLA 4-18<br/>RESUMEN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO<br/>PARA LAS EMISIONES DE N<sub>2</sub>O EN LA AGRICULTURA</b> |   |
|---|---|
| FE <sub>1</sub>   | = 0,0125 (0,0025-0,0225) kg N <sub>2</sub> O-N/kg de aporte de nitrógeno                          |
| FE <sub>2</sub>   | = 5 templado y 10 tropical (2-15) (kg N/ha/año)   |
| FE <sub>3</sub>   | = véase la Tabla 4-8  |
| FE <sub>4</sub>   | = 0,01 (0,002-0,02) kg N <sub>2</sub> O-N por kg NH <sub>3</sub> -N y NO <sub>x</sub> -N emitidos |
| FE <sub>5</sub>   | = 0,025 (0,002-0,12) kg N <sub>2</sub> O-N por kg de lixiviación/escorrentía de nitrógeno         |
| FE <sub>6</sub>   | = 0,01 (0,002-0,12) kg N <sub>2</sub> O-N por kg de N en las aguas residuales producido           |

### PASO 4 ESTIMACIÓN DEL TOTAL DE EMISIONES DIRECTAS DE N<sub>2</sub>O

Las emisiones directas de N<sub>2</sub>O pueden calcularse empleando la ecuación siguiente:

#### ECUACIÓN 7

$$N_2O_{\text{DIRECTAS}} \text{ (kg N/año)} = [F_{\text{SN}} + F_{\text{E}} + F_{\text{RC}} + F_{\text{BN}}] \times FE_1 + F_{\text{SO}} \times FE_2$$

- 1 Sumar los dos totales de las columnas C y F y multiplicar el resultado por la relación de conversión 44/28 para obtener el Total de las Emisiones Directas de N<sub>2</sub>O. Indicar el resultado en la columna G.

**PASO 5 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE N<sub>2</sub>O DE LOS SUELOS PROCEDENTES DEL PASTOREO DE ANIMALES**

En este punto se indican solamente las emisiones procedentes de praderas y pastizales. Las emisiones de N<sub>2</sub>O correspondientes a otros Sistemas de Manejo del estiércol se consignan en el rubro Manejo del Estiércol (HOJA DE TRABAJO 4-1, hoja 2). Las emisiones de N<sub>2</sub>O procedentes del pastoreo de animales (N<sub>2</sub>O<sub>ANIMALES</sub> en kg N/año) pueden calcularse de la manera siguiente:

**ECUACIÓN 8**

$$N_2O_{ANIMALES} = N_2O_{(SME)} = \sum_{(T)} [ N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times SME_{(T)} \times FE_{3(SME)} ]$$

en la cual:

N<sub>2</sub>O<sub>ANIMALES</sub> = Emisiones de N<sub>2</sub>O correspondientes a la producción pecuaria en un país (kg N/año);

N<sub>2</sub>O<sub>(SME)</sub> = Emisiones de N<sub>2</sub>O procedentes de los Sistemas de Manejo del Estiércol en el país (kg N/año);  
 = [N<sub>(T=1)</sub> × Nex<sub>(T=1)</sub> × SME<sub>(T=1)</sub> × FE<sub>3(SME)</sub>] + ... + [N<sub>(T=TMAX)</sub> × Nex<sub>(T=TMAX)</sub> × SME<sub>(T=TMAX)</sub> × FE<sub>3(SME)</sub>];

N<sub>(T)</sub> = número de animales de tipo T en el país;

Nex<sub>(T)</sub> = N excreción de los animales de tipo T en el país (kg N/animal /año); (véase la Tabla 4-6);

SME<sub>(T)</sub> = fracción de Nex<sub>(T)</sub> que se maneja en uno de los varios sistemas de manejo del estiércol para los animales de tipo T en el país; (véase la Tabla 4-7);

FE<sub>3(SME)</sub> = Factor de emisión de N<sub>2</sub>O para un SME (kg N<sub>2</sub>O-N/kg de Nex en SME); (véase la Tabla 4-8);

T = tipo de categoría de animal;

T<sub>MAX</sub> = tipos máximos de animales para los que se establece una distinción en el país.

- 1 Anotar en la columna A el valor del Nitrógeno Excretado, Nex<sub>(SME)</sub>, correspondiente a Praderas y Pastizales (de la HOJA DE TRABAJO 4-1 Adicional).
- 2 Anotar en la columna B el Factor de Emisión para los Sistemas de Manejo del Estiércol. Utilizar los valores por defecto para los Factores de Emisión, FE<sub>3</sub>, indicados en la Tabla 4-18 o cifras más precisas si estuvieran disponibles localmente.
- 3 Multiplicar Nex<sub>(SME)</sub> (columna A) por el Factor de Emisión (columna B) y a continuación por la relación de conversión 44/28 a fin de obtener las Emisiones de Óxido Nitroso procedentes del Pastoreo de Animales. Multiplicar el resultado final por 10<sup>-6</sup> para expresarlo en gigagramos. Indicar el resultado en la columna C.



### **PASO 6 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES INDIRECTAS PROCEDENTES DE LA DEPOSICIÓN ATMOSFÉRICA DE $\text{NH}_3$ Y $\text{NO}_x$**

- 1 Indicar en la columna A la cantidad total de N en el Fertilizante Sintético Aplicado a los Suelos,  $N_{(\text{FERT})}$ .
- 2 Anotar en la columna B la Fracción del N en el Fertilizante Sintético Aplicado que se Volatiliza ( $\text{Frac}_{\text{GASF}}$ ). Utilizar los valores por defecto presentados en la Tabla 4-17 o cifras locales más precisas si se dispusiera de ellas.
- 3 Multiplicar la Cantidad Total de Fertilizante Sintético Aplicado en el país (columna A) por la Fracción del N en el Fertilizante Sintético Aplicado que se Volatiliza (columna B) a fin de obtener la Cantidad Total de Fertilizante Sintético Aplicado a los Suelos que se Volatiliza. Indicar el resultado en la columna C.
- 4 Anotar la Excreción Total de N por el Ganado ( $N_{\text{ex}}$ ) calculada empleando la ecuación 3 en la columna D.
- 5 Anotar en la columna E la Fracción del Total de N Excretado en el Estiércol que se Volatiliza ( $\text{Frac}_{\text{GASM}}$ ). Utilizar los valores por defecto presentados en la Tabla 4-17, o cifras locales más precisas si se dispusiera de ellas.
- 6 Multiplicar el Total de N Excretado por el Ganado, ( $N_{\text{ex}}$ ), (columna D) por la Fracción del Total de N Excretado en el Estiércol que se Volatiliza,  $\text{Frac}_{\text{GASM}}$ , (columna E). Indicar el resultado en la columna F.
- 7 Indicar en la columna G el Factor de Emisión,  $\text{FE}_4$ . Utilizar los valores por defecto presentados en la Tabla 4-18, o cifras locales más precisas si se dispusiere de ellas.
- 8 Sumar las columnas C y F y seguidamente multiplicar por el Factor de Emisión,  $\text{FE}_4$ , (columna G) a fin de obtener las Emisiones de Óxido Nitroso. Multiplicar el resultado final por  $10^{-6}$  para expresarlo en gigagramos. Indicar el resultado en la columna H.

### **PASO 7 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES INDIRECTAS PROCEDENTES DE LA LIXIVIACIÓN**

- 1 Anotar en la columna I la cantidad total de Fertilizante Sintético Utilizado en el país  $N_{(\text{FERT})}$ .
- 2 Indicar en la columna J el total de N Excretado por el Ganado ( $N_{\text{ex}}$ ), calculado con la Ecuación 3.
- 3 Anotar en la columna K la Fracción de N Lixiviado,  $\text{Frac}_{\text{LIX}}$ . Utilice los

valores por defecto presentados en la Tabla 4-17 o cifras locales más precisas si se dispusiere de ellas.

- 4 Indicar en la columna L el Factor de Emisión,  $FE_5$ . Utilice los valores por defecto presentados en la Tabla 4-18 o cifras locales más precisas si se dispusiere de ellas.
- 5 Sumar la cantidad total de Fertilizante Sintético Utilizado en el país  $N_{(FERT)}$  (columna I) a  $N_{ex}$  (columna J). Multiplicar el resultado por  $Frac_{LIX}$  (columna K) y a continuación por  $FE_5$  (columna L) a fin de obtener las Emisiones Indirectas de Óxido Nitroso procedentes de la Lixiviación. Multiplicar el resultado final por  $10^{-6}$  para expresarlo en gigagramos. Indicar el resultado en la columna M.

## PASO 8 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES INDIRECTAS

Las emisiones indirectas de  $N_2O$  (kg/año) pueden calcularse en la HOJA DE TRABAJO 4-5, Hojas 1 (deposición atmosférica), y 2 (lixiviación y escorrentía) empleando la ecuación siguiente:

### ECUACIÓN 9

$$N_2O_{INDIRECTAS} = N_2O_{(G)} + N_2O_{(L)}$$

en la cual:

$$N_2O_{(G)} = (N_{FERT} \times Frac_{GASF} + Nex \times Frac_{GASM}) \times FE_4;$$

$$N_2O_{(L)} = (N_{FERT} + Nex) \times Frac_{LIX} \times FE_5.$$

en la cual:

$Frac_{LIX}$  = fracción del aporte de nitrógeno en los suelos que se pierde debido a la lixiviación y la escorrentía (kg N/kg de nitrógeno aplicado); (véase la Tabla 4-19);

$N_2O_{INDIRECTAS}$  = emisiones indirectas de  $N_2O$  del país (kg N/año);

$N_2O_{(G)}$  = Emisiones de  $N_2O$  del país debidas a la deposición atmosférica de  $NH_3$  y  $NO_x$  (kg N/año);

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

- I Sumar los dos totales en las columnas H y M y seguidamente multiplicar por la relación de conversión 44/28 para obtener el Total de Emisiones Indirectas de Óxido Nitroso. Indicar el resultado en la columna N.

## PASO 9 TOTAL DE EMISIONES DE $N_2O$ PROCEDENTES DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS

El Total de Emisiones de Óxido Nitroso procedentes de los suelos agrícolas puede calcularse sumando las emisiones directas (HOJA DE TRABAJO 4-5, hoja 2, paso 4), las emisiones correspondientes al estiércol (HOJA DE TRABAJO 4-5, hoja 3, paso 5) y las emisiones indirectas (HOJA DE TRABAJO 4-5, hoja 5, paso



8). En consecuencia

El total de las emisiones de  $N_2O-N$  de un país (kg  $N_2O-N/año$ ) puede calcularse con la ecuación siguiente:

**ECUACIÓN 10**

$$N_2O = N_2O_{DIRECTAS} + N_2O_{ANIMALES} + N_2O_{INDIRECTAS}$$

I Sumar los totales en la columna G (HOJA DE TRABAJO 4-5, hoja 2, paso 4), la columna C (HOJA DE TRABAJO 4-5, hoja 3, paso 5) y la columna N (HOJA DE TRABAJO 4-5, hoja 5, paso 8) a fin de obtener el Total de Emisiones de Óxido Nitroso procedentes de los suelos agrícolas. Indicar el resultado en la columna O.

| <b>TABLA 4-19</b>  |  |
|--|--|
| <b>VALORES POR DEFECTO DE LOS PARÁMETROS PARA LAS EMISIONES INDIRECTAS</b> |  |
| Frac <sub>NPR</sub>  | 0,16 kg N/kg de proteína                             |
| Frac <sub>LIX</sub>  | 0,3 (0,1-0,8) kg N/kg de fertilizante o de estiércol |







## Apéndice A

### Datos empleados para el cálculo de las emisiones de óxido nitroso procedentes de los suelos agrícolas

En este apéndice se presentan los datos utilizados para calcular la excreción de N en el estiércol y los factores de emisión de  $N_2O$  presentados en la Tabla A-I.





TABLA A-I

**CÁLCULO DE LA EXCRECIÓN DE N EN EL ESTIÉRCOL Y FACTORES DE EMISIÓN DE N<sub>2</sub>O PARA VARIOS SISTEMAS DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL EN DIFERENTES REGIONES DEL MUNDO. SE DEBERÁN INFORMAR EN EL RUBRO MANEJO DEL ESTIÉRCOL, EXCEPTO EN EL CASO DEL ABONADO DIARIO, PRADERAS Y PASTIZALES (EMISIONES DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS) Y EMISIONES DESPUÉS DE SU USO COMO COMBUSTIBLE (ENERGÍA)**

| Región             | Tipo de animal     | Número de animales<br>(x1 0 <sup>6</sup> ) | Nitrógeno excretado<br>kg N/<br>animal/año | Factor de emisión para los SME FE <sub>3</sub> (% de N excretado en el estiércol que se pierde como N <sub>2</sub> O) |  |                                      |  |   |   |                                      | Total N excretado<br>(Tg N) |
|--------------------|--------------------|--|--|---|--|--------------------------------------|--|---|---|--------------------------------------|-----------------------------|
|                    |                    |  |  | Lagunas anaeróbicas<br>(FE <sub>3</sub> )   | Sistemas de tipo líquido<br>(FE <sub>3</sub> ) | Abonado diario<br>(FE <sub>3</sub> ) | Almacenamiento sólido y parcelas secas<br>(FE <sub>3</sub> ) | Praderas y pastizales<br>(FE <sub>3</sub> ) | Combustible utilizado<br>(FE <sub>3</sub> ) | Otros sistemas<br>(FE <sub>3</sub> ) |                             |
| América del Norte  | Ganado no lechero  | 99.199                                     | 70   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 6,9                         |
|                    | Ganado lechero     | 16.521                                     | 100  | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 1,7                         |
|                    | Aves de corral (E) | 1486.266                                   | 0,6  | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 0,9                         |
|                    | Ovejas             | 11.336                                     | 16   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 0,2                         |
|                    | Cerdos             | 66.146                                     | 20   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 1,3                         |
|                    | Otros animales (F) | 6.067                                      | 25   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 0,2                         |
|                    | Europa Occidental  | Ganado no lechero                          | 56.618                                     | 70  | 0,1  | 0,1                                  | 0,0  | 2,0   | 2,0   | 0,0                                  | 0,5                         |
| Ganado lechero     |                    | 31.099                                     | 100  | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 3,1                         |
| Aves de corral (E) |                    | 880.000                                    | 0,6  | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 0,5                         |
| Ovejas             |                    | 93.856                                     | 20   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 1,9                         |
| Cerdos             |                    | 114.959                                    | 20   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 2,3                         |
| Otros animales (F) |                    | 31.578                                     | 25   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 0,8                         |
| Europa Oriental    | Ganado no lechero  | 101.447                                    | 50   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 5,1                         |
|                    | Ganado lechero     | 56.800                                     | 70   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 4,0                         |
|                    | Aves de corral (E) | 1667.000                                   | 0,6  | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 1,0                         |
|                    | Ovejas             | 188.159                                    | 16   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 3,0                         |
|                    | Cerdos             | 152.757                                    | 20   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 3,1                         |
|                    | Otros animales (F) | 21.558                                     | 25   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 0,5                         |

**TABLA A-1 (CONTINUACIÓN)**  
**CÁLCULO DE LA EXCRECIÓN DE N EN EL ESTIÉRCOL Y LOS FACTORES DE EMISIÓN DE N<sub>2</sub>O PARA DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL EN DIFERENTES REGIONES DEL MUNDO.**  
**DEBERÁN INFORMARSE EN EL RUBRO MANEJO DEL ESTIÉRCOL, EXCEPTO EN EL CASO DEL ABONADO DIARIO, PRADERAS Y PASTIZALES (EMISIONES PROCEDENTES DE LOS SUELOS**  
**AGRÍCOLAS) Y LAS EMISIONES DESPUÉS DE SU UTILIZACIÓN COMO COMBUSTIBLE (ENERGÍA)**

| Región         | Tipo de animal     | Número de animales<br>(x 10 <sup>6</sup> ) | Nitrógeno excretado<br>kg N/<br>animal/año | Factor de emisión para los SME FE <sub>3</sub> (% de N excretado en el estiércol que se pierde como N <sub>2</sub> O) |  |                                      |  |   |   |                                      | Total N excretado<br>(Tg N) |
|----------------|--------------------|--|--|---|--|--------------------------------------|--|---|---|--------------------------------------|-----------------------------|
|                |                    |  |  | Lagunas anaeróbicas<br>(FE <sub>3</sub> )   | Sistemas de tipo líquido<br>(FE <sub>3</sub> ) | Abonado diario<br>(FE <sub>3</sub> ) | Almacenamiento sólido y parcelas secas<br>(FE <sub>3</sub> ) | Praderas y pastizales<br>(FE <sub>3</sub> ) | Combustible utilizado<br>(FE <sub>3</sub> ) | Otros sistemas<br>(FE <sub>3</sub> ) |                             |
| Oceanía        | Ganado no lechero  | 27.610                                     | 60   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 1,7                         |
|                | Ganado lechero     | 4.441                                      | 80   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 0,4                         |
|                | Aves de corral (E) | 71.000                                     | 0,6  | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 0,0                         |
|                | Ovejas             | 228.982                                    | 20   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 4,6                         |
|                | Cerdos             | 5.003                                      | 16   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 0,1                         |
|                | Otros animales (F) | 2.579                                      | 25   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 0,1                         |
| América Latina | Ganado no lechero  | 272.871                                    | 40   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 10,9                        |
|                | Ganado lechero     | 37.560                                     | 70   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 2,6                         |
|                | Aves de corral (E) | 1259.000                                   | 0,6  | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 0,8                         |
|                | Ovejas             | 117.312                                    | 12   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 1,4                         |
|                | Cerdos             | 78.150                                     | 16   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 1,3                         |
|                | Otros animales (F) | 71.699                                     | 40   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 2,9                         |
| África         | Ganado no lechero  | 133.198                                    | 40   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 5,3                         |
|                | Ganado lechero     | 18.734                                     | 60   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 1,1                         |
|                | Aves de corral (E) | 646.000                                    | 0,6  | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 0,4                         |
|                | Ovejas             | 179.171                                    | 12   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 2,2                         |
|                | Cerdos             | 12.445                                     | 16   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 0,2                         |
|                | Otros animales (F) | 162.194                                    | 40   | 0,1   | 0,1  | 0,0                                  | 2,0  | 2,0   | 0,0   | 0,5                                  | 6,5                         |



TABLA A-1 (CONTINUACIÓN)

**CÁLCULO DE LA EXCRECIÓN DE N EN EL ESTIÉRCOL Y LOS FACTORES DE EMISIÓN DE N<sub>2</sub>O PARA DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL EN DIFERENTES REGIONES DEL MUNDO. DEBERÁN REFLEJARSE EN EL RUBRO MANEJO DEL ESTIÉRCOL, EXCEPTO EN EL CASO DEL ABONADO DIARIO, PRADERAS Y PASTIZALES (EMISIONES DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS) Y LAS EMISIONES DESPUÉS DE LA UTILIZACIÓN COMO COMBUSTIBLE (ENERGÍA)**

| Región                         | Tipo de animal     | Número de animales (x 10 <sup>6</sup> ) | Nitrógeno excretado (kg N/ animal/año) | Factor de emisión para los SME FE <sub>3</sub> (% del N excretado en el estiércol que se pierde como N <sub>2</sub> O) |   |                                   |   |  |  |                                   | Total N excretado (Tg N) |
|--------------------------------|--------------------|---|--|--|---|-----------------------------------|---|--|--|-----------------------------------|--------------------------|
|                                |                    |   |  | Lagunas anaeróbicas (FE <sub>3</sub> )   | Sistemas de tipo líquido (FE <sub>3</sub> ) | Abonado diario (FE <sub>3</sub> ) | Almacenamiento sólido y parcelas secas (FE <sub>3</sub> ) | Praderas y pastizales (FE <sub>3</sub> ) | Combustible utilizado (FE <sub>3</sub> ) | Otros sistemas (FE <sub>3</sub> ) |                          |
| Cercano Oriente y Mediterráneo | Ganado no lechero  | 44.562                                  | 50                                     | 0,1  | 0,1   | 0,0                               | 2,0   | 2,0                                      | 0,0                                      | 0,5                               | 2,2                      |
|                                | Ganado lechero     | 17.174                                  | 70                                     | 0,1  | 0,1   | 0,0                               | 2,0   | 2,0                                      | 0,0                                      | 0,5                               | 1,2                      |
|                                | Aves de corral (E) | 656.000                                 | 0,6                                    | 0,1  | 0,1   | 0,0                               | 2,0   | 2,0                                      | 0,0                                      | 0,5                               | 0,4                      |
|                                | Ovejas             | 187.502                                 | 12                                     | 0,1  | 0,1   | 0,0                               | 2,0   | 2,0                                      | 0,0                                      | 0,5                               | 2,3                      |
|                                | Cerdos             | 0,174                                   | 16                                     | 0,1  | 0,1   | 0,0                               | 2,0   | 2,0                                      | 0,0                                      | 0,5                               | 0,0                      |
|                                | Otros animales (F) | 81.962                                  | 40                                     | 0,1  | 0,1   | 0,0                               | 2,0   | 2,0                                      | 0,0                                      | 0,5                               | 3,3                      |
| Asia y Extremo Oriente         | Ganado no lechero  | 440,398                                 | 40                                     | 0,1  | 0,1   | 0,0                               | 2,0   | 2,0                                      | 0,0                                      | 0,5                               | 17,6                     |
|                                | Ganado lechero     | 45.240                                  | 60                                     | 0,1  | 0,1   | 0,0                               | 2,0   | 2,0                                      | 0,0                                      | 0,5                               | 2,7                      |
|                                | Aves de corral (E) | 3949.000                                | 0,6                                    | 0,1  | 0,1   | 0,0                               | 2,0   | 2,0                                      | 0,0                                      | 0,5                               | 2,4                      |
|                                | Ovejas             | 202.442                                 | 12                                     | 0,1  | 0,1   | 0,0                               | 2,0   | 2,0                                      | 0,0                                      | 0,5                               | 2,4                      |
|                                | Cerdos             | 403.231                                 | 16                                     | 0,1  | 0,1   | 0,0                               | 2,0   | 2,0                                      | 0,0                                      | 0,5                               | 6,5                      |
|                                | Otros animales (F) | 293.700                                 | 40                                     | 0,1  | 0,1   | 0,0                               | 2,0   | 2,0                                      | 0,0                                      | 0,5                               | 11,7                     |
| Total Mundial                  |                    |   |  |  |   |                                   |   |  |  |                                   | 135,3                    |

(D) Incluye búfalos  
(E) Incluye pollos, pavos y patos  
(F) Incluye cabras, caballos, mulas, asnos y camellos





|                   |  |   |   |  |  |  |
|-------------------|--|---|---|--|--|--|
| MÓDULO            | AGRICULTURA  |   |   |  |  |  |
| SUBMÓDULO         | EMISIONES DE METANO Y DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA DEL GANADO DOMÉSTICO Y DEL MANEJO DEL ESTIÉRCOL |   |   |  |  |  |
| HOJA DE TRABAJO   | 4-I  |   |   |  |  |  |
| HOJA              | I 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<br>Número de animales<br><br>(en miles)  | B<br>Factores de emisión para la fermentación entérica<br>(kg/cabeza/año) | C<br>Emisiones procedentes de la fermentación entérica<br><br>(t/año) | D<br>Factores de emisión para el manejo del estiércol<br>(kg/cabeza/año) | E<br>Emisiones procedentes del manejo del estiércol<br>(t/año) | F<br>Total anual de las emisiones procedentes del ganado doméstico<br><br>(Gg) |
|                   |  |   | $C = (A \times B)$  |  | $E = (A \times D)$   | $F = (C + E) / 1000$   |
| Ganado lechero    |  |   |   |  |  |  |
| Ganado no lechero |  |   |   |  |  |  |
| Búfalos           |  |   |   |  |  |  |
| Ovejas            |  |   |   |  |  |  |
| Cabras            |  |   |   |  |  |  |
| Camellos          |  |   |   |  |  |  |
| Caballos          |  |   |   |  |  |  |
| Mulas y asnos     |  |   |   |  |  |  |
| Cerdos            |  |   |   |  |  |  |
| Aves de corral    |  |   |   |  |  |  |
| Totales           |  |   |   |  |  |  |

# AGRICULTURA

| MÓDULO             | AGRICULTURA   |  |   |   |
|--------------------|---|--|---|---|
| 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 |   |  |   |   |
| HOJA               | NITRÓGENO EXCRETADO POR SISTEMA DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL   |  |   |   |
|                    |   |  |   |   |
| Tipo de ganado     | A<br>Número de animales<br><br>(# de animales)  | B<br>Nitrógeno excretado, Nex<br><br>(kg/cabeza/año) | C<br>Fracción del nitrógeno del estiércol por SME (%/100)<br>(fracción) | D<br>Nitrógeno excretado por SME, Nex<br><br>(kg/N/año) |
|                    |   |  |   | $D = (A \times B \times C)$                             |
| Ganado no lechero  |   |  |   |   |
| Ganado lechero     |   |  |   |   |
| Aves de corral     |   |  |   |   |
| Ovejas             |   |  |   |   |
| Cerdos             |   |  |   |   |
| Otros              |   |  |   |   |
| TOTAL              |   |  |   |   |





| MÓDULO                                 | AGRICULTURA   |   |   |
|--|---|---|---|
| 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                                   | 2 DE 2 EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA PRODUCCIÓN PECUARIA EMISIONES PROCEDENTES DE LOS SISTEMAS DE MANEJO DEL ESTIÉRCOL (SME) |   |   |
| <b>PASO 4</b>                          |   |   |   |
| Sistema de Manejo del Estiércol (SME)  | A<br>Nitrógeno excretado<br>$N_{ex(SME)}$<br>(kg N/año)   | B<br>Factor de emisión para el SME<br>$FE_3$<br>(kg $N_2O-N$ /kg N) | C<br>Total anual de las emisiones de $N_2O$<br>(Gg) |
|  |   |   | $C = (A \times B)[44/28] \times 10^{-6}$            |
| Lagunas anaeróbicas                    |   |   |   |
| Sistemas de tipo líquido               |   |   |   |
| Abonado diario                         |   |   |   |
| Almacenamiento sólido y parcelas secas |   |   |   |
| Praderas y pastizales                  |   |   |   |
| Otros                                  |   |   |   |
| Totales                                |   |   |   |

# AGRICULTURA

| MÓDULO                      |                                | AGRICULTURA   |  |   |  |   |
|-----------------------------|--------------------------------|---|--|---|--|---|
| SUBMÓDULO                   |                                | EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LOS ARROZALES ANEGADOS             |  |   |  |   |
| HOJA DE TRABAJO             |                                | 4-2   |  |   |  |   |
| HOJA                        |                                | I DE I  |  |   |  |   |
| Régimen de gestión del agua |                                | A<br>Superficie cultivada<br><br>(m <sup>2</sup> x 10 <sup>-9</sup> ) | B<br>Factor de escala para las emisiones de metano | C<br>Factor de corrección para el fertilizante orgánico | D<br>Factor de emisión integrado para tomar en cuenta las variaciones estacionales para el arroz anegado continuamente sin fertilizantes orgánicos (g/m <sup>2</sup> ) | E<br>Emisiones de CH <sub>4</sub><br><br>(Gg) |
|                             |                                |   |  |   |  | E = (A x B x C x D)                           |
| De regadío                  | Anegados continuamente         |   |  |   |  |   |
|                             | Anegados intermitentemente     | Aeración sencilla   |  |   |  |   |
|                             |                                | Aeración múltiple   |  |   |  |   |
| De seco                     | Anegadizos                     |   |  |   |  |   |
|                             | Expuestas a la sequía          |   |  |   |  |   |
| Aguas profundas             | Profundidad del agua 50-100 cm |   |  |   |  |   |
|                             | Profundidad del agua > 100 cm  |   |  |   |  |   |
| Totales                     |                                |   |  |   |  |   |



| MÓDULO  |  | AGRICULTURA                               |                            |   |                                     |  |  |
|---|--|---|----------------------------|---|-------------------------------------|--|--|
| SUBMÓDULO   |  | QUEMA PRESCRITA DE SABANAS                |                            |   |                                     |  |  |
| HOJA DE TRABAJO                                       |  | 4-3                                       |                            |   |                                     |  |  |
| HOJA  |  | I 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 dm/ha) | Biomasa total expuesta a la quema (Gg dm) | Fracción realmente quemada | Cantidad de biomasa realmente quemada (Gg dm) | Fracción de la biomasa viva quemada | Cantidad de biomasa viva quemada (Gg dm) | Cantidad de biomasa muerta quemada (Gg dm) |
|   |  | $C = (A \times B)$                        |                            | $E = (C \times D)$                            |                                     | $G = (E \times F)$                       | $H = (E - G)$                              |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |
|   |  |   |                            |   |                                     |  |  |

|   |  |  |                                       |
|---|--|--|---------------------------------------|
| MÓDULO  | AGRICULTURA  |  |                                       |
| SUBMÓDULO   | QUEMA PRESCRITA DE SABANAS                             |  |                                       |
| HOJA DE TRABAJO                                   | 4-3  |  |                                       |
| HOJA  | 2 DE 3   |  |                                       |
| <b>PASO 3</b>                                     |  |  |                                       |
| I<br>Fracción oxidada de la biomasa viva y muerta | J<br>Biomasa total oxidada (Gg dm)                     | K<br>Fracción de carbono de la biomasa viva y muerta | L<br>Total de carbono liberado (Gg C) |
|   | <i>Viva: J = (G x I)</i><br><i>Muerta: J = (H x I)</i> |  | $L = (J \times K)$                    |
| Viva  |  |  |                                       |
| Muerta  |  |  |                                       |
| Viva  |  |  |                                       |
| Muerta  |  |  |                                       |
| Viva  |  |  |                                       |
| Muerta  |  |  |                                       |
| Viva  |  |  |                                       |
| Muerta  |  |  |                                       |
| Viva  |  |  |                                       |
| Muerta  |  |  |                                       |
| Viva  |  |  |                                       |
| Muerta  |  |  |                                       |
| Viva  |  |  |                                       |
| Muerta  |  |  |                                       |
| Total   |  |  |                                       |



| MÓDULO                            |                               | AGRICULTURA                         |                     |                         |                        |   |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|---|
| 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 (Gg C) | Relación de nitrógeno-carbono | Contenido total de nitrógeno (Gg N) | Relación de emisión | Emisiones (Gg C o Gg N) | Relación de conversión | Emisiones procedentes de la quema de sabanas (Gg) |
|                                   |                               | $N = (L \times M)$                  |                     | $P = (L \times O)$      |                        | $R = (P \times Q)$                                |
|                                   |                               |                                     |                     |                         | 16/12                  | $CH_4$  |
|                                   |                               |                                     |                     |                         | 28/12                  | $CO$  |
|                                   |                               |                                     |                     | $P = (N \times O)$      |                        | $R = (P \times Q)$                                |
|                                   |                               |                                     |                     |                         | 44/28                  | $N_2O$  |
|                                   |                               |                                     |                     |                         | 46/14                  | $NO_x$  |

# AGRICULTURA

| MÓDULO   |  |                                       | AGRICULTURA  |                                     |  |   |                          |   |
|--|--|---------------------------------------|--|-------------------------------------|--|---|--------------------------|---|
| SUBMÓDULO  |  |                                       | QUEMA EN EL CAMPO DE LOS RESIDUOS AGRÍCOLAS        |                                     |  |   |                          |   |
| HOJA DE TRABAJO  |  |                                       | 4-4  |                                     |  |   |                          |   |
| HOJA   |  |                                       | 1 DE 3   |                                     |  |   |                          |   |
| Cultivos<br>(especificar<br>cultivos de<br>importancia<br>local) | PASO 1   |                                       |  | PASO 2                              |  | PASO 3                                    |                          |   |
|  | A<br>Producción<br>anual<br>(Gg de<br>cultivo) | B<br>Relación<br>residuos-<br>cultivo | C<br>Cantidad de<br>residuos<br>(Gg de<br>biomasa) | D<br>Fracción de<br>materia<br>seca | E<br>Cantidad de<br>residuos<br>secos<br>(Gg dm) | F<br>Fracción<br>quemada<br>en los campos | G<br>Fracción<br>oxidada | H<br>Total de biomasa<br>quemada<br>(Gg dm) |
|  |  |                                       | C = (A x B)  |                                     | E = (C x D)                                      |   |                          | H = (E x F x G)                             |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
|  |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |
| Total:   |  |                                       |  |                                     |  |   |                          |   |



| MÓDULO          |                                   | AGRICULTURA                                 |                            |                                     |
|-----------------|-----------------------------------|---|----------------------------|-------------------------------------|
| SUBMÓDULO       |                                   | QUEMA EN EL CAMPO DE LOS RESIDUOS 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 (Gg C)           | Relación nitrógeno-carbono | Total del nitrógeno liberado (Gg N) |
|                 |                                   | $J = (H \times I)$                          |                            | $L = (J \times K)$                  |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 |                                   |   |                            |                                     |
|                 | Total:                            |   |                            |                                     |

|                  |                       |   |                        |  |
|------------------|-----------------------|---|------------------------|--|
| MÓDULO           |                       | AGRICULTURA                             |                        |  |
| SUBMÓDULO        |                       | QUEMA EN EL CAMPO DE RESIDUOS AGRÍCOLAS |                        |  |
| HOJA DE TRABAJO  |                       | 4-4                                     |                        |  |
| HOJA             |                       | 3 DE 3                                  |                        |  |
| <b>PASO 6</b>    |                       |   |                        |  |
|                  | M                     | N                                       | O                      | P  |
|                  | Relaciones de emisión | Emisiones (Gg C o Gg N)                 | Relación de conversión | Emisiones procedentes de la quema en los campos de los residuos agrícolas (Gg) |
|                  |                       | $N = (J \times M)$                      |                        | $P = (N \times O)$   |
| CH <sub>4</sub>  |                       |   | 16/12                  |  |
| CO               |                       |   | 28/12                  |  |
|                  |                       | $N = (L \times M)$                      |                        | $P = (N \times O)$   |
| N <sub>2</sub> O |                       |   | 44/28                  |  |
| NO <sub>x</sub>  |                       |   | 46/14                  |  |





|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| MÓDULO  | AGRICULTURA   |   |   |
| SUBMÓDULO                                     | SUELOS AGRÍCOLAS  |   |   |
| HOJA DE TRABAJO                               | 4-5   |   |   |
| HOJA  | I 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<br>Cantidad de aporte de N<br>(kg N/año)  | B<br>Factor de emisión para las emisiones directas<br>$FE_1$<br>(kg $N_2O-N$ /kg N) | C<br>Emisiones directas de los suelos<br>(Gg $N_2O-N$ /año) |
|   |   |   | $C = (A \times B) \times 10^{-6}$                           |
| Fertilizante sintético ( $F_{SN}$ )           |   |   |   |
| Estiércol ( $F_E$ )                           |   |   |   |
| Cultivos fijadores del nitrógeno ( $F_{BN}$ ) |   |   |   |
| Residuos de las cosechas ( $F_{RC}$ )         |   |   |   |
| Total   |   |   |   |

# AGRICULTURA

|                               |   |  |   |                       |   |
|-------------------------------|---|--|---|-----------------------|---|
| MÓDULO                        |   | AGRICULTURA  |   |                       |   |
| SUBMÓDULO                     |   | SUELOS AGRÍCOLAS                                     |   |                       |   |
| HOJA DE TRABAJO               |   | 4-5A (ADICIONAL)                                     |   |                       |   |
| HOJA                          |   | I DE I UTILIZACIÓN DEL NITRÓGENO DEL ESTIÉRCOL       |   |                       |   |
| <b>A</b>                      | <b>B</b>  | <b>C</b>   | <b>D</b>  | <b>E</b>              | <b>F</b>  |
| Total del nitrógeno excretado | Fracción del nitrógeno quemado como combustible | Fracción del nitrógeno excretado durante el pastoreo | Fracción del nitrógeno excretado emitido como NO <sub>x</sub> y NH <sub>3</sub> | Suma                  | Nitrógeno del estiércol utilizado (después de la corrección para las emisiones de NO <sub>x</sub> y NH <sub>3</sub> ), F <sub>e</sub> |
| (kg N/año)                    | (fracción)                                      | (fracción)   | (fracción)  | (fracción)            | (kg N/año)  |
|                               |   |  |   | $F = I - (B + C + D)$ | $F = (A \times E)$  |
|                               |   |  |   |                       |   |
|                               |   |  |   |                       |   |
|                               |   |  |   |                       |   |

|   |   |  |  |   |   |  |
|---|---|--|--|---|---|--|
| MÓDULO  |   | AGRICULTURA  |  |   |   |  |
| SUBMÓDULO   |   | SUELOS AGRÍCOLAS   |  |   |   |  |
| HOJA DE TRABAJO                                   |   | 4-5B (ADICIONAL)   |  |   |   |  |
| HOJA  |   | I DE I APORTE DE NITRÓGENO DE LOS RESIDUOS DE LAS COSECHAS |  |   |   |  |
| <b>A</b>  | <b>B</b>  | <b>C</b>   | <b>D</b>   | <b>E</b>  | <b>F</b>  | <b>G</b>   |
| Producción de cultivos no fijadores del nitrógeno | Fracción de nitrógeno de cultivos no fijadores del nitrógeno, | Producción de legumbres secas y soya                       | Fracción del nitrógeno en cultivos fijadores del nitrógeno | Unidad menos la fracción de los residuos de las cosechas retirados de los campos, | Unidad menos la fracción de 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)                                     | (fracción)  | (fracción)  | (kg N/año)   |
|   |   |  |  |   |   | $G = 2 \times (A \times B + C \times D) \times E \times F$ |
|   |   |  |  |   |   |  |
|   |   |  |  |   |   |  |
|   |   |  |  |   |   |  |



|                 |  |   |   |
|-----------------|--|---|---|
| MÓDULO          | AGRICULTURA  |   |   |
| 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<br>Superficie de los suelos orgánicos cultivados<br>$F_{SO}$<br>(ha)               | E<br>Factor de emisión para las emisiones directas de los suelos<br>$FE_2$<br>(kg $N_2O-N$ /ha/año) | F<br>Emisiones directas procedentes de los histosoles<br>(Gg $N_2O-N$ /año) |
|                 |  |   | G<br>Total de emisiones directas de $N_2O$<br>(Gg)                          |
|                 |  |   | $F = (D \times E) \times 10^{-6}$   |
|                 |  |   | $G = (C + F) [44/28]$   |
| Subtotal        |  |   |   |

|                                       |  |  |   |
|---------------------------------------|--|--|---|
| MÓDULO                                | AGRICULTURA  |  |   |
| 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<br>Nitrógeno excretado<br>$N_{ex(SME)}$<br>(kg N/año)  | B<br>Factor de emisión para los SME<br>$FE_3$<br>(kg $N_2O-N$ /kg N) | C<br>Emisiones de $N_2O$ procedentes del pastoreo de animales<br>(Gg) |
|                                       |  |  | $C = (A \times B) [44/28] \times 10^{-6}$                             |
| Praderas y pastizales                 |  |  |   |

|                    |  |   |  |   |   |  |  |  |
|--------------------|--|---|--|---|---|--|--|--|
| MÓDULO             | AGRICULTURA  |   |  |   |   |  |  |  |
| SUBMÓDULO          | SUELOS AGRÍCOLAS   |   |  |   |   |  |  |  |
| HOJA DE TRABAJO    | 4-5  |   |  |   |   |  |  |  |
| HOJA               | 4 DE 5 EMISIONES INDIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DE LA DEPOSICIÓN ATMOSFÉRICA DE NH <sub>3</sub> Y NO <sub>x</sub> |   |  |   |   |  |  |  |
|                    | <b>PASO 6</b>  |   |  |   |   |  |  |  |
| Tipo de deposición | A<br>N en el fertilizante sintético aplicado a los suelos, N <sub>FERT</sub><br>(kg N/año)                                 | B<br>Fracción del N en el fertilizante sintético aplicado que se volatiliza<br>Frac <sub>GASFS</sub><br>(kg N/kg N) | C<br>Cantidad del N en el fertilizante sintético aplicado que se volatiliza<br>(kg N/kg N) | D<br>Total de N excretado por el ganado N <sub>EX</sub><br>(kg N/año) | E<br>Fracción del total de N en el estiércol excretado que se volatiliza<br>Frac <sub>GASM</sub><br>(kg N/kg N) | F<br>Total de N excretado por el ganado que se volatiliza<br>(kg N/kg N) | G<br>Factor de emisión FE <sub>4</sub><br>(kg N <sub>2</sub> O–N/kg N) | H<br>Emisiones de óxido nitroso<br>(Gg N <sub>2</sub> O–N/año) |
|                    |  |   | C = (A x B)  |   |   | F = (D x E)  |  | H = (C + F) x G x 10 <sup>-6</sup>                             |
| Total              |  |   |  |   |   |  |  |  |



|                 |  |   |  |                                     |   |   |   |
|-----------------|--|---|--|-------------------------------------|---|---|---|
| MÓDULO          | AGRICULTURA  |   |  |                                     |   |   |   |
| 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<br>Fertilizante sintético<br>utilizado $N_{FERT}$<br><br>(kg N/año)      | J<br>Excreción de N<br>del ganado $NEX$<br><br>(kg N/año) | K<br>Fracción de N<br>lixiviado<br>$Frac_{LIX}$<br><br>(kg N/kg N) | L<br>Factor de<br>emisión<br>$FE_5$ | M<br>Emisiones de óxido<br>nitroso procedentes de<br>la lixiviación<br><br>(Gg $N_2O-N/año$ ) | N<br>Total de emisiones<br>indirectas de óxido<br>nitroso<br><br>(Gg $N_2O/año$ ) | O<br>Total de emisiones de<br>óxido nitroso<br><br>(Gg)   |
|                 |  |   |  |                                     | $M = (I + J) \times K \times L \times 10^{-6}$  | $N = (H + M)[44/28]$  | $O = (G + C + N)$<br>(G de la HOJA DE TRABAJO 4 -<br>5, hoja 2, Paso 4; C de la<br>HOJA DE TRABAJO 4-5, hoja 3,<br>Paso 5; N de la HOJA DE<br>TRABAJO 4-5, hoja 5, Paso 8). |
| Total           |  |   |  |                                     |   |   |   |