INFOCARBONO

RAGEI | 2014

Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del **sector Agricultura 2014**

Categorías:

FERMENTACIÓN ENTÉRICA, MANEJO DE ESTIÉRCOL, CULTIVOS DE ARROZ, SUELOS AGRÍCOLAS, QUEMA DE SABANAS (PASTOS) Y QUEMA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS

Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Agricultura del año 2014
Categorías: Fermentación entérica, Manejo de estiércol, Cultivos de arroz, Suelos Agrícolas, Quema de sabanas (pastos) y quema de residuos agrícolas

Preparado por:

Ministerio de Agricultura y Riego
Viceministerio de Desarrollo e Infraestructura Agraria y Riego
Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios

Lima, 2017

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO 1
1. INTRODUCCIÓN 3
2. METODOLOGÍA Y RESULTADOS SECTORIALES 4
2.1 Mejoras metodológicas implementadas y acciones pendientes 4
2.2 Metodología de cálculo aplicada 6
2.3 Análisis de Incertidumbre 7
2.4 Garantía de la calidad/control de calidad 14
2.5 Proceso de elaboración del RAGEI 15
2.5.1 Procedimientos y arreglos utilizados para recolectar la información de los niveles de actividad y los factores de emisión 15
2.5.2 Procedimientos y arreglos utilizados para archivar la data recibida y procesada para el RAGEI 16
2.5.3 Esfuerzos para hacer de la elaboración del RAGEI un proceso continuo 16
3. RESULTADO SECTORIAL: 18
3.1 Emisiones sectoriales del año 2014 18
3.2 Descripción de la situación sectorial 19
3.3 Análisis de los resultados 20
3.4 Coherencia de la serie temporal 21
4. RESULTADOS POR CATEGORÍA 23
4.1 Fermentación Entérica 23
4.1.1 Elección del método 23
4.1.2 Descripción del nivel de actividad 24
4.1.3 Factores de emisión y conversión 27
4.1.4 Análisis de Incertidumbre 30
4.1.5 Garantía de la calidad/control de calidad 32
4.1.6 Análisis de resultados de la categoría 32
4.1.7 Siguientes pasos 33
4.2 Manejo de Estiércol 33
4.2.1 Emisiones de Metano procedentes del Manejo de Estiércol 33
4.2.2 Emisiones de N_2O procedentes del Manejo de estiércol 41
4.3 Cultivo de Arroz 47
4.3.1 Elección del método 47
4.3.2 Descripción del nivel de actividad 49
4.3.3 Factores de emisión y conversión 51

4.3.4 Análisis de incertidumbre 52
4.3.5 Garantía de la calidad/control de calidad 54
4.3.6 Análisis de resultado de la categoría 54
4.3.7 Siguientes pasos 55
4.4 Suelos Agrícolas 55
4.4.1 Emisiones directas de N_2O procedentes de Suelos Agrícolas 55
4.4.2 Emisiones indirectas de N_2O procedentes de Suelos Agrícolas 65
4.4.3 Quema de Sabana 71
4.4.4 Quema en el campo de Residuos agrícolas 79
RECOMENDACIONES 90
ANEXOS: 91

TABLAS

Tabla 1. Acciones de mejora implementadas por recomendaciones del ICA en el RAGEI - 2014 4
Tabla 2. Acciones de mejora en el RAGEI – 2014 implementadas por el Sector en base a la revisión de la Guía 4
Tabla 3. Acciones de mejora planificadas para futuros RAGEI 5
Tabla 4. Metodologías y nivel metodológico aplicado a las categorías del Sector Agricultura 6
Tabla 5. Categoría de emisiones del Sector Agricultura y las Emisiones Estimadas 7
Tabla 6. Valores de Incertidumbre proveniente del dictamen de expertos 9
Tabla 7. Valores de incertidumbre para los factores de emisión por defecto 10
Tabla 8. Incertidumbre asociada a las emisiones del sector 12
Tabla 9. Procedimientos generales de control de calidad 14
Tabla 10. Rol de las entidades involucradas en la elaboración del RAGEI 17
Tabla 11. Reporte Sectorial para Agricultura 18
Tabla 12. Emisiones de GEI del Sector Agricultura por categoría y año. 20
Tabla 13. Serie temporal de emisiones originales y actualizadas: 2000, 2005, 2010, 2012 .. 21
Tabla 14 . Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de CH_4 provenientes de la fermentación entérica 24
Tabla 15. Población de animales vivos por región, 2014 25
Tabla 16. Población pecuaria Otras especies (proyectado en base a Censos 1994 y 2012) .. 26
Tabla 17: Población anual del ganado según tipo - 2014 26
Tabla 18 . Variables para determinar factores de emisión de la Fermentación Entérica 27
Tabla 19. Producción diaria de leche por región 28
Tabla 20. Factor de emisión de metano procedente de la fermentación entérica del ganado (kg Ch_4/cabeza/año) 29
Tabla 21. Factores de conversión y valores constantes usados para determinar factores de emisión de la fermentación entérica 29
Tabla 22. Incertidumbre de las emisiones de metano de la categoría Fermentación entérica 31
Tabla 23. Procedimientos de control de calidad para las Emisiones provenientes de la Fermentación entérica 32
Tabla 24. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones provenientes de los Sistemas de Manejo de estiércol 35
Tabla 25. Población de ganado según tipo, región administrativa y región climática (continúa) 36
Tabla 26. Población de ganado según tipo, región administrativa y región climática (continúa) 36
Tabla 27. Factores de emisión procedentes del Manejo del Estiércol 37
Tabla 28. Factores de emisión por Manejo de Estiércol 38
Tabla 29. Incertidumbre de las emisiones de metano de los SME 39

Tabla 30. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de Metano provenientes del Manejo de estiércol 40
Tabla 31. Factores de emisión de N_2O procedentes del Manejo del Estiércol 42
Tabla 32. Tasas de excreción de nitrógeno 43
Tabla 33. Porcentaje de participación de Sistema de Manejo de Estiércol por tipo de ganado 44
Tabla 34. Factores de emisión por defecto del N_2O procedente del manejo del estiércol 44
Tabla 35. Incertidumbre de las emisiones de N2O procedente de los SME 45
Tabla 36. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de óxido nitroso provenientes del Manejo de estiércol 46
Tabla 37. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de CH_4 provenientes del Cultivo de Arroz 49
Tabla 38. Superficie cosechada mensual de arroz por región - 2014 50
Tabla 39. Régimen de gestión del agua para el Cultivo de Arroz 50
Tabla 40. Variables para determinar factores de emisión del cultivo de Arroz 51
Tabla 41. Factores de emisión de Cultivo de Arroz 51
Tabla 42. Incertidumbre de las emisiones de metano provenientes del cultivo de arroz 53
Tabla 43. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de Metano provenientes del Cultivo de arroz 54
Tabla 44. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones directas de N_2O 58
Tabla 45. Importación de principales fertilizantes químicos y contenido de N por tipo de fertilizante 59
Tabla 46. Producción total de Cultivos fijadores de N - año 2014 60
Tabla 47. Producción de principales Cultivos por región- año 2014 60
Tabla 48. Factores de emisión de N_2O procedentes de los Suelos Agrícolas 61
Tabla 49. Factores de emisión para Suelos Agrícolas 62
Tabla 50. Incertidumbre de las emisiones directas de N_2O provenientes de los Suelos Agrícolas 63
Tabla 51. Procedimientos de control de calidad para las emisiones directas provenientes de los Suelos Agrícolas 64
Tabla 52. Datos necesarios para estimar las emisiones indirectas de N_2O 67
Tabla 53. Datos necesarios para estimar las emisiones indirectas de N_2O 67
Tabla 54. Factores de emisión por defecto para la estimación de las emisiones indirectas de N_2O procedentes del N usado en la agricultura 68
Tabla 55. Incertidumbre de las emisiones indirectas de N_2O provenientes de los Suelos Agrícolas 69
Tabla 56. Procedimientos de control de calidad para las emisiones indirectas provenientes de los Suelos Agrícolas 70
Tabla 57. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de CH_4 provenientes de la Quema de Sabana 74
Tabla 58. Superficies agropecuarias por departamento 75
Tabla 59. Densidad de la biomasa de sabana por departamento 75
Tabla 60. Factores de emisión procedentes de la quema de sabanas 76
Tabla 61. Fracciones de emisiones para Quema de Sabanas 76

Tabla 62. Incertidumbre de las emisiones de CH_4 y N_2O provenientes de la quema de sabanas 77
Tabla 63. Procedimientos de control de calidad para las emisiones por la Quema de sabanas 78
Tabla 64. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones provenientes de la Quema de Residuos Agrícolas 82
Tabla 65. Producción anual de cultivos (que generan residuos) 2014 83
Tabla 66. Estadísticas seleccionadas de los Residuos de los cultivos 84
Tabla 67. Estadísticas seleccionadas de los Residuos de los cultivos (continúa) 85
Tabla 68. Factores de emisión para la quema en el campo de residuos agrícolas 86
Tabla 69. Factores de emisión en Quema de Residuos Agrícolas 86
Tabla 70. Incertidumbre de las emisiones de CH_4 y N_2O provenientes de la quema de residuos agrícolas 88
Tabla 71. Procedimientos de control de calidad para las emisiones indirectas provenientes de los Suelos Agrícolas 89

FIGURAS

Figura 1. Emisiones de GEI del Sector Agricultura, 2014 2
Figura 2. Estructura de arreglos institucionales para elaboración del RAGEI 2014 16
Figura 3. Emisiones 2014 en $GgCO_2eq$ de las categorías del Sector Agricultura..... 19
Figura 4. Tendencia de las Emisiones totales de GEI del Sector Agricultura ($GgCo_2eq$) 20
Figura 5. Comparación de las actualizaciones de la serie temporal 22
Figura 6. Árbol de decisión para Fermentación Entérica 23
Figura 7. Emisiones de Gases de efecto invernadero de la Categoría fermentación entérica 32
Figura 8. Árbol de decisión para determinar las emisiones de metano debido al manejo de Estiércol 34
Figura 9. Emisiones de Metano de la Categoría fermentación entérica 40
Figura 10. Árbol de decisión para determinar las emisiones de óxido nitroso debido al manejo de estiércol 41
Figura 11. Emisiones de N_2O de los Sistemas de Manejo de Estiércol..... 46
Figura 12. Árbol de decisión para determinar las emisiones en cultivos de arroz 47
Figura 13. Emisiones de Metano de la Categoría Cultivos de arroz..... 54
Figura 14. Árbol de decisiones aplicable a las emisiones directas de N_2O procedentes de los Suelos Agrícolas..... 56
Figura 15. Distribución de las fuentes directas de emisión de N_2O en Suelos Agrícolas 65
Figura 16. Árbol de decisión para estimar emisiones indirectas de N_2O en Suelos Agrícolas66
Figura 17. Emisiones indirectas de N_2O para el periodo de análisis 70
Figura 18. Árbol de decisión para quema de sabanas..... 72
Figura 19. Emisiones de gases de efecto invernadero en Quema de Sabanas ($GgCO_2eq$) 78
Figura 20. Árbol de decisión para quema de residuos Agrícolas 80
Figura 21. Emisiones de gases de efecto invernadero de la Quema en el campo de Residuos Agrícolas ($GgCO_2eq$) 89

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

GEI	: Gases de Efecto Invernadero
FE	: Factor de Emisión
SME	: Sistema de Manejo de Estiércol
IPCC	: *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Panel intergubernamental de expertos sobre cambio climático)
INGEI	: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
RAGEI	: Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero
GL1996	: Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero – Versión Revisada en 1996
OBP2000	: Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
CO_2	: Dióxido de carbono
CH_4	: Metano
N_2O	: Óxido Nitroso
CO_2e	: Dióxido de carbono equivalente
t	: Toneladas
L	: Litros
Dm	: Dry matter (materia seca)
ha	: Hectárea
N	: Nitrógeno
m^2	: Metros cuadrados
MJ	: Megajoules
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
°C	: Grados centígrados
C	: Carbono
NE	: No estimado
IE	: Incluido en otro lugar
C	: Información confidencial
NA	: No aplicable
NO	: No ocurre
PNCBMCC	: Programa Nacional de Conservación de. Bosques para la Mitigación del Cambio Climático
AFOLU	: *Agriculture, Forestry and Other Land Use* (Agricultura, Silvicultura y otros Uso de la Tierra)
SIEA	: Sistema Integrado de Estadística Agraria.
BUR	: Biennial Update Report (Informe Bienal de Actualización)

RESUMEN EJECUTIVO

El presente Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero (RAGEI) contiene la estimación de Gases de Efecto Invernadero del Sector Agricultura para el año 2014 y las actualizaciones de los INGEI 2000, 2005, 2010 y 2012. Se elaboró siguiendo las orientaciones de la Guía N° 7: Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - Sector Agricultura. Categorías: Fermentación Entérica, Manejo de Estiércol, Cultivos de Arroz, Suelos Agrícolas, Quema de Sabanas (pastos) y Quema de Residuos Agrícolas (Resolución Ministerial N° 168-2016-MINAM).

Las orientaciones metodológicas que emplea esta Guía se basan en las Directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC)[1] para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero - Versión revisada en 1996 (GL1996) y la Orientación del IPCC sobre las Buenas Prácticas y la Gestión de la Incertidumbre en los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (OBP2000).

El MINAGRI ha conformado el Grupo de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INFOCARBONO) para la recopilación, procesamiento y elaboración del RAGEI. La principal fuente de información para elaborar el RAGEI proviene del Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias (SIEA) del MINAGRI y del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

El RAGEI 2014 ha incorporado mejoras en las siguientes sub categorías:

- En Fermentación Entérica se utilizó un nuevo valor del peso promedio del ganado, basado en la información oficial que provee la Dirección General de Negocios Pecuarios (DGNP, ahora Dirección General de Ganadería DGGA), anteriormente esta información se colocaba en base a juicio de experto;
- En Manejo de Estiércol se han mejorado los porcentajes de participación del ganado vacuno y aves por sistema de manejo de estiércol; en base a revisión bibliográfica sobre el mercado ganadero y avícola reportado por la Revista de Doctorado de la facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), anteriormente esta información se colocaba en base a juicio de experto; para los casos donde no existía información bibliográfica se conservó el valor utilizado en anteriores inventarios.
- En Suelos Agrícolas se han incluido y excluido cultivos en base a su porcentaje de participación en la producción nacional;
- En Quema de Residuos Agrícolas, se han incluido cultivos perennes cuyos residuos se queman en campo.

La información para el cálculo de emisiones de las fuentes de Cultivos de Arroz y Quema de Sabanas permanece sin modificación.

Los resultados para el sector Agricultura, en el año 2014, fueron 26,233.20 $GgCO_2eq$. La principal fuente de emisión fue Suelos Agrícolas con 13,479.04 $GgCO_2eq$ que representó el 51.38% del total, seguida por Fermentación Entérica con 9,316.90 $GgCO_2eq$, equivalente al 35.52%. Estas dos categorías representaron alrededor de 86.90% de las emisiones totales del sector Agricultura. Las demás categorías como: Manejo de Estiércol (5.32%), Cultivos de Arroz (4.32%), Quema de Residuos Agrícolas (2.07%) y Quema de Sabanas (1.39%) representan un total de 13.10% de las emisiones de GEI en el sector (Figura 1).

[1] http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html

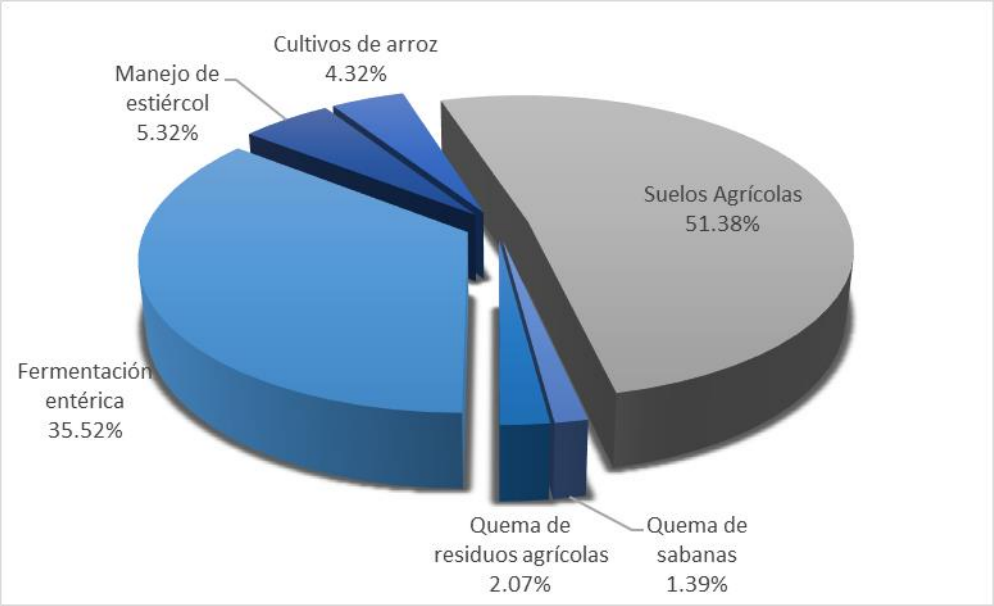


Figura 1. Emisiones de GEI del Sector Agricultura, 2014

Fuente: DGAAA – MINAGRI

Analizando los resultados de los INGEI 2000, 2005, 2010, 2012 y RAGEI 2014, se puede observar un incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector agricultura en 13.88%, sobre las emisiones del año 2000.

El RAGEI es una herramienta que permite priorizar acciones de mitigación basada en información estadística del sector, todo proceso de elaboración de RAGEI parte de un análisis de categorías principales por cuanto permite priorizar y planificar acciones a ser implementadas.

1. INTRODUCCIÓN

El Perú en cumplimiento del compromiso internacional asumido con la suscripción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), se ha comprometido a implementar acciones y programas específicos de mitigación del cambio climático; además, elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar, a la Conferencia de las Partes de la CMNUCC, los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) antropogénicas por fuentes y de absorción por los sumideros de todos los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal; utilizando metodologías comparables que han sido acordadas por la Conferencia de las Partes. Existen directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

El Ministerio del Ambiente (MINAM) reportó los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero de sector Agricultura correspondiente a los años 2000, 2005, 2010 y 2012. El año 2014, de acuerdo al Decreto Supremo N° 013-2014-MINAM, donde se aprueba las disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INFOCARBONO), se definen las entidades competentes para la elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero (RAGEI), en este caso el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) es responsable de reportar las emisiones de GEI correspondientes al sector Agricultura, para ello cuenta con la Guía N° 7: Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - Sector Agricultura. Categorías: Fermentación Entérica, Manejo de Estiércol, Cultivos de Arroz, Suelos Agrícolas, Quema de Sabanas (pastos) y Quema de Residuos Agrícolas aprobada mediante Resolución Ministerial N° 168-2016-MINAM.

Para tal fin el MINAGRI, conformó un equipo de profesionales integrado por las diferentes direcciones del sector y sus órganos adscritos, contando además con la asistencia técnica del Ministerio del Ambiente.

2. METODOLOGÍA Y RESULTADOS SECTORIALES

2.1 Mejoras metodológicas implementadas y acciones pendientes

Se han desarrollado mejoras en las hojas de cálculo, debido a las recomendaciones sugeridas por *International Consultation and Analysis* (ICA) para el Primer Informe Bienal de Actualización, las cuales se encuentran en la tabla N° 1. Adicionalmente, se han incorporado mejoras en base a la revisión de las especificaciones de la GL1996 y la OBP2000 las cuales se encuentran en la tabla N° 2.

Tabla 1. Acciones de mejora implementadas por recomendaciones del ICA en el RAGEI - 2014

N°	Descripción de la acción de mejora	Categoría involucrada	Impacto en la estimación de tCO_2e de la serie temporal u otros atributos del RAGEI
1	Se utiliza las tablas de los informes sectoriales anexadas a las Directrices del IPCC, versión revisada en 1996.	todas	Alinear los reportes nacionales con la GL1996
2	Se provee una serie temporal consistente entre los años 2000 a 2014.	todas	Facilitar el análisis de la serie temporal y la justificación de la coherencia metodológica.
3	Revisión de las metodologías utilizadas para estimar las emisiones antropogénicas por las fuentes de emisión.	todas	Facilitar el entendimiento de los cálculos desarrollados mejorando la transparencia.
4	Se detallan y explican las fuentes de los factores de emisión y de los datos de actividad.	todas	Mayor transparencia de la información y los cálculos presentados.
5	Se describen los procedimientos y arreglos utilizados para recolectar y archivar la data para el RAGEI.	todos	Facilitar la trazabilidad de la información por ende la transparencia.

Fuente: DGAAA – MINAGRI

Tabla 2. Acciones de mejora en el RAGEI – 2014 implementadas por el Sector en base a la revisión de la Guía

N°	Descripción de la acción de mejora	Categoría involucrada	Impacto en la estimación de tCO_2e de la serie temporal u otros atributos del RAGEI
1	Se ha actualizado los pesos de ganado vacuno basados en información oficial reportada en el SIEA.	Fermentación Entérica	Mayor exactitud en el cálculo del factor de emisión por la Fermentación entérica
2	Se actualizó el porcentaje de participación por Sistema de Manejo de Estiércol (SME).	Manejo de estiércol	Mejor exactitud en el cálculo de las emisiones de Óxido Nitroso provenientes del manejo de estiércol
3	Se incluyó/excluyó cultivos de acuerdo a su participación en la producción nacional y la visión del país de desarrollar medidas de mitigación a futuro.	Suelos Agrícolas	Mayor exhaustividad de los datos de actividad para el cálculo de emisiones provenientes de los aportes de Nitrógeno (N) derivados de la fijación de nitrógeno.
4	Se incluyeron los cultivos con mayor probabilidad de generar residuos que se queman en el campo	Quema en el campo de residuos agrícolas	Mayor exhaustividad de los datos de actividad para calcular las emisiones procedentes de la Quema de Residuos Agrícolas.
5	Se separó los cultivos en transitorios y permanentes	Quema en el campo de residuos agrícolas	Mayor exactitud de la fracción que se quema en el campo.

Fuente: DGAAA – MINAGRI

A raíz de la revisión de las especificaciones de la GL1996 y la OBP2000, surgieron también mejoras que no han sido posible incorporarlas para este RAGEI, pero que se planean incorporar para próximas versiones, la tabla N° 3, resume las acciones de mejora planificadas, menciona su

horizonte de implementación como corto (1 año), mediano (entre 1 y 3 años) y largo plazo (mayor a 3 años) y define las dependencias del sector responsables de implementarlas.

Tabla 3. Acciones de mejora planificadas para futuros RAGEI

No	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO_2e de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance	Periodo de implementación y responsables
1	Desarrollar una caracterización minuciosa del ganado utilizando como ejemplo el cuadro 4.1 de la OBP 2000.	- Mayor exactitud del Factor de Emisión (FE) de metano proveniente de la fermentación entérica. - Desarrollar estimaciones separadas provenientes del Sistema de Manejo de Estiércol (SME). - Reflejar los cambios ocurridos en las prácticas en los SME.	Idea	Largo plazo DGGA DGAAA INIA DGESEP
2	Desarrollar una caracterización minuciosa del ganado ovino utilizando como ejemplo el cuadro 4.2 de la OBP 2000.	- Mayor exactitud del Factor de Emisión (FE) de metano proveniente de la fermentación entérica. - Desarrollar estimaciones separadas provenientes de los SME. - Reflejar los cambios ocurridos en las prácticas en los SME	Idea	Largo plazo DGGA DGAAA INIA DGESEP
3	Mejorar los valores de peso de ganado para generar factor de emisión de metano procedente de la fermentación entérica del ganado vacuno.	Mayor exactitud del Factor de Emisión (FE) de metano provenientes de la fermentación entérica a través de la sistematización de los estudios específicos sobre los pesos promedios por tipo de ganado.	Idea	Largo plazo DGGA DGAAA DGESEP DGA
4	Obtención de la tasa de conversión del metano.	Mayor exactitud de las estimaciones provenientes de la fermentación entérica, mejora sumamente necesaria para el caso de los animales que se alimentan en praderas tropicales	Idea	Largo plazo DGGA DGAAA INIA DGESEP
5	Incluir en las estadísticas anuales el recojo de información sobre los SME.	Mayor exactitud de las estimaciones provenientes de los SME	Inicio	Mediano plazo DGESEP
6	Desarrollar factores de emisión específicos que reflejen los tipos de tratamiento a que se somete el estiércol.	Mayor exactitud de la estimación de las emisiones procedentes de los SME mediante la obtención de mediciones exactas	Idea	Largo plazo INIA DGESEP DGGA
7	Medir las emisiones (por unidad de Nitrógeno en el estiércol) procedentes de distintos SME.	Mayor exactitud de la estimación de las emisiones procedentes de los Sistemas de Manejo de estiércol	Idea	Largo plazo INIA DGESEP DGGA
8	Incluir en las estadísticas anuales el recojo de información sobre los Sistemas de Riego del Cultivo de Arroz.	Mayor exactitud de la estimación de las emisiones procedentes del cultivo de arroz desagregada por sistemas de manejo de riego y regiones administrativas	Idea	Mediano plazo DGESEP INIA Universidades, Junta Nacional de Riego, Empresas Privadas
9	Comparar los datos específicos del país sobre el consumo de Fertilizantes Sintéticos con los datos de la Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes (IFA), las estimaciones de la FAO y el consumo del país.	Mejor exactitud de la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de los Suelos Agrícolas	Idea	Mediano plazo SENASA DGESEP Universidades

No	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO_2e de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance	Periodo de implementación y responsables
10	Actualizar los valores de fracción de biomasa que se quema.	Mejorar la información sobre la densidad de biomasa de la sabana que se dispone actualmente	Inicio	Largo plazo SERFOR DGESEP
11	Utilizar la información del (PNCBMCC) sobre las superficies de pastos naturales para extraer la información de superficie de Sabanas.	Mayor precisión de las estimaciones de metano y óxido nitroso provenientes de la quema de sabanas.	En impleme ntación	Mediano plazo DGAAA
12	Mejorar la información sobre la relación residuo/cultivo.	Mayor exactitud de la estimación de emisiones directas e indirectas procedentes de los suelos agrícolas.	Idea	Largo plazo INIA DGAAA DGESEP
13	Establecer información nacional sobre la fracción quemada en campo de los cultivos transitorios y permanentes de manera gradual.	Mayor exactitud de la información correspondiente a la quema en el campo de residuos agrícolas	Idea	Largo plazo DGA DGESEP

Fuente: DGAAA – MINAGRI

2.2 Metodología de cálculo aplicada

El RAGEI 2014 y las actualizaciones de los INGEI 2000, 2005, 2010 y 2012 han sido elaborados siguiendo las orientaciones de la Guía N° 7: Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - Sector Agricultura. Categorías: Fermentación Entérica, Manejo de Estiércol, Cultivos de Arroz, Suelos Agrícolas, Quema de Sabanas (pastos) y Quema de Residuos Agrícolas aprobada mediante Resolución Ministerial N° 168-2016-MINAM. Las orientaciones metodologías que emplea esta Guía están en base a las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero - versión revisada en 1996 (GL1996) y la Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la Gestión de la incertidumbre en los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (OBP2000).

Las categorías de emisión y absorción cubiertas en los diferentes capítulos de la GL1996[2] constituyen métodos para desarrollar estimaciones directas de flujos de diferentes categorías de fuentes. La OBP2000 suministra información adicional, a fin de mejorar la transparencia, documentación, coherencia, exhaustividad y comparabilidad. Ambas orientaciones metodológicas son abordadas para los cálculos de emisiones del presente RAGEI.

Tabla 4. Metodologías y nivel metodológico aplicado a las categorías del Sector Agricultura

Descripción	Metodología	Nivel metodológico	Justificación
Fermentación Entérica	Combinación GL1996 y su Manual de Referencia y la OBP2000	Nivel 1 con algunos valores específicos del país (solamente para ganado vacuno)	La OBP específica algunas orientaciones aplicables para obtener el valor del factor de emisión para el ganado vacuno, las cuales se aplican por ser una categoría principal
Manejo del Estiércol	GL1996	Nivel 1	Decisión 17/CP.8 Directrices para la preparación de Comunicaciones nacionales de las partes No-anexo 1 de la Convención
Cultivos de Arroz	GL1996	Nivel 1	Decisión 17/CP.8 Directrices para la preparación de Comunicaciones nacionales de las partes No-anexo 1 de la Convención
Suelos Agrícolas	Combinación GL1996		La OBP2000 adiciona valores y orientaciones

[2] Siempre que se utiliza el enunciado GL1996 se hace referencia al Libro de trabajo de las Directrices del IPCC

Descripción	Metodología	Nivel metodológico	Justificación
	y OBP2000	Nivel 1a	para algunos factores de emisión
Quema prescrita de Sabanas	GL1996	Nivel 1	Decisión 17/CP.8 Directrices para la preparación de Comunicaciones nacionales de las partes No-anexo 1 de la Convención
Quema en el campo de Residuos Agrícolas	Combinación GL1996 y OBP2000	Nivel 1	La OBP2000 adiciona valores y orientaciones para algunos factores de emisión

Fuente: DGAAA – MINAGRI

Las categorías, subcategorías y fuentes y gases incluidos en el sector Agricultura corresponden a las que se listan en la siguiente tabla.

Tabla 5. Categoría de emisiones del Sector Agricultura y las Emisiones Estimadas

Codificación		Descripción	Categorización IPCC (GL1996)	GEI Generados directos e indirectos	GEI estimados en el RAGEI 2014
4		**Agricultura**	**Sector**		
	4A	Fermentación Entérica	Categoría	CH_4, COVDM	CH_4
	4B	Manejo del Estiércol	Categoría	CH_4 y N_2O	CH_4 y N_2O
	4C	Cultivos de Arroz	Categoría	CH_4, NOx, COVDM	CH_4
	4D	Suelos Agrícolas	Categoría	N_2O, NOx, COVDM	N_2O, NOx,
	4E	Quema prescrita de Sabanas	Categoría	CH_4 y N_2O, NOx, CO, COVDM, SOx	CH_4, N_2O
	4F	Quema en el campo de Residuos Agrícolas	Categoría	CH_4 y N_2O, NOx, CO, COVDM, SOx	CH_4, N_2O

Fuente: DGAAA – MINAGRI

Se calcula adicionalmente las emisiones indirectas de Nitrógeno de los Suelos Agrícolas, las cuales se reportan dentro de la categoría respectiva; al igual que la incorporación de nitrógeno a los suelos a partir de fertilizantes de nitrógeno y otros nutrientes.

No se evalúan las emisiones de CO, SO_2 y COVDM que se emiten por Las quemas de biomasa, cultivos y residuos de cultivos; una de las principales razones es porque todavía no existe un abordaje metodológico de ellas, el Volumen 1 de las Directrices del IPCC del 2006 hacen referencia a utilizar las orientaciones de la Guía de EMEP/CORINAIR para estos cálculos, sin embargo, esta guía tampoco cubre por completo las emisiones indirectas por estas fuentes (GL2006).

De otro lado para aplicar las orientaciones del EMEP/CORINAIR, sería necesario abordar un enfoque AFOLU, debido a que no se existen aproximaciones metodológicas que cubran las categorías del sector Agricultura por separado.

2.3 Análisis de Incertidumbre

Se ha desarrollado el análisis de las incertidumbres aplicando el método de Nivel 1: Estimación de las incertidumbres por categoría de fuentes con supuestos simplificadores, que desarrolla la OBP2000, este método obtiene la incertidumbre por categorías individuales además de las tendencias entre un año de interés y el año base; se ha definido el 2010 como año base. Este método combina las incertidumbres tanto de los niveles de actividad sumados en el total nacional como de los factores de emisión.

Una vez determinadas las incertidumbres en las categorías de fuentes, estas pueden combinarse para brindar estimaciones de la incertidumbre para todo el inventario, con la ecuación de propagación de errores, donde la desviación estándar de la suma será la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones estándar de las cantidades que se suman, con todas las desviaciones estándar expresadas en términos absolutos.

Ecuación 1. Ecuación de propagación del error

$$U_{total} = \frac{\sqrt{(U_1 * x_1)^2 + (U_2 * x_2)^2 \ldots (U_n * x_n)^2}}{x_1 + x_2 \ldots . + x_n}$$

Donde:
U $_{total}$: incertidumbre porcentual en la suma de las cantidades (la mitad del IC del 96% dividido por el total.
Xi y Ui: cantidades inciertas y las incertidumbres porcentuales asociadas con ellas respectivamente
Fuente: OBP2000, Capítulo 6, página 6.13

Incertidumbre de los niveles de actividad

Dado que a nivel nacional no se cuentan con valores reales sobre la incertidumbre de los niveles de actividad, se ha recurrido al dictamen de expertos dentro del grupo INFOCARBONO del MINAGRI, en base al protocolo para el dictamen de expertos que se detalla también en la OBP2000.

En ese sentido, se han seguido las cinco etapas para la solicitud del dictamen de expertos y se han registrado ambos dictámenes en una ficha preparada para este caso, las fichas independientes se encuentran en la sección de anexos y registran la siguiente información: fecha, nombre del (os) participante(s), años de experiencia en estadísticas agrarias, su afiliación, el rango y el valor más probable. La Tabla 6, muestra los valores de estos resultados.

Tabla 6. Valores de Incertidumbre proveniente del dictamen de expertos

Parámetros evaluados	Límite inferior de confianza		Límite superior de confianza		Límite de confianza		Fuente
	A	B	A	B	promedio de A y B	promedio de A y B	
Población mensual de ganado vacuno por región	60%	-10%	75%	10%	**25.00%**	**42.50%**	A. 'Gutierrez H, L (2016/11/24). Solicitud de información Urgente RAGEI - Agricultura. Archivo enviado por correo electrónico. Recuperado de https://mail.minam.gob.pe/owa/#path=/mail B. 'Bedoya J., C (2016/11/29). Solicitud de información Urgente RAGEI - AGRICULTURA Archivo enviado por correo electrónico. Recuperado de https://mail.minam.gob.pe/owa/?bO=1#path=/mail
Producción diaria de la leche por región	50%	-5%	60%	5%	**22.50%**	**32.50%**	
Población mensual de ganado ovino por región	60%	-10%	80%	10%	**25.00%**	**45.00%**	
Población mensual de cabras por región	50%	-10%	70%	10%	**20.00%**	**40.00%**	
Población mensual de camélidos por región	65%	-10%	75%	10%	**27.50%**	**42.50%**	
Población de equinos por región	65%		75%		**65.00%**	**75.00%**	
Población mensual de cerdos por región	55%	-10%	70%	10%	**22.50%**	**40.00%**	
Población de cuyes por región	70%		80%		**70.00%**	**80.00%**	
Población mensual de aves por región	75%	-5%	85%	5%	**35.00%**	**45.00%**	
Sistemas de manejo de estiércol						**50.00%**	
Cultivos de arroz	70%	-10%	80%	10%	**30.00%**	**45.00%**	
Extensión de cultivos por región	70%		85%		**70.00%**	**85.00%**	
Producción mensual de Leguminosas	70%	-10%	80%	10%	**30.00%**	**45.00%**	
Extensión de pastos por región	65%		75%		**65.00%**	**75.00%**	
Extensión de cultivos por región	70%		85%		**70.00%**	**85.00%**	
Producción mensual de Cereales	60%	-10%	70%	10%	**25.00%**	**40.00%**	
Producción mensual de Leguminosas	70%	-10%	80%	10%	**30.00%**	**45.00%**	
Producción mensual de Tubérculos y raíces	60%	-10%	70%	10%	**25.00%**	**40.00%**	
Producción mensual de Caña de azúcar	70%	-10%	80%	10%	**30.00%**	**45.00%**	
Producción mensual de cultivos transitorios	60%	-10%	70%	10%	**25.00%**	**40.00%**	
Producción mensual de cultivos permanentes	50%	-10%	60%	10%	**20.00%**	**35.00%**	
Extensión de cultivos de arroz	70%	-10%	80%	10%	**30.00%**	**45.00%**	
peso de ganado vacuno lechero/no lechero	60%	-10%	75%	10%	**25.00%**	**42.50%**	
Producción diaria de la leche por región	50%	-5%	60%	5%	**22.50%**	**32.50%**	
peso de ganado vacuno lechero/no lechero	60%	-10%	75%	10%	**25.00%**	**42.50%**	

Fuente: DGAAA – MINAGRI

Incertidumbre de los factores de emisión

La incertidumbre de los factores de emisión, en todos los casos corresponde al promedio de los valores por defecto de cada fuente, los que se encuentran en la Tabla 7. Los valores de incertidumbre para la fermentación entérica han sido determinados por el dictamen de experto y se encuentran en la Tabla 6 que se encuentra en la sección precedente.

Tabla 7. Valores de incertidumbre para los factores de emisión por defecto

Valores			Promedio		Fuente
Sistemas de manejo de estiércol	Emisiones de CH_4		**30.00%**		GL2006 página 10.52
	Tipos de SME		**75.00%**		OBP2000 página 4.47
	Tasas de excreción de N		**50.00%**		OBP2000 página 4.51
	Emisiones directas de N_2O		**75.00%**		GL2006 página 10.71
	Fracción de N presente en los alimentos		**50.00%**		OBP2000 página 4.51
FE para el régimen de gestión de agua de regadío	Anegados intermitentemente	Aeración sencilla	**63.00%**		GL2006 página 5.56
		Aeración múltiple	**60.50%**		GL2006 página 5.56
FE para el régimen de gestión de agua de secano		Anegadizos	**29.00%**		GL2006 página 5.56
		Expuesto a la sequía	**27.00%**		GL2006 página 5.56
EF1 para aportes de N de fertilizantes, abonos orgánicos y residuos agrícolas, y N mineralizado de suelos minerales a causa de pérdida de COS [kg N_2O–N (kg N)-1]			**0.30%**	**3.00%**	GL2006 página 11.12
EF2 para aportes por las emisiones directas provenientes del N del estiércol			**50.00%**	**100.00%**	OBP2000 página 4.51
EF3 para aportes de N del cultivo de fijadores del N (FBN)			**0.30%**	**3.00%**	GL2006 página 11.12
EF4 para aportes de las emisiones directas de los residuos de las cosechas (FRC)				**20.00%**	OBP2000 página 4.101
EF5 para aportes por las emisiones directas por el pastoreo de los animales			**0.70%**	**6.00%**	GL2006 página 11.12
EF4 [volatilización y re-deposición de N], kg N_2O–N (kg NH_3–N + NOX–N volatilizado)-1			**0.20%**	**5.00%**	GL2006 página 11.26
EF5 [lixiviación/escurrimiento], kg N_2O–N (kg N lixiviación/escurrimiento) -1			**0.05%**	**2.50%**	GL2006 página 11.26
FracGASF [Volatilización de fertilizante sintético], (kg NH_3–N + NOx–N) (kg N aplicado) –1			**3.00%**	**30.00%**	GL2006 página 11.26
FracGASM [Volatilización de todos los fertilizantes de N orgánicos aplicados, y de estiércol y orina depositados por animales en pastoreo], (kg NH_3–N + NOx–N) (kg N aplicado o depositado) –1			**5.00%**	**50.00%**	GL2006 página 11.26
FracLIXIVIACIÓN-(H) [pérdidas de N por lixiviación/escurrimiento en regiones donde Σ(lluvia en la estación lluviosa) - Σ (EP en el mismo período) >capacidad de retención del agua del suelo, O donde se emplea irrigación(excepto por goteo)], kg N (kg N agregado o por deposición de animales en pastoreo)-1			**10.00%**	80.00%	GL2006 página 11.26
factor de emisión para el CH_4 proveniente de la quema de sabana			**20.00%**		OBP2000 página 4.98
densidad de la biomasa aérea			**31.00%**		OBP2000 página 4.98

Fuente: DGAAA – MINAGRI

Incertidumbre asociada a las emisiones del sector

El análisis aquí desarrollado ha permitido identificar las fuentes que poseen menor y mayor incertidumbre combinada según GEI, pero además la incertidumbre introducida por tipo de gas en la tendencia de las emisiones de cada fuente comparando las emisiones aquí reportadas (2014) con las del inventario del año 2010 (versión actualizada).

En lo que refiere al metano la categoría que posee menor incertidumbre combinada es la fuente de Quema de residuos agrícolas de cultivos permanentes (0.00%), la fuente que posee mayor incertidumbre es la fermentación entérica proveniente del ganado vacuno con 11.08%.

La fuente que tiene menor incertidumbre introducida en las tendencias para el caso del metano es nuevamente la Quema de residuos agrícolas de cultivos permanentes (0.15%). La que posee mayor incertidumbre la fermentación entérica proveniente del ganado vacuno con 11.44%.

En el caso del óxido nitroso la categoría que posee menor incertidumbre combinada es la fuente de Quema de residuos agrícolas de cultivos permanentes (0.00%). La fuente que posee mayor incertidumbre combinada son las emisiones indirectas de los Suelos Agrícolas con 8.11%

Respecto a la incertidumbre introducida en las tendencias quien ha presentado la menor incertidumbre para el N_2O es la fuente: Quema de residuos agrícolas de cultivos permanentes (0.15%) y la fuente que posee la más alta incertidumbre son las emisiones indirectas de los Suelos Agrícolas con 10.75%

Los resultados de la incertidumbre se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 8. Incertidumbre asociada a las emisiones del sector

A			B	C	D	E	F	G	H	M
Código de la categoría IPCC		Fuente	Gas	Emisiones año base (INGEI 2010)	Emisiones año t (RAGEI 2014)	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada √(E^2+F^2)	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
	4A	Fermentación entérica								
		Vacuno	CH_4	6,113.98	6,203.48	0.34	0.32	46.64%	11.08%	11.44%
		ovino y camélido	CH_4	2,596.32	2,387.50	0.35	0.40	53.15%	4.86%	4.57%
		Cabras	CH_4	206.67	200.62	0.30	0.40	50.00%	0.38%	0.43%
		Equino	CH_4	388.26	212.05	0.70	0.40	80.62%	0.65%	0.81%
		Porcinos	CH_4	68.34	67.88	0.31	0.40	50.76%	0.13%	0.31%
		Otros: cuyes	CH_5	99.59	114.09	0.75	0.40	85.00%	0.37%	0.56%
	4B	Manejo de estiércol								
		Vacuno	CH_4	107.44	107.87	0.34	0.16	37.46%	0.15%	0.23%
		ovino y camélido	CH_4	59.66	55.22	0.35	0.40	53.15%	0.11%	0.30%
		Cabras	CH_4	6.72	6.51	0.30	0.40	50.00%	0.01%	0.29%
		Equino	CH_4	28.38	24.98	0.70	0.40	80.62%	0.08%	0.30%
		Porcinos	CH_4	46.40	47.21	0.31	0.40	50.76%	0.09%	0.30%
		Aves	CH_4	49.37	54.76	0.40	0.40	56.57%	0.12%	0.32%
		Otros: cuyes	CH_4	7.46	8.58	0.75	0.40	85.00%	0.03%	0.30%
	4C	Cultivos de arroz								
		De regadío	CH_4	1,012.07	993.08	0.38	0.62	72.24%	2.75%	2.07%
		De secano	CH_4	143.65	140.95	0.38	0.29	47.41%	0.26%	0.36%
	4E	Quema de sabanas	CH_4	304.76	309.22	0.70	0.31	76.56%	0.91%	1.20%
	4F	Quema de residuos agrícolas								
		G1 (cereales, tubérculos y transitorios)	CH_4	57.75	61.55	0.98	0.60	114.48%	0.27%	0.55%
		G2 (leguminosas, caña de azúcar)	CH_4	259.25	305.83	0.75	0.40	85.00%	1.00%	1.30%
		Otros: cultivos permanentes	CH_4	2.69	3.66	0.28	0.20	34.00%	0.00%	0.15%
	4B	Manejo de estiércol								
		SME	N_2O	1,014.21	1,089.81	0.50	0.75	90.14%	3.76%	3.07%

	4D	Suelos Agrícolas	N_2O							
		Emisiones directas por Fertilizante sintético (FSN)	N_2O	929.25	871.23	0.78	0.02	77.52%	2.59%	3.69%
		Emisiones directas provenientes del N del estiércol	N_2O	135.43	132.57	0.42	0.75	85.93%	0.44%	0.62%
		Emisiones directas por el cultivo de fijadores del N (FBN)	N_2O	1,557.23	1,404.83	0.38	0.02	37.54%	2.02%	2.88%
		Emisiones directas de los residuos de las cosechas (FRC)	N_2O	416.48	1,130.90	0.39	0.20	44.16%	1.91%	2.53%
		Emisiones directas por el pastoreo de los animales	N_2O	3,987.75	3,715.94	0.42	0.03	42.50%	6.05%	8.60%
		Emisiones directas de N_2O y NOx por lixiviación	N_2O	1,736.23	2,022.59	0.42	0.02	42.40%	3.29%	4.68%
		Total de emisiones indirectas de N_2O	N_2O	4,338.16	4,200.99	0.47	0.19	50.39%	8.11%	10.75%
	4E	Quema de sabanas	N_2O	55.67	56.49	0.70	0.26	74.50%	0.16%	0.29%
	4F	Quema de residuos agrícolas								
		G1 (cereales, tubérculos y transitorios)	N_2O	53.00	56.53	0.98	0.60	114.48%	0.25%	0.54%
		G2 (leguminosas, caña de azúcar)	N_2O	95.68	112.91	0.75	0.40	85.00%	0.37%	0.56%
		Otros: cultivos permanentes	N_2O	1.50	2.09	0.28	0.20	34.00%	0.00%	0.15%
				25,879.35	26,101.93				*17.29%*	*20.30%*

Fuente: DGAAA – MINAGRI

2.4 Garantía de la calidad/control de calidad

Para el control de calidad se siguieron las pautas establecidas en la OBP2000, con el acompañamiento del Ministerio del Ambiente. En la tabla N° 9 se describen los procedimientos de control de calidad realizados al RAGEI:

Tabla 9. Procedimientos generales de control de calidad

Categoría	Procedimientos realizados por MINAM	Procedimientos realizados por MINAGRI
Verificar que las hipótesis y los criterios para la selección de datos de la actividad, factores de emisión y otros parámetros de estimación queden documentados.	• Se efectuó la verificación cruzada de los datos de actividad, los factores de emisión y los supuestos asumidos para garantizar su coherencia y verificar que estén registrados correctamente.	• Se efectuó la verificación cruzada de los datos de actividad, los factores de emisión para garantizar que estén archivados adecuadamente.
Controlar la existencia de errores de transcripción en las entradas de datos y referencias.	• Se realizó la comprobación de la información de los datos ingresados a la matriz de hojas de cálculo. • Se utilizó un método de aproximación simple para garantizar que no haya errores de entrada de los datos ni errores de cálculo.	• Se verificó la información de los datos ingresados a la matriz de hojas de cálculo. • Se actualizaron los datos registrados en la población total entre 2000 al 2014, usando para ello las cifras de población total reportadas en el SIEA. • Se comparó la producción total correspondiente a las distintas categorías y subcategorías, para asegurar que sean congruentes entre sí.
Verificar que las emisiones y absorciones se calculen correctamente.	• Las matrices de hojas de cálculo fueron modificadas y validadas por un grupo de revisores, quienes comprobaron que los resultados de las emisiones sean correctas.	• Se revisaron las matrices minuciosamente para garantizar la confiabilidad de los resultados reportados.
Controlar que se registren correctamente los parámetros y las unidades y que se utilicen los factores de conversión adecuados.	• Se verificó que las unidades se asignan correctamente en las planillas de cálculo. • Se verificó el uso correcto de unidades de medida desde el comienzo hasta el final de los cálculos. • Se controlaron y verificaron los factores de conversión.	• Se corroboró la información ingresada a las planillas de cálculo, respetando las unidades de medidas.
Comprobar la integridad de los archivos de la base de datos.	• Se confirmó que las relaciones de los datos se encuentren representadas en la base de datos. • Se verificó que los campos de datos estén identificados.	• Se confirmó los pasos para el procesamiento de la información. • Se archivó la documentación adecuada de la base de datos.
Comprobar la coherencia de los datos entre las diferentes categorías.	• Se verificó el uso de constantes comunes en diferentes categorías y se verificó su coherencia.	• Se reconoció los antecedentes de quienes proporcionan el dictamen de expertos sean adecuados. • Se comprobó los registros de antecedentes, las hipótesis y los dictámenes de expertos.
Verificar que el movimiento de los datos del inventario a través de los pasos del procesamiento sea correcto.	• Se controló la transcripción correcta de los datos de emisiones entre los diferentes cálculos intermedios.	• Se realizó la transcripción correcta de los datos de emisiones entre los diferentes cálculos intermedios.

Categoría	Procedimientos realizados por MINAM	Procedimientos realizados por MINAGRI
Controlar la coherencia de la serie temporal.	• Se verificó los cambios metodológicos y de datos que producen nuevos cálculos. • Se controló que los efectos de las actividades de mitigación queden reflejados correctamente en los cálculos de la serie temporal. • Se verificó la coherencia del método utilizado para los cálculos a través de la serie temporal.	• Se controló la coherencia temporal de los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría. • Se revisaron los cálculos realizados en los RAGEI 2000 al 2014.
Controlar la exhaustividad.	• Para cada categoría se comparó las estimaciones actuales del inventario con las estimaciones anteriores verificando divergencias de las tendencias esperadas.	• Para cada categoría se comparó las estimaciones actuales del inventario con las estimaciones anteriores verificando divergencias de las tendencias esperadas.
Revisión y archivo de la documentación interna.	• Se comprobó que exista documentación interna detallada que respalde las emisiones y permita la reproducción de las estimaciones de emisión, absorción e incertidumbre. • Se archivaron los datos del inventario, los datos de respaldo y los registros del inventario para facilitar la revisión detallada. • Controlar que el archivo esté cerrado y se conserve en sitio seguro, una vez finalizado el inventario.	• Se comprobó que exista documentación interna detallada que respalde las emisiones y permita la reproducción de las estimaciones de emisión, absorción e incertidumbre. • Se archivaron los datos del inventario, los datos de respaldo y los registros del inventario para facilitar la revisión detallada. • Controlar que el archivo esté cerrado y se conserve en sitio seguro, una vez finalizado el inventario.

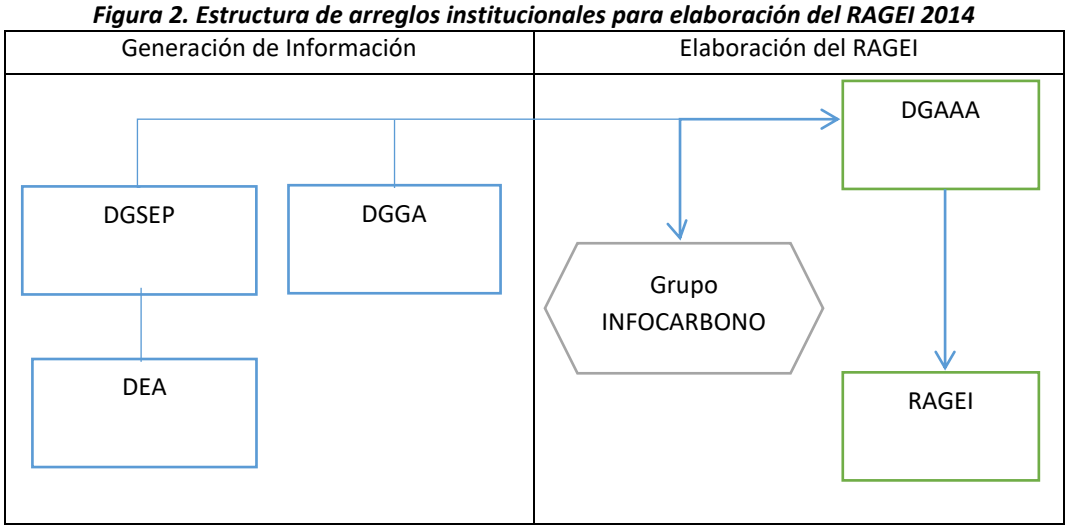
Fuente: MINAM/MINAGRI – DGAAA

2.5 Proceso de elaboración del RAGEI

2.5.1 Procedimientos y arreglos utilizados para recolectar la información de los niveles de actividad y los factores de emisión

La elaboración del RAGEI del sector Agricultura está a cargo de la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios (DGAA). A fin de optimizar el proceso de elaboración del RAGEI se ha creado un grupo permanente de trabajo denominado Grupo INFOCARBONO, el cual está conformado por algunas direcciones de Línea y órganos adscritos del MINAGRI: Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios (DGAAA) Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego (DGIAR), Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas Agrarias (DGSEP), Dirección General de Negocios Pecuarios, ahora Dirección General de Ganadería (DGGA), Dirección de Evaluación de los Recursos Naturales (DERN), Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (AGRORURAL), Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA).

Figura 2. Estructura de arreglos institucionales para elaboración del RAGEI 2014



Fuente: DGAAA – MINAGRI

La DGAAA, como Secretaría Técnica del grupo, se encarga de convocar, centralizar y dirigir las reuniones de trabajo. Todas las decisiones se consultan y aprueban en el grupo, se refrendan las decisiones con la firma de un acta.

2.5.2 Procedimientos y arreglos utilizados para archivar la data recibida y procesada para el RAGEI

La mayor parte de la información del RAGEI, proviene del Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias (SIEA) el cual fue creado mediante DL1082 el año 2008, se encuentra conformado por los Órganos del Ministerio de Agricultura y Riego, los organismos adscritos al Sector Agrario, los Gobiernos Regionales, los Gobiernos Locales y sus diferentes dependencias en la materia que por la naturaleza de sus funciones produzcan información estadística agraria.

Dentro de MINAGRI, la DGESEP – DEA, es la responsable de la conducción del SIEA y por ende define y perfecciona los procedimientos de recopilación de información estadística continua, con fines de mejorar la calidad y oportunidad de las estadísticas y se encarga de su resguardo.

La estadística agropecuaria es una actividad netamente técnica de carácter autónomo, que se sustenta en la toma de información de campo. La estadística agrícola registra la dinámica de la producción en el país, mediante el seguimiento e investigación de los principales cultivos transitorios y permanentes.

Toda esta información es solicitada por la DGAAA en el marco del Grupo INFOCARBONO y archivada en medios digitales para su utilización en los cálculos.

2.5.3 Esfuerzos para hacer de la elaboración del RAGEI un proceso continuo

La DGAAA en el marco de sus competencias como órgano encargado de la temática de Cambio Climático en el MINAGRI, ha conformado el grupo INFOCARBONO, solicitando a cada dirección de línea y a cada órgano adscrito que tiene alguna relación con el RAGEI a designar representantes Titular y alterno para conformar el grupo INFOCARBONO.

Asimismo, la institucionalidad relacionada a la recopilación y acopio de la información estadística agraria se encuentra enlazada al Objetivo Especifico 2 del PESEM “Incrementar la competitividad agraria y la inserción a los mercados, con énfasis en el pequeño productor agrario”, el cual en su actividad 6 menciona explícitamente el Desarrollo de un Sistema Integrado de Información Sectorial Agraria.

La Tabla 10 presenta un resumen de las entidades involucradas en la elaboración del RAGEI, así como indica las necesidades de fortalecimiento de capacidades requeridas en el marco de la elaboración de los siguientes RAGEI.

Tabla 10. Rol de las entidades involucradas en la elaboración del RAGEI

Entidad	Rol en la elaboración de RAGEI	Necesidades de fortalecimiento de capacidades
DGAAA	Responsable de elaborar RAGEI y consolidar documento Excel	Fortalecer capacidades en control y aseguramiento de la calidad, cálculo de incertidumbres y gestión de la información
DGESEP- DEA	Responsable de proveer información de todas las Estadísticas Agrarias	Fortalecer capacidades en diseño y recopilación de muestreo, desarrollo de sistemas integrados de información y generación de nuevas herramientas de medición Desarrollo de capacidades para recopilar información no considerada en las estadísticas anuales (desagregación minuciosa, gestión territorial, sistemas de manejo/gestión, residuos de las cosechas, entre otros)
DGGA	Responsable de proveer información para Estimación del peso promedio del ganado	Desarrollo de capacidades para avanzar en recopilación de información basada en una caracterización minuciosa, desarrollo de capacidades en diseño y recopilación de muestreo
DGIAR	Responsable de proveer información para: Tipo de régimen de agua a nivel nacional y su participación	Desarrollo de capacidades para la vigilancia y monitoreo de los Sistemas de Riego del Cultivo de Arroz
SENASA	Responsable de proveer información para: Concentración de nitrógeno por cada fertilizante	Desarrollo de capacidades para el control y registro de insumos y productos relacionados al uso de fertilizantes
AGRORURAL/ SERFOR	Responsable de proveer información para: Fracción quemada de pastos	Desarrollo de capacidades para el control y registro de quemas e incendios
INIA	Responsable de proveer información para: Factores de Emisión	Desarrollo de capacidades para la generación de factores de emisión nacional
DGNP (ahora Dirección General de Ganadería DGGA)	Responsable de proveer información para: Fermentación entérica, Manejo de estiércol	Desarrollo de capacidades para avanzar en recopilación de información basada en una caracterización minuciosa. Desarrollo de capacidades para la obtención de la tasa de conversión de metano Desarrollar factores de emisión específicos que reflejen los tipos de tratamiento a que se somete el estiércol

Fuente: DGAAA – MINAGRI

3. RESULTADO SECTORIAL:

3.1 Emisiones sectoriales del año 2014

Los resultados de las emisiones del año 2014, para el sector Agricultura, fueron 26,233.20 $GgCO_2eq$. La Tabla 11, presenta los resultados de emisiones de GEI en $GgCO_2eq$ por categorías, así como el desagregado de emisiones por gas en sus respectivas unidades.

Tabla 11. Reporte Sectorial para Agricultura

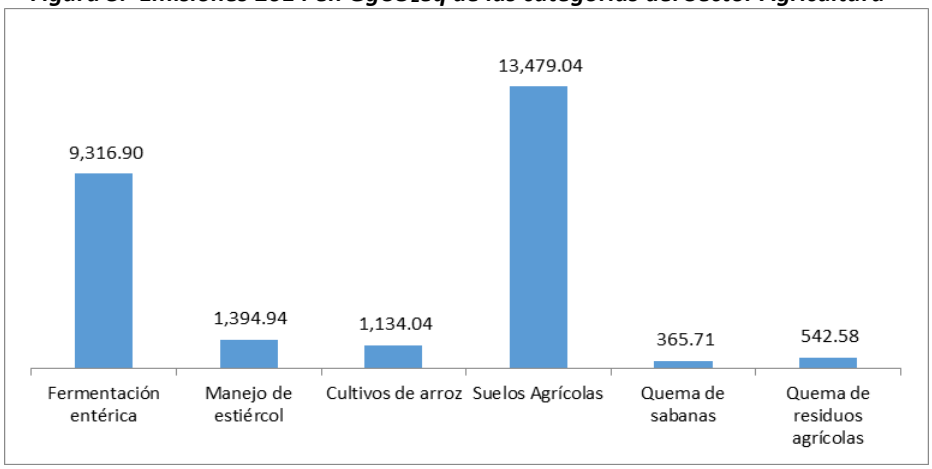
Código de categorías de fuentes 1996		Categorías de fuentes y sumideros	Metano [$GgCH_4$]	Óxido nitroso [GgN_2O]	NOx	CO	NMVOC	Emisiones de GEI [$GgCO_2eq$]
4		**Agricultura**	**544.59**	**47.73**	IE	NE	NE	**26,233.20**
	4A	Fermentación entérica	443.66		IE	NE	NE	9,316.90
	1	Vacas	295.40		IE	NE	NE	
	2	Búfalos	NO		IE	NE	NE	
	3	Ovejas	62.08		IE	NE	NE	
	4	Cabras	9.55		IE	NE	NE	
	5	Llama y alpaca	51.61		IE	NE	NE	
	6	Caballos	10.10		IE	NE	NE	
	7	Mulas y asnos	6.25		IE	NE	NE	
	8	Porcinos	3.23		IE	NE	NE	
	9	Aves	IE		IE	NE	NE	
	10	Otros: cuyes	5.43		IE	NE	NE	
	4B	Manejo de estiércol	14.53	3.52	IE	NE	NE	1,394.94
	1	Vacas	5.14		IE	NE	NE	
	2	Búfalos	NO		IE	NE	NE	
	3	Ovejas	1.45		IE	NE	NE	
	4	Cabras	0.31		IE	NE	NE	
	5	Llama y alpaca	1.18		IE	NE	NE	
	6	Caballos	0.75		IE	NE	NE	
	7	Mulas y asnos	0.44		IE	NE	NE	
	8	Porcinos	2.25		IE	NE	NE	
	9	Aves	2.61		IE	NE	NE	
	10	Lagunas anaeróbicas	NO	-	IE	NE	NE	
	11	Sistemas líquidos	NA		IE	NE	NE	
	12	Almacenamiento en estado sólido	IE	0.54	IE	NE	NE	
	13	Otros: cuyes	0.41		IE	NE	NE	
	14	Otros: recolección y depósitos diarios	IE	0.20	IE	NE	NE	
	15	Otros: parcelas secas	NA	0.35	IE	NE	NE	
	16	Otros: estiércol de aves de corral con cama	NA	2.37	IE	NE	NE	
	17	Otros: estiércol de aves de corral sin cama	NA	0.05	IE	NE	NE	
	4C	Cultivos de arroz	54.00	NA	IE	NE	NE	1,134.04
	1	De regadío	47.29	NA	IE	NE	NE	
	2	De secano	6.71	NA	IE	NE	NE	
	3	Aguas profundas	-	NA	IE	NE	NE	
	4	Otros	NA	NA	IE	NE	NE	
	4D	Suelos Agrícolas	NA	43.48	IE	NE	NE	13,479.04
	4E	Quema de sabanas	14.72	0.18	IE	NE	NE	365.71
	4F	Quema de residuos agrícolas	17.67	0.55	IE	NE	NE	542.58

	1	Cereales	1.32	0.04	IE	NE	NE	
	2	Leguminosas	0.15	0.01	IE	NE	NE	
	3	Tubérculos y raíces	0.06	0.01	IE	NE	NE	
	4	Caña de azúcar	14.41	0.36	IE	NE	NE	
	5	Otros: cultivos transitorios	1.55	0.14	IE	NE	NE	
	6	Otros: cultivos permanentes	0.17	0.01	IE	NE	NE	

Fuente: DGAAA – MINAGRI

La principal fuente de emisión fue Suelos agrícolas con 13,479.04 $GgCO_2eq$ que representó el 51.38% del total, seguida por Fermentación Entérica con 9,316.90 $GgCO_2eq$, equivalente al 35.52%; estas dos categorías representaron alrededor de 86.90% de las emisiones totales del sector Agricultura. Las demás categorías: Manejo de Estiércol (5.32%), Cultivos de Arroz (4.32%), Quema de Residuos Agrícolas (2.07%) y Quema de Sabanas (1.39%) representan un total de 13.10% de las emisiones de GEI en el sector; tal como se muestra en la figura 2 de emisiones de GEI en $GgCO_2eq$.

Figura 3. Emisiones 2014 en $GgCO_2eq$ de las categorías del Sector Agricultura



Fuente: DGAAA – MINAGRI

3.2 Descripción de la situación sectorial

La participación de la agricultura en el PBI nacional ha ido disminuyendo en las últimas seis décadas. Así, en el año 1950 la agricultura representaba el 11% del PBI, mientras que en 2010 esta participación se redujo a casi la mitad, 5,7%. Para el año 2013, el peso de la agricultura en el PBI fue de solo el 5,3%[3]

En cuanto a algunas tendencias estructurales reflejadas en los cambios intercensales (2012 frente a 1994), se observa que la frontera agropecuaria se ha expandido un 10 % en este periodo, básicamente por el incremento de la superficie agrícola (30 %). En esta etapa se registró una recomposición de los cultivos, ya que se incrementaron notablemente aquellos permanentes (158%), en tanto que las destinadas a cultivos transitorios se han reducido en un 6%.

Otra tendencia relevante, se relaciona con la distribución de la tierra agropecuaria, durante el periodo intercensal se ha observado un fuerte incremento de las unidades con menos de 2 Ha, que representan el 57% del total de unidades agropecuarias, esto significa que las ya pequeñas unidades se han fragmentado aún más, con lo cual existe una gran presencia del minifundismo en la agricultura nacional, que está relacionado con la baja tecnificación y capacidades.

[3] MINAGRI (2014). Lineamientos de Política Agraria. http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/p-agraria/lineamientos-final.pdf

También aumentó la superficie de pastos manejados (148%) y de pastos naturales, en consonancia con una moderada expansión de la ganadería extensiva en el país. Respecto de los activos ganaderos, entre 2006 y 2012 el valor total del ganado se incrementó en un 48,5%, con variaciones mayores en la selva (94%) y en la costa sur (83%). La zona de la sierra con menor incremento en el valor del ganado fue la sierra norte, con 18,1%, en contraste con las cifras de aumento de la sierra centro (56%) y la sierra sur (45%).

3.3 Análisis de los resultados

Analizando los resultados del RAGEI 2014 e INGEI 2000, 2005, 2010 y 2012 se puede observar un incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector agricultura en 13.88%, sobre las emisiones del año 2000, con un incremento promedio anual de 3.6%.

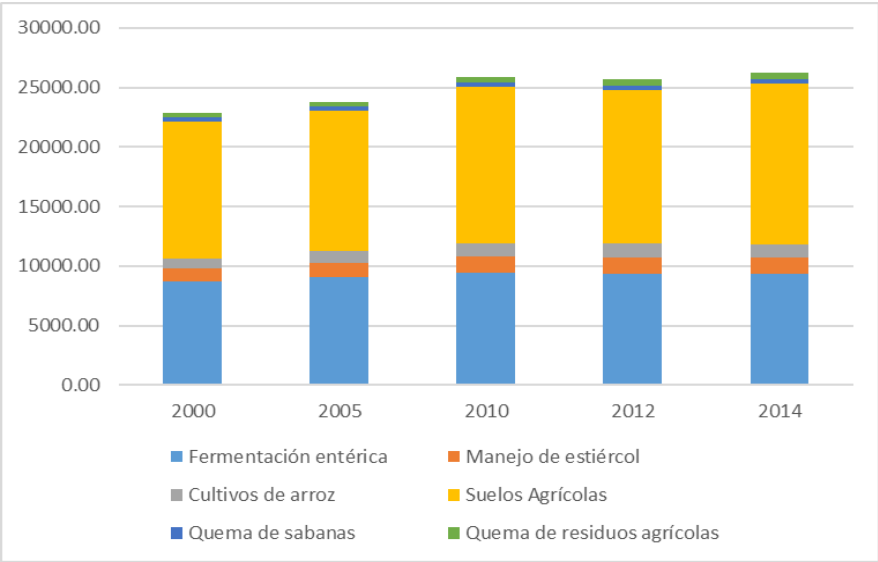
Una parte importante de la agricultura peruana ha respondido a la demanda de los mercados mundiales. Esto se ha expresado en el crecimiento de las exportaciones de café, cacao, espárragos, uvas, mangos y paltas durante la última década; esta tendencia es consistente con lo observado en el crecimiento sostenido de las emisiones directas e indirectas provenientes de los Suelos Agrícolas. Aunque moderada, la expansión de la ganadería extensiva es consistente con el incremento gradual en las emisiones por la fermentación entérica.

Tabla 12. Emisiones de GEI del Sector Agricultura por categoría y año.

Sub-Categoría	2000		2005		2010		2012		2014	
	Gg CO_2eq	%	Gg CO_2eq	%	Gg CO_2eq	%	Gg CO_2eq	%	Gg CO_2eq	%
Fermentación entérica	8,727.37	38.22%	9,117.53	38.39%	9,473.16	36.61%	9,347.59	36.42%	9,316.90	35.52%
Manejo de estiércol	1,045.15	4.58%	1,114.88	4.69%	1,319.64	5.10%	1,341.96	5.23%	1,394.94	5.32%
Cultivos de arroz	854.94	3.74%	1,064.20	4.48%	1,155.72	4.47%	1,171.27	4.56%	1,134.04	4.32%
Suelos Agrícolas	11,520.72	50.46%	11,765.58	49.54%	13,100.54	50.62%	12,932.43	50.39%	13,479.04	51.38%
Quema de sabanas	334.05	1.46%	347.24	1.46%	360.43	1.39%	365.71	1.42%	365.71	1.39%
Quema de residuos agrícolas	350.89	1.54%	342.37	1.44%	469.87	1.82%	505.74	1.97%	542.58	2.07%
Total	22,833.13		23,751.80		25,879.35		25,664.69		26,233.20	

Fuente: DGAAA – MINAGRI

Figura 4. Tendencia de las Emisiones totales de GEI del Sector Agricultura (GgCo₂eq)



Fuente: DGAAA – MINAGRI

Respecto del incremento en el valor total del ganado que se relaciona con los Sistemas de Manejo de Estiércol, no pueden verse muy reflejados por el uso de factores de emisión por defecto, por cuanto se requiere desarrollar mejor este aspecto para que se puedan orientar mejor las políticas relacionadas a la gestión de emisiones. Cabe recalcar sin embargo que no constituye una categoría principal (5.32% de las emisiones del sector), por cuanto su desarrollo dependerá de su impacto futuro en las emisiones.

3.4 Coherencia de la serie temporal

La serie temporal de las emisiones de GEI del sector agricultura durante el período 2000 al 2014, alcanzó emisiones menores respecto de los cálculos anteriores, sin embargo, estas diferencias no fueron significativas (rango: 0.37 - 3.36%). Para garantizar la coherencia de la serie temporal, se realizó la actualización de las hojas de cálculo de estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero del Sector, las cuales incorporaron las siguientes mejoras:

- En Fermentación Entérica se utilizó un nuevo valor del peso promedio del ganado, basado en la información oficial que provee la Dirección General de Negocios Pecuarios (DGNP, ahora Dirección General de Ganadería DGGA), anteriormente esta información se colocaba en base a juicio de experto;
- En Manejo de Estiércol se han mejorado los porcentajes de participación del ganado vacuno y aves por sistema de manejo de estiércol; en base a revisión bibliográfica sobre el mercado ganadero y avícola reportado por la Revista de Doctorado de la facultad de Ciencia Animal de la UNALM, anteriormente esta información se colocaba en base a juicio de experto; para los casos donde no existía información bibliográfica se conservó el valor antiguo.
- En Suelos Agrícolas se han incluido y excluido cultivos en base a su porcentaje de participación en la producción nacional;
- En Quema de Residuos Agrícolas, se han incluido cultivos perennes cuyos residuos se queman en campo.

La información para el cálculo de emisiones de las fuentes de Cultivos de Arroz y Quema de Sabanas permanece sin modificación.

Tabla 13. Serie temporal de emisiones originales y actualizadas: 2000, 2005, 2010, 2012

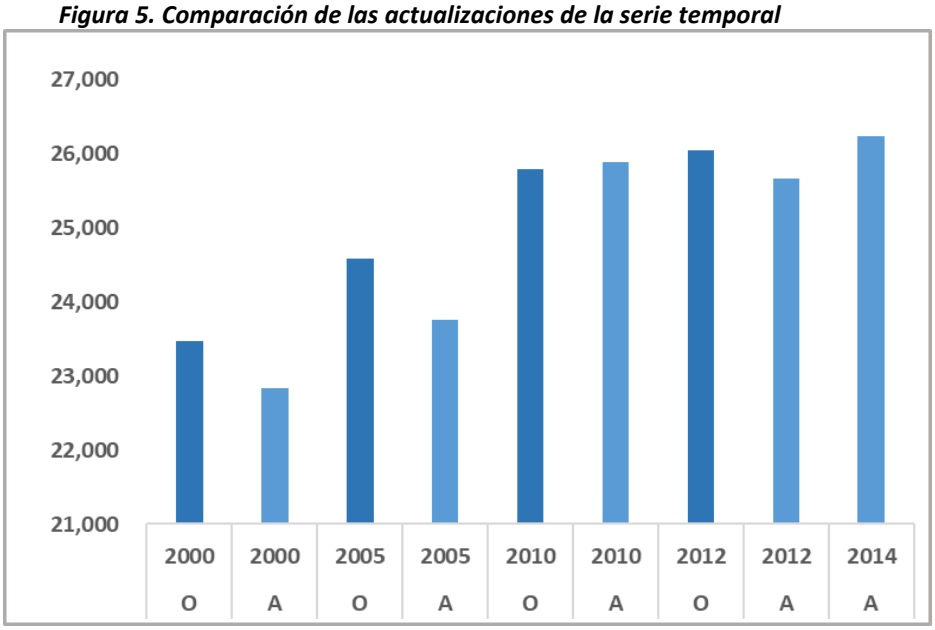
Sub-Categoría	2000		2005		2010		2012		2014
	O	A	O	A	O	A	O	A	A
Fermentación entérica	10,049.83	8,727.37	10,496.61	9,117.53	10,836.42	9,473.16	10,735.14	9,347.59	9,316.90
Manejo de estiércol	1,022.34	1,045.15	1,111.13	1,114.88	1,304.50	1,319.64	1,318.66	1,341.96	1,394.94
Cultivos de arroz	828.38	854.94	1,059.69	1,064.20	1,149.19	1,155.72	1,171.27	1,171.27	1,134.04
Suelos Agrícolas	10,919.37	11,520.72	11,249.06	11,765.58	11,906.65	13,100.54	12,195.57	12,932.43	13,479.04
Quema de sabanas	501.08	334.05	434.05	347.24	360.43	360.43	365.71	365.71	365.71
Quema de residuos agrícolas	142.71	350.89	225.98	342.37	226.20	469.87	257.33	505.74	542.58
Total	**23,463.71**	**22,833.13**	**24,576.52**	**23,751.80**	**25,783.39**	**25,879.35**	**26,043.68**	**25,664.69**	**26,233.20**

O: original, A: actualizado

Fuente: DGAAA – MINAGRI

Se observa una reducción en aproximadamente 1% en las emisiones totales de GEI del sector, debido a las mejoras metodológicas incorporadas. Mientras que el valor de fermentación entérica reduce en todos los casos resultado de aplicar el valor actualizado de peso del ganado; los valores de Suelos Agrícolas y quema de residuos agrícolas se han incrementado en todos los casos.

Figura 5. Comparación de las actualizaciones de la serie temporal



Fuente: Elaboración propia

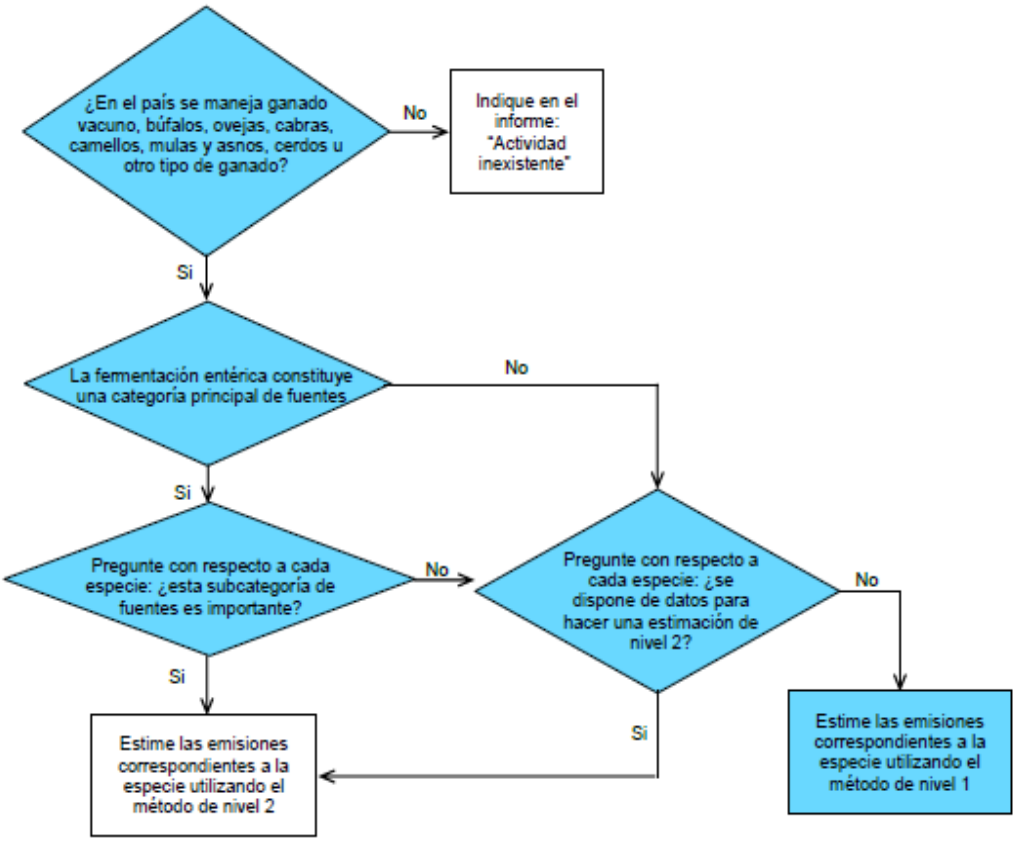
4. RESULTADOS POR CATEGORÍA

4.1 Fermentación Entérica

4.1.1 Elección del método

Para el cálculo de las emisiones de metano de la fermentación entérica, se aplica una combinación de las orientaciones de la GL1996 y la OBP2000. El Libro de trabajo de la GL1996 ofrece una metodología simplificada para el cálculo de emisiones, mientras que su Manual de referencia amplia las orientaciones acerca de los niveles metodológicos. La Figura 6 muestra el árbol de decisiones que facilita la elección del nivel de cálculo para estimar las emisiones procedentes de la fermentación entérica.

Figura 6. Árbol de decisión para Fermentación Entérica



Fuente: OBP 2000, Capitulo 4, página 4.27

En términos generales, como se específica en la Tabla 4, se utiliza el nivel metodológico 1 con el uso de factores de emisión por defecto. En este sentido, la ecuación aplicable es la siguiente:

Ecuación 2 Emisiones de Metano procedentes de una Categoría de ganado

$$\text{Emisiones}_{(CH4)} = \Sigma\ (\text{población (tipo)} \bullet \text{Factor de emisión (tipo)})$$

Donde:
Emisiones $_{(CH4)}$: emisiones de metano
Población (tipo) : Población del ganado según tipo (vacuno, ovino, porcino, etc.)
Factor de emisión (tipo): factor de emisión por defecto para cada tipo de ganado

Fuente: Manual de Referencia de la GL1996, Capítulo 4ref1, página 4.14

4.1.2 Descripción del nivel de actividad

La tabla 14 presenta el nivel de actividad requerido y la fuente de información para el cálculo de emisiones provenientes de la fermentación entérica, la mayor parte de la información para el cálculo de la fermentación entérica, proviene del SIEA, su periodicidad y alcance nacional hacen de esta información la más apropiada para la estimación de las emisiones.

Tabla 14 . Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de CH_4 provenientes de la fermentación entérica

Clasif	Fuente de emisión/captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional (unidad)	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	Comentarios
4A	Fermentación entérica	Población anual media según tipo (número de cabezas ganado/año): . ganado no lechero . ganado lechero . Llama . Alpaca . Ovino . Caprino . porcino	Población de animales vivos por región, 2014 (miles de unidades)	Ministerio de Agricultura y Riego. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas (2014) Anuario de Producción Pecuaria y Avícola. Recuperado de http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuarios-estadisticos	Las cabezas de ganado sirven para que, una vez multiplicados por su respectivo factor de emisión, se determinen las emisiones de GEI por cada tipo de ganado.	CH_4	Estadísticas agrarias anuales generadas por el Ministerio de Agricultura y Riego. Los datos de población de animales vivos por región, se usa para los cálculos de las emisiones de GEI provenientes de la fermentación entérica y el manejo del estiércol
			Perú: Vacas en ordeño por región 2014 (miles de unidades)				
			Población de animales vivos por región, 2014 (miles de unidades)				
		Población anual media - Otras especies: . Caballos . Mulas . Yeguas . Otros	Población pecuaria Otras especies (proyectado en base a Censos 1994 y 2012) (miles de unidades)	Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013). Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Recuperado de http://censos.inei.gob.pe/Cenagro/redatam/#			En el Perú y a través del MINAGRI no se genera periódicamente información nacional de estos tipos de ganado: caballos, mulas, asnos y cuyes. Se estima la población en base a una proyección lineal de la población reportada en los censos agropecuarios disponibles.

Fuente: DGAAA – MINAGRI

Considerando el método de cálculo seleccionado y las ecuaciones incluidas en este, es necesario contar con toda la información que se detalla a continuación:

a) Población anual media según tipo.

Los datos de actividad deben obtenerse siguiendo la orientación que provee la OBP2000 para la caracterización del ganado[4]. Para los efectos del RAGEI 2014, se define utilizar una caracterización básica de ganado. La caracterización básica, implica recopilar información sobre las Especies y categorías de ganado (es decir, vacas lecheras, otro tipo de ganado vacuno, búfalos, ovejas, cabras, camellos, caballos, mulas y asnos, cerdos y aves de corral), la Población anual extraídos de preferencia de las estadísticas nacionales, Producción lechera para estimar el factor de emisión correspondiente a la fermentación y Clima, los datos sobre la población de ganado se pueden desglosar por región sobre la base de mapas climáticos nacionales.

El MINAGRI a través del SIEA genera información periódica y anual sobre la Población de animales vivos por región de las principales categorías de ganado (vacuno lechero, no lechero, ovino, llama, alpaca, caprino, porcino). Esta información se utiliza directamente para los cálculos. La Tabla 15 muestra la información de base que proviene del SIEA.

Tabla 15. Población de animales vivos por región, 2014

Región	Ave	Alpaca	LLama	Caprino	Ovino	Porcino	Vacuno
Total nacional	144,275,524.01	4,095,554.88	1,207,392.25	1,910,707.68	12,415,395.10	3,232,544.72	5,578,387.63
Amazonas	1,389,723.00	-	-	12,310.00	40,606.00	75,528.00	240,121.00
Ancash	1,619,943.00	10,356.00	-	170,142.20	602,944.00	184,372.00	304,432.00
Apurímac	311,801.60	207,969.00	67,839.00	106,928.00	470,306.50	120,389.60	300,975.25
Arequipa	19,475,917.00	465,020.00	102,450.00	20,480.00	222,508.00	72,376.00	230,560.00
Ayacucho	820,410.00	261,049.00	136,915.00	216,976.00	937,646.00	103,432.00	496,410.00
Cajamarca	955,399.89	1,165.00	-	82,910.38	411,297.28	304,429.60	661,156.00
Cusco	1,120,480.00	569,352.00	158,708.00	48,964.00	1,303,959.00	195,646.00	416,924.00
Huancavelica	405,825.60	258,403.00	143,295.00	189,918.00	685,380.00	133,152.00	210,565.00
Huánuco	1,729,371.15	5,173.00	4,000.00	101,762.00	761,384.00	392,998.00	295,422.00
Ica	10,973,245.50	-	-	74,132.10	29,106.93	39,033.92	46,447.88
Junín	3,588,260.00	90,222.00	52,446.00	9,558.00	1,345,874.00	142,667.00	288,385.00
La Libertad	24,038,607.00	7,902.00	-	116,803.00	365,201.00	147,177.00	259,231.00
Lambayeque	2,387,658.00	-	-	75,598.00	84,377.15	69,264.00	85,995.00
Lima	51,973,277.00	37,043.50	24,487.25	184,981.75	327,436.25	457,792.80	232,070.25
Loreto	3,750,000.00	-	-	-	11,610.00	99,200.00	43,860.00
Madre de Dios	452,974.00	-	-	-	8,742.00	14,330.00	54,460.00
Moquegua	114,868.00	94,720.25	37,904.50	12,792.00	73,195.25	21,226.40	27,834.50
Pasco	135,015.75	108,023.00	33,924.00	7,547.00	669,260.00	89,157.00	105,754.00
Piura	6,135,976.00	-	-	396,861.00	292,109.00	186,647.00	295,041.00
Puno	1,856,290.00	1,927,404.88	423,780.00	-	3,708,665.25	119,330.00	708,700.00
San Martín	4,186,138.32	-	-	-	10,711.25	146,192.80	185,986.25
Tacna	1,404,499.20	51,752.25	21,643.50	19,444.25	34,819.25	38,209.60	28,449.50
Tumbes	195,280.00	-	-	62,600.00	7,410.00	31,980.00	14,414.00
Ucayali	5,254,564.00	-	-	-	10,847.00	48,014.00	45,194.00

Fuente: DGAAA – MINAGRI

En el RAGEI se incluyen dentro de la categoría de Otras especies las poblaciones de caballos, yeguas; mulas y otros; el SIEA no mantiene registros de estas categorías de ganado, por cuanto se utiliza la información de los Censos Agrícolas que los desarrolla el INEI, está información no se genera de manera periódica, por cuanto ha tenido que ser proyectada mediante regresión lineal

[4] Se considera como buena práctica utilizar una única caracterización de la población de ganado como marco para estimar las emisiones de CH_4 procedentes de la fermentación entérica, así como las emisiones de CH_4 y N_2O procedentes del manejo del estiércol

corregida por departamento a partir de los datos publicados en los Censos Nacionales Agropecuarios (CENAGRO) de los años 1994 y 2012, la memoria de estos cálculos y sus resultados se encuentran en la sección de Anexos. La tabla 16 muestra los valores proyectados de las poblaciones de Asnos y mulas, caballos y cuyes utilizados en los cálculos del RAGEI.

Tabla 16. Población pecuaria Otras especies (proyectado en base a Censos 1994 y 2012)

Región	Asnos/mulas	Caballos	Cuyes
Total nacional	625,082.67	560,981.00	13,582,313.70
Amazonas	15,081.91	28,386.43	343,312.98
Ancash	84,229.52	40,332.16	1,778,575.53
Apurímac	11,144.37	85,226.34	1,104,501.11
Arequipa	18,612.44	8,149.04	465,450.84
Ayacucho	36,974.24	35,360.49	521,218.37
Cajamarca	88,355.01	60,147.87	2,607,354.01
Cusco	41,445.21	68,812.09	1,852,149.84
Huancavelica	24,068.38	23,232.79	358,904.07
Huánuco	36,173.41	41,378.61	701,502.32
Ica	3,789.15	3,028.51	52,956.66
Junín	31,076.13	11,434.00	993,247.25
La Libertad	54,566.30	41,298.78	752,312.46
Lambayeque	13,323.27	7,326.49	257,012.24
Lima	27,001.56	13,092.93	808,506.44
Loreto	395.52	3,621.08	16,951.70
Madre de Dios	23.31	459.54	2,856.84
Moquegua	6,137.52	724.06	148,817.65
Pasco	9,293.67	10,665.15	97,265.13
Piura	46,937.49	35,834.13	115,387.07
Puno	61,162.94	11,334.81	115,328.42
San Martín	10,774.79	25,794.07	359,031.78
Tacna	1,588.27	729.84	114,380.75
Tumbes	2,741.39	2,452.17	2,483.61
Ucayali	186.87	2,159.63	12,806.62

Fuente: DGAAA – MINAGRI

En la tabla 17, se presentan los datos consolidados que se utilizan como nivel de actividad para el cálculo de emisiones provenientes de la fermentación entérica.

Tabla 17: Población anual del ganado según tipo - 2014

Tipo de ganado	Población
Vacuno lechero	874,934.00
Vacuno no lechero	4,703,453.00
Ovejas	12,415,395.00
Cabras	1,910,707.00
Caballos	560,980.00
Mulas y asnos	625,082.00
Cerdos	3,232,544.00
Alpacas	4,095,554.00
Llamas	1,207,392.00
Aves de corral	144,275,524.00
Cuyes	13,582,313.00

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.1.3 Factores de emisión y conversión

Factores de emisión

Para ovejas, cabras, caballos, mulas, asnos y cerdos; se aplicaron los factores de emisión por defecto establecidos en la GL1996. Para las categorías de ganado que no todavía no tienen métodos de estimación de las emisiones, se deben calcular factores de emisión aproximados que se basan en "cálculos del orden de magnitud" que se especifican en la OBP2000. El detalle sobre los factores de emisión se presenta en la tabla 18.

Tabla 18 . Variables para determinar factores de emisión de la Fermentación Entérica

Factor de emisión	Tipo	Dato Nacional	Fuente de información
Factor de emisión de metano procedente de la fermentación entérica del ganado vacuno no lechero (kg CH_4/cabeza/año)	C	Peso promedio del ganado vacuno	juicio experto
Factor de emisión de metano procedente de la fermentación entérica del ganado vacuno lechero (kg CH_4/cabeza/año)	C	Perú: Rendimiento de leche cruda de vaca por región 2014 (kilogramos/vaca/día)	Ministerio de Agricultura y Riego. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas (2014) Anuario de Producción Pecuaria y Avícola. Recuperado de http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuarios-estadisticos
		Densidad de la leche cruda de vaca	Valdez, J., Ludeña, F. & Idrogo, G. (2005). Efecto del tiempo de almacenamiento de la leche cruda y la adición de cloruro de calcio en la viscosidad del yogurth batido. In Vega, H (Eds). Anales científicos UNALM Vol. LXI. Pp (151 - 172). Lima
Factor de emisión de metano procedente de la fermentación entérica del ganado (kg CH_4/cabeza/año)	D		IPCC WGI Technical Support Unit (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Workbook (Volume 2) - Spanish version. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/agrcspan.html
Factor de emisión de metano procedente de la fermentación entérica del ganado (kg CH_4/cabeza/año)	D		IPCC WGI Technical Support Unit (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Workbook (Volume 2) - Spanish version. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/agrcspan.html

Fuente: DGAAA – MINAGRI

C: Calculado, D: por defecto

a) Factor de emisión de metano procedente de la fermentación entérica del ganado vacuno no lechero

El manual de referencia de la GL1996 analiza la forma de determinar factores de emisión para los diferentes tipos de ganado, las cuales se aplican para el ganado vacuno en el presente RAGEI

Ecuación 3. Determinación de Factores de emisión

$$\text{Factor de emisión} = (EB \bullet Y_m \bullet 365 \text{ días/año}) / (55{,}65 \text{ MJ/kg } CH_4)$$

Donde:

FE : factor de emisión, en kg de CH4/cabeza/año

EB : absorción de energía bruta, en MJ/día

Ym : tasa de conversión de metano

Fuente: Manual de Referencia de la GL1996, Capítulo 4ref2, página 4.21

El cálculo correspondiente a la variable *EB* no se indica en la GL1996, pero puede estimarse mediante la siguiente ecuación adaptada de la OBP2000 y el NRC1989:

Ecuación 4. Absorción de la energía bruta

$$EB = CA_{MS} \bullet DEA$$

Donde:

EB : absorción de energía bruta, en MJ/día

CA_{MS} : consumo de alimento en materia seca, en kg/día

DEA : densidad energética del alimento, en MJ/kg

Fuente: Modificado en base a ecuación 4.2a de la OBP2000.Capitulo 4, Página 4.16

El cálculo correspondiente a la variable CAMS no se indica por el IPCC, el Nutrient Requirements of Dairy Cattle (National Research Council, 1971) menciona que equivale entre el 2 y 4% del peso corporal del animal, sin embargo, la digestibilidad y la concentración energética de las dietas disminuye cuando el CAMS aumenta. La corrección estándar aplicada a los valores energéticos en el NRC1989 se obtiene utilizando la siguiente ecuación proveniente del NRC[5].

Ecuación 5. Estimación del Consumo de Alimento en Materia Seca

$$CA_{MS} = 0.0968 \bullet P_{GV}^{\ 0.75} + 0.372 \bullet PDL$$

Donde:

CA_{MS} : consumo de alimento en materia seca, en kg/día

P_{GV} : peso del ganado vacuno en pie, en kg

PDL : producción diaria de leche, en kg/día

Fuente: Ecuación 1-2 del NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Pág4

b) Producción diaria de leche.-

Como se explica en la ecuación 5, es necesario obtener información sobre la producción diaria de leche; el SIEA reporta la información del rendimiento diario de la leche cruda de vaca por región. La Tabla 19 muestra los valores de la producción y rendimiento de la leche.

Tabla 19. Producción diaria de leche por región

Regiones	Producción (kg/vaca/día)	Producción (l/vaca/día)
Amazonas	3.29	3.39
Ancash	3.45	3.55
Apurímac	2.86	2.95
Arequipa	12.11	12.47
Ayacucho	4.13	4.25
Cajamarca	6.18	6.37
Cusco	3.16	3.26
Huancavelica	2.98	3.07
Huánuco	3.61	3.72
Ica	14.69	15.13
Junín	4.19	4.32
La Libertad	8.58	8.83
Lambayeque	8.48	8.74
Lima	11.96	12.32
Loreto	4.56	4.70
Madre de Dios	3.30	3.40
Moquegua	8.38	8.63
Pasco	2.64	2.72
Piura	3.94	4.06

[5] Se prefiere mantener esta ecuación que ha sido utilizada en inventarios anteriores; el uso de esta ecuación equivale a utilizar la ecuación 4.11 de la OBP2000, sin embargo a nivel nacional no se dispone de información que permita aplicarla

Puno	2.66	2.74
San Martín	4.81	4.95
Tacna	11.38	11.72
Tumbes	3.07	3.16
Ucayali	4.01	4.13
Total	**5.77**	**5.94**

Fuente: DGAAA – MINAGRI

c) **Factor de emisión de metano procedente de la fermentación entérica del ganado para la categoría otros**

Para la estimación de las emisiones generadas por fermentación entérica de las alpacas y llamas se deberá aplicar la siguiente ecuación.

Ecuación 6. Estimación del Factor de Emisión para Alpacas y Llamas

$$FE = [(\text{peso de la alpaca/llama})^{0.75} / (\text{peso de la oveja})^{0.75}] \bullet FE \text{ de las ovejas}$$

Fuente: OBP2000, Capítulo 4, Página 4.23

Tabla 20. Factor de emisión de metano procedente de la fermentación entérica del ganado (kg Ch_4/cabeza/año)

Tipo de ganado	FE (Kg de CH_4/cabeza/año)	Referencia
Vacuno lechero	64,49	Promedio de estimaciones de FE para ganado vacuno por región usando la ecuación del Manual de Referencia de la GL1996
Vacuno no lechero	50,81	Promedio de estimaciones de FE para ganado vacuno por región usando la ecuación del Manual de Referencia de la GL1996
Ovejas	5,00	Libro de trabajo de las GL1996, Tabla 4-2
Cabras	5,00	Libro de trabajo de las GL1996, Tabla 4-2
Caballos	18,00	Libro de trabajo de las GL1996, Tabla 4-2
Mulas y asnos	10,00	Libro de trabajo de las GL1996, Tabla 4-2
Cerdos	1,00	Libro de trabajo de las GL1996, Tabla 4-2
Alpacas	8,50	Valor estimado según fórmula de la OBP2000 - página 4.23
Llamas	13,90	Valor estimado según fórmula de la OBP2000 - página 4.23
Cuyes	0,40	Dato tomado de Inventario 1994

Fuente: DGAAA – MINAGRI

Factores de conversión

Para estimar las emisiones de GEI por la fermentación entérica del ganado, es necesario contar con distintas variables y constantes para determinar algunos de los factores de emisión a usar. La Tabla 21 detalla los factores de conversión y variables y constantes aplicadas para los efectos de la fermentación entérica.

Tabla 21. Factores de conversión y valores constantes usados para determinar factores de emisión de la fermentación entérica

Variable	Descripción	Valor	Fuente
Densidad energética de los alimentos	Densidad de la energía existente en los alimentos.	18.45 MJ/kg	OBP 2000, capitulo 4: agricultura, página 4.23
Tasa de conversión del CH_4 para el ganado vacuno (Y_m)	Fracción de energía bruta presente en los alimentos que se convierte en metano	0.06	OBP 2000 capitulo 4: agricultura, cuadro 4.8, página 4.29
Densidad de la leche de la vaca	Masa que representa cierto volumen de la leche de vaca	1.03 g/cm^3	Efecto del tiempo de almacenamiento de la leche cruda y la adición de cloruro de calcio en la viscosidad del yogurt batido, Universidad Nacional Agraria la Molina, cuadro 1, página 157

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.1.4 Análisis de Incertidumbre

La OBP2000 aclara que teniendo en cuenta que los cálculos bajo el método de nivel 1 no se basan en datos específicos de un país, es posible que no representen con exactitud las características del ganado del mismo, y en consecuencia pueden ser muy inciertos. Es poco probable que los factores de emisión estimados por el método de nivel 1 se conozcan con una exactitud mayor de ± 30%, y su grado de incertidumbre puede alcanzar a ± 50%[6].

Como se ha mencionado anteriormente, la incertidumbre de los datos de actividad se obtuvo mediante juicio de experto, para los factores de emisión por la fermentación entérica, se utilizan los valores por defecto que menciona la OBP2000 las cuales se detallan en la Tabla 7[7] de la sección de incertidumbre sectorial.

Para la fermentación entérica, la fuente que posee menor incertidumbre combinada como porcentaje total de las emisiones proviene de la fermentación entérica por los cerdos que equivale a 0.37% y la de mayor incertidumbre proviene del ganado vacuno no lechero con 25.71%.

La fuente que tiene menor incertidumbre introducida en las tendencias es nuevamente el cerdo con 0.32% y la de mayor incertidumbre también es el ganado vacuno no lechero con 25.29%.

La incertidumbre combinada de las emisiones de metano por la fermentación entérica resulta en ±27.90% y la introducida en la tendencia de las emisiones nacionales es ±27.38%.

Se considera un valor de incertidumbre alto lo cual indica que es necesario realizar acciones que permitan reducir esta incertidumbre.

La tabla 22 muestra los valores de incertidumbre para cada fuente de la categoría Fermentación entérica.

[6] OBP2000 página 4.31

[7] Ver la información especificada en la incertidumbre sectorial

Tabla 22. Incertidumbre de las emisiones de metano de la categoría Fermentación entérica

A			B	C	D	E	F	G	H	M
Código de la categoría IPCC		Fuente	Gas	Emisiones año base (INGEI 2010)	Emisiones año t (RAGEI 2014)	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada √(E^2+F^2)	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
4		**Agricultura**								
	4Az	Fermentación entérica								
	1	vacuno lechero	CH_4	1,064.33	1,184.93	33.75%	30.63%	45.57%	5.80%	5.99%
		vacuno no lechero	CH_4	5,049.64	5,018.55	33.75%	33.75%	47.73%	25.71%	25.29%
	2	Búfalos								
	3	Ovejas	CH_4	1,486.77	1,303.62	35.00%	40.00%	53.15%	7.44%	6.84%
	4	Cabras	CH_4	206.67	200.62	30.00%	40.00%	50.00%	1.08%	0.90%
	5	Llama	CH_4	363.44	352.42	35.00%	40.00%	53.15%	2.01%	1.84%
		Alpaca	CH_4	746.11	731.47	35.00%	40.00%	53.15%	4.17%	3.82%
	6	Caballos	CH_4	240.92	212.05	70.00%	40.00%	80.62%	1.83%	2.22%
	7	Mulas y asnos	CH_4	147.34	131.27	70.00%	40.00%	80.62%	1.14%	1.37%
	8	Cerdos	CH_4	68.34	67.88	31.25%	40.00%	50.76%	0.37%	0.32%
	9	Aves								
	10	Otros: cuyes	CH_4	99.59	114.09	75.00%	40.00%	85.00%	1.04%	1.28%
				9,473.16	9,316.90				*27.90%*	*27.38%*

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.1.5 Garantía de la calidad/control de calidad

Para la garantía y el control de calidad, se siguieron las "Procedimientos generales de Control de calidad" que figuran en la OBP2000 y se detallan en la Tabla 9 del presente reporte, se utilizaron además la Orientaciones de la OBP2000 específicas al sector Agricultura, estas se describen a continuación:

Tabla 23. Procedimientos de control de calidad para las Emisiones provenientes de la Fermentación entérica

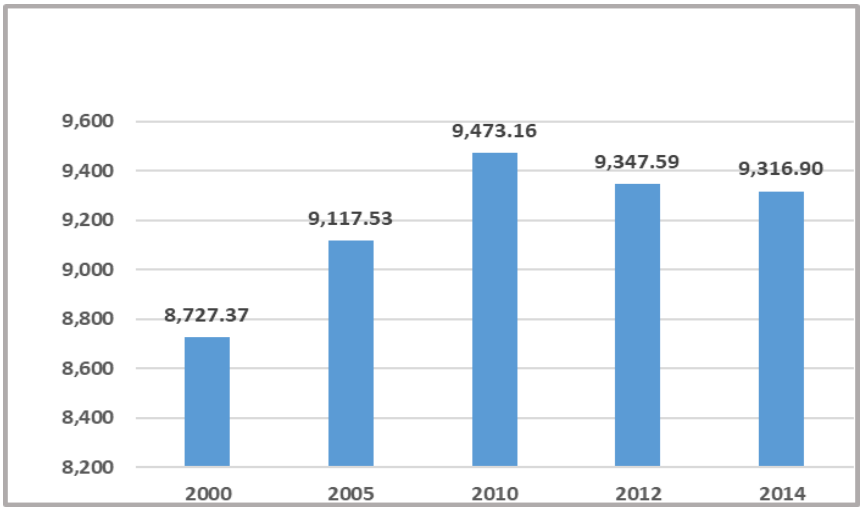
	Desarrollado	Pendiente
Examen de los datos de actividad	Comprobar la coherencia de los datos de caracterización del ganado que se usen para estimar las emisiones procedentes de cada una de las categorías de fuentes que corresponda.	Calcular los cambios registrados en la población total en el transcurso del tiempo, usando para ello las cifras de población, las tasas de natalidad y mortalidad, las tasas de faena y el volumen de importaciones y exportaciones.
	Comparar la producción total (p.ej., de carne, leche y lana) correspondiente a las distintas categorías y subcategorías de animales, con las estadísticas sobre la producción total, para asegurar que sean congruentes entre sí.	
	Revisar los procedimientos de GC/CC asociados a las fuentes secundarias de datos.	
	Cotejar los datos de actividad con los datos provenientes de otras fuentes de referencia disponibles.	
Revisión externa		Se deberá hacer revisar los datos de caracterización del ganado por especialistas en la materia, con la participación de expertos y especialistas agrícolas

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.1.6 Análisis de resultados de la categoría

En el año 2014, las emisiones por la fermentación entérica fueron 9,316.90 GgCO2eq, que representan el 35.52% del sector agricultura, la figura 6 exhibe los valores de emisiones de GEI en 9,316.90 GgCO2eq para los diferentes años evaluados.

Figura 7. Emisiones de Gases de efecto invernadero de la Categoría fermentación entérica



Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.1.7 Siguientes pasos

A continuación, se describen las acciones que se implementarán a largo plazo para mejorar la estimación de las emisiones de GEI de la categoría de Fermentación Entérica:

- Desarrollar una caracterización minuciosa del ganado vacuno en función de la diversidad y la gama de poblaciones de animales y prácticas de manejo del estiércol que existen en las distintas regiones del país, utilizando como ejemplo las orientaciones que brinda el cuadro 4.1 de la OBP 2000.
- Desarrollar una caracterización minuciosa del ganado ovino de manera que permita reflejar en la mayor medida posible la diversidad y la gama de poblaciones de animales y prácticas de manejo del estiércol que existen en las distintas regiones del país, utilizando como ejemplo las orientaciones que brinda el cuadro 4.2 de la OBP 2000.
- Mejorar los valores de peso de ganado para generar factor de emisión de metano procedente de la fermentación entérica del ganado vacuno y en relación a la caracterización implementada
- En el mediano plazo, debido a la importancia que reviste la tasa Ym en la generación de emisiones, debiera ser necesario promover investigación que apunte a mejorar la estimación de su valor para diferentes animales y combinaciones de alimentos.
- En el largo plazo será necesario calcular factores de emisión para las diferentes categorías de la población de ganado en la forma más desglosada posible.

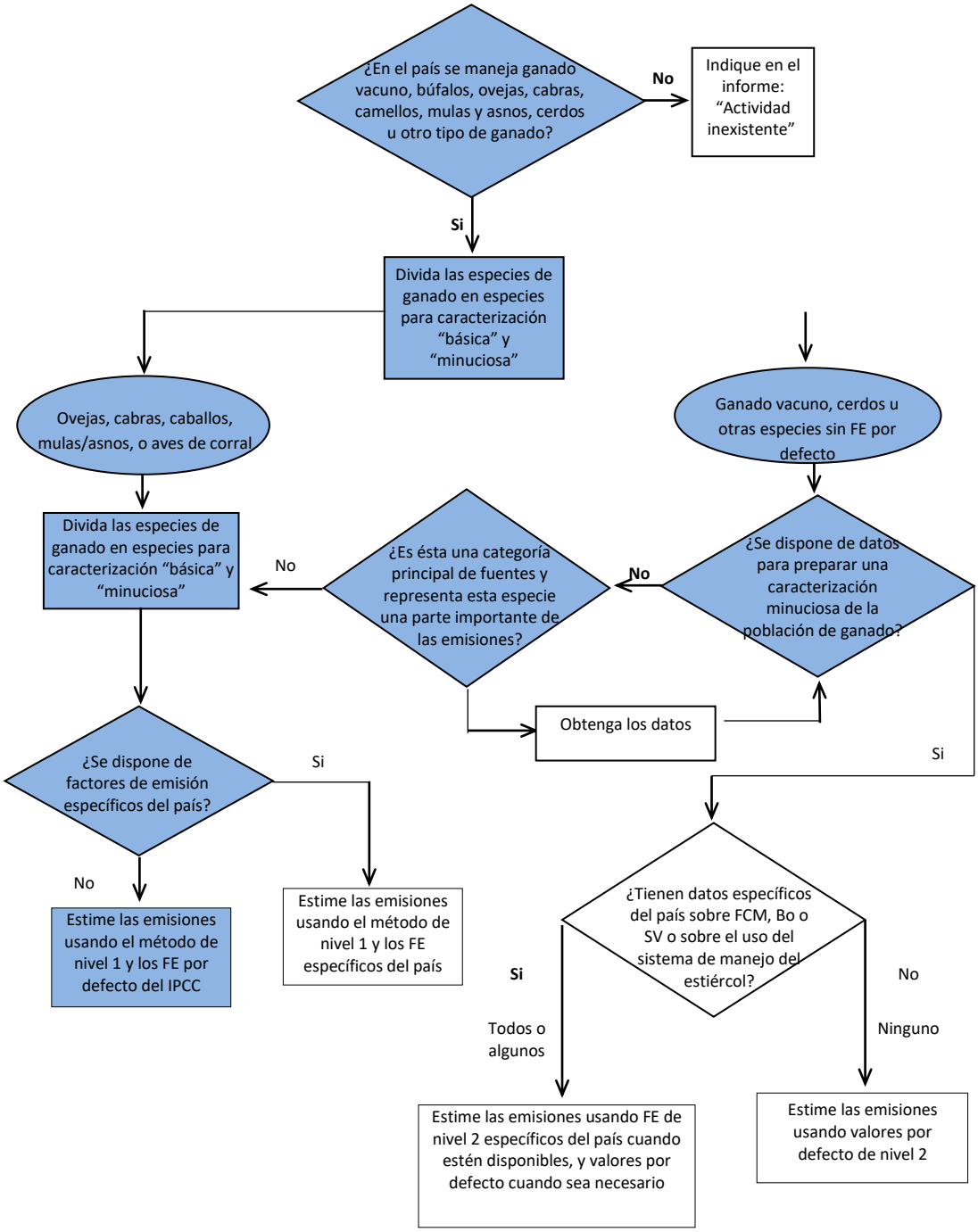
4.2 Manejo de Estiércol

4.2.1 Emisiones de Metano procedentes del Manejo de Estiércol

4.2.1.1 Elección del método

Para el cálculo de las emisiones de Metano de la fermentación entérica, se utilizan las orientaciones de la GL1996, con fines de mantener la consistencia en el RAGEI, se utiliza la misma caracterización de ganado aplicada para la fermentación entérica, en el caso de los Sistemas de Manejo de Estiércol (SME), se debe considerar un factor de emisión que se calcula en base a la distribución del ganado en cada una de las regiones climáticas. La Figura 8 muestra el árbol de decisiones que facilita la elección del nivel de cálculo para estimar las emisiones de metano provenientes de los Sistemas de manejo del estiércol.

Figura 8. Árbol de decisión para determinar las emisiones de metano debido al manejo de Estiércol



De acuerdo al árbol de decisiones de la figura 8, corresponde al método de Nivel 1. En este sentido, la ecuación que se debe aplicar es la siguiente:

Ecuación 7. Emisiones de metano por manejo de estiércol

$$\text{Emisiones}_{(CH4)} = \Sigma\ (\text{Cabezas de ganado (tipo)} \bullet \text{Factor de emisión (tipo)})$$

Donde:

Emisiones $_{(CH4)}$: emisiones de metano por manejo de estiércol

Cab.ganado/ tipo : población del ganado/ tipo (vacuno, ovino, porcino, etc.)

Factor de emisión (tipo) : factor de emisión por defecto para cada tipo de ganado

Fuente: Manual de Referencia de la GL1996, Capítulo 4ref1, página 4.14

4.2.1.2 Descripción del nivel de actividad

Para estimar las emisiones procedentes de los sistemas de manejo del estiércol, en primer lugar, se debe dividir la población de animales en las especies y categorías aplicables que reflejen las diversas cantidades de estiércol que produce cada animal y la forma de manejo del estiércol. Sobre la base de los datos relativos a la población de ganado se requiere desarrollar una desagregación por zonas climáticas. La tabla 24 resume el nivel de actividad requerido y la fuente de información para el cálculo de emisiones provenientes de los sistemas de manejo de estiércol.

Tabla 24. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones provenientes de los Sistemas de Manejo de estiércol

Clasificación	Fuente de emisión/ captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional (unidad)	Fuente de información	Uso de la información	Gases de GEI generados por el nivel de actividad	Comentarios
4B	Manejo de estiércol	Población de ganado según tipo y región climática (fría, templada, cálida)	Población del ganado según tipo y región (población de animales vivos por región y población pecuaria)	Ministerio de Agricultura y Riego. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas (2014) Anuario de Producción Pecuaria y Avícola. Recuperado de http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuarios-estadisticos	Sirven para determinar de forma conjunta un único factor de emisión de metano por tipo de ganado el cual se deberá multiplicar por su respectiva población total.	CH_4 y N_2O	Estadísticas agrarias anuales generadas por el Ministerio de Agricultura y Riego
			Temperatura promedio anual según departamento (2000 - 2014)	Instituto Nacional de Estadística e Informática (sf) - Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales 2015. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1342/		CH_4	

Fuente: DGAAA – MINAGRI

Considerando el método de cálculo seleccionado y las ecuaciones incluidas en este, es necesario contar con la siguiente información:

a) **Población anual del ganado según tipo y región climática. -**
Se requiere contar con información desagregada por región climática, la tabla 4-1 de la GL1996 define tres regiones climáticas: fría con una temperatura promedio menor a 15ºC, templada con una temperatura promedio entre 15ºC y 25ºCy cálida con una temperatura promedio mayor a 25ºC; para poder separar las regiones climáticas a nivel nacional, se utiliza el valor de temperatura promedio anual según departamento reportada por el INEI. Las tablas 25 y 26 resumen la información de la población de ganado según tipo y región climática.

Tabla 25. Población de ganado según tipo, región administrativa y región climática (continúa)

Departamento	Región Climática	Aves	Alpaca	LLama	Caprino	Ovino
Amazonas	Fría (< 15°C)	1,389,723.00	-	-	12,310.00	40,606.00
Áncash		1,619,943.00	10,356.00	-	170,142.20	602,944.00
Apurímac		311,801.60	207,969.00	67,839.00	106,928.00	470,306.50
Cajamarca		955,399.89	1,165.00	-	82,910.38	411,297.28
Cusco		1,120,480.00	569,352.00	158,708.00	48,964.00	1,303,959.00
Huancavelica		405,825.60	258,403.00	143,295.00	189,918.00	685,380.00
Junín		3,588,260.00	90,222.00	52,446.00	9,558.00	1,345,874.00
Pasco		135,015.75	108,023.00	33,924.00	7,547.00	669,260.00
Puno		1,856,290.00	1,927,404.88	423,780.00	-	3,708,665.25
Sub-total		**11,382,738.84**	**3,172,894.88**	**879,992.00**	**628,277.58**	**9,238,292.03**
Arequipa	Templada (15°C - 25°C)	19,475,917.00	465,020.00	102,450.00	20,480.00	222,508.00
Ayacucho		820,410.00	261,049.00	136,915.00	216,976.00	937,646.00
Huánuco		1,729,371.15	5,173.00	4,000.00	101,762.00	761,384.00
Ica		10,973,245.50	-	-	74,132.10	29,106.93
La Libertad		24,038,607.00	7,902.00	-	116,803.00	365,201.00
Lambayeque		2,387,658.00	-	-	75,598.00	84,377.15
Lima		51,973,277.00	37,043.50	24,487.25	184,981.75	327,436.25
Moquegua		114,868.00	94,720.25	37,904.50	12,792.00	73,195.25
San Martín		4,186,138.32	-	-	-	10,711.25
Tacna		1,404,499.20	51,752.25	21,643.50	19,444.25	34,819.25
Sub-total		**117,103,991.17**	**922,660.00**	**327,400.25**	**822,969.10**	**2,846,385.08**
Loreto	Cálida (>25°C)	3,750,000.00	-	-	-	11,610.00
Madre de Dios		452,974.00	-	-	-	8,742.00
Piura		6,135,976.00	-	-	396,861.00	292,109.00
Tumbes		195,280.00	-	-	62,600.00	7,410.00
Ucayali		5,254,564.00	-	-	-	10,847.00
Sub-total		**15,788,794.00**	**0.00**	**0.00**	**459,461.00**	**330,718.00**
TOTAL		**144,275,524.01**	**4,095,554.88**	**1,207,392.25**	**1,910,707.68**	**12,415,395.10**

Fuente: DGAAA – MINAGRI

Tabla 26. Población de ganado según tipo, región administrativa y región climática (continúa)

Departamento	Región Climática	Porcino	Mulas y asnos	Caballos	Cuyes	Vacuno lechero	Vacuno no lechero
Amazonas	Fría (< 15°C)	75,528.00	15,081.91	28,386.43	343,312.98	64,800.33	175,320.67
Áncash		184,372.00	84,229.52	40,332.16	1,778,575.53	14,497.42	289,934.58
Apurímac		120,389.60	11,144.37	85,226.34	1,104,501.11	32,875.44	268,099.81
Cajamarca		304,429.60	88,355.01	60,147.87	2,607,354.01	146,401.17	514,754.83
Cusco		195,646.00	41,445.21	68,812.09	1,852,149.84	84,285.83	332,638.17
Huancavelica		133,152.00	24,068.38	23,232.79	358,904.07	20,205.08	190,359.92
Junín		142,667.00	31,076.13	11,434.00	993,247.25	31,721.33	256,663.67
Pasco		89,157.00	9,293.67	10,665.15	97,265.13	24,349.83	81,404.17

Puno		119,330.00	61,162.94	11,334.81	115,328.42	98,741.92	609,958.08
Sub-total		**1,364,671.20**	**365,857.15**	**339,571.65**	**9,250,638.34**	**517,878.36**	**2,719,133.89**
Arequipa	Templada (15°C - 25°C)	72,376.00	18,612.44	8,149.04	465,450.84	75,737.67	154,822.33
Ayacucho		103,432.00	36,974.24	35,360.49	521,218.37	34,747.42	461,662.58
Huánuco		392,998.00	36,173.41	41,378.61	701,502.32	28,249.92	267,172.08
Ica		39,033.92	3,789.15	3,028.51	52,956.66	9,578.42	36,869.46
La Libertad		147,177.00	54,566.30	41,298.78	752,312.46	39,056.75	220,174.25
Lambayeque		69,264.00	13,323.27	7,326.49	257,012.24	18,394.25	67,600.75
Lima		457,792.80	27,001.56	13,092.93	808,506.44	78,494.91	153,575.34
Moquegua		21,226.40	6,137.52	724.06	148,817.65	5,306.00	22,528.50
San Martín		146,192.80	10,774.79	25,794.07	359,031.78	17,919.58	168,066.67
Tacna		38,209.60	1,588.27	729.84	114,380.75	6,061.17	22,388.33
Sub-total		**1,487,702.52**	**208,940.95**	**176,882.80**	**4,181,189.51**	**313,546.08**	**1,574,860.30**
Loreto	Cálida (>25°C)	99,200.00	395.52	3,621.08	16,951.70	1,433.83	42,426.17
Madre de Dios		14,330.00	23.31	459.54	2,856.84	3,399.75	51,060.25
Piura		186,647.00	46,937.49	35,834.13	115,387.07	34,684.86	260,356.14
Tumbes		31,980.00	2,741.39	2,452.17	2,483.61	638.08	13,775.92
Ucayali		48,014.00	186.87	2,159.63	12,806.62	3,353.50	41,840.50
Sub-total		**380,171.00**	**50,284.57**	**44,526.55**	**150,485.84**	**43,510.03**	**409,458.97**
TOTAL		**3,232,544.72**	**625,082.67**	**560,981.00**	**13,582,313.70**	**874,934.46**	**4,703,453.16**

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.2.1.3 Factores de emisión y conversión

Factores de emisión

La GL1996 brinda los factores de emisión por defecto sobre la base de las características del estiércol (Sistema de Manejo de estiércol-Bo, Tasas de excreción de nitrógeno, y Factor de conversión de metano - FCM) para cada población de ganado (especie, categoría o subcategoría) y sistema de manejo del estiércol que corresponda las cuales se detallan en la tabla 27.

Tabla 27. Factores de emisión procedentes del Manejo del Estiércol

Factor de emisión		Fuente de información
Factores de emisión para el manejo del estiércol del ganado (kg /cabeza/año) por región climática	D	IPCC WGI Technical Support Unit (2000). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories - Spanish version. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html
Factores de emisión de N_2O para un sistema de manejo del estiércol (kg N_2O-N/kg de Nex en SME)	D	
Tasas de Excreción de Nitrógeno	D	IPCC WGI Technical Support Unit (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Workbook (Volume 2) - Spanish version. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/agrcspan.html

Fuente: DGAAA – MINAGRI
C: Calculado
D: por defecto

a) Factores de emisión para el manejo del estiércol del ganado

Para cada tipo de ganado se debe considerar un único factor de emisión que se calcula en base a la distribución del ganado en cada una de estas regiones climáticas a través de la siguiente ecuación.

Ecuación 8. Factor de Emisión para determinar Emisiones de Metano por Manejo de Estiércol

$$FE_{(CH_4)} = \Sigma\ (FE_{RG} \bullet \%PG_{RG})$$

Donde:

$FE_{(CH4)}$: factor de emisión de metano por manejo de estiércol
FERG : factor de emisión según región climática
%PGRG: fracción de la población del ganado según región climática
Fuente: Modificado en base a GL1996, Capítulo 4, página 4.7

En el caso de las alpacas y las llamas el factor de emisión se estima, tal como se hizo en el caso de la fermentación entérica, mediante la ecuación 6.
Los factores de emisión por defecto por temperatura anual promedio se presentan en la tabla 28.

Tabla 28. Factores de emisión por Manejo de Estiércol

Factores de Emisión de Metano por Manejo del Estiércol por Temperatura				
Ganado	Región Climática			Factor de emisión (kg CH_4/cabeza/año)
	Frío (< 15°C)	Templado (15 a 25°C)	Cálido (> 25°C)	
Vacuno lechero	-	1.00	2.00	0.50
Vacuno no lechero	1.00	1.00	1.00	1.00
Ovejas	0.10	0.16	0.21	0.12
Cabras	0.11	0.17	0.22	0.16
Caballos	1.09	1.64	2.18	1.34
Mulas y asnos	0.60	0.90	1.19	0.70
Cerdos	-	1.00	2.00	0.70
Alpacas	0.17	0.27	0.36	0.19
Llamas	0.28	0.44	0.58	0.32
Aves de corral	0.01	0.02	0.02	0.02
Cuyes	0.03	0.04	0.05	0.03

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.2.1.4 Análisis de incertidumbre

Ante la probable ausencia de datos empíricos, será necesario recurrir al dictamen de expertos para evaluar las incertidumbres de esta fuente. Las principales fuentes de incertidumbre son la exactitud de los factores de emisión, la distribución de los sistemas de manejo del estiércol y los datos de actividad. La incertidumbre de los datos de actividad se obtuvo mediante juicio de experto, para los factores de emisión por la fermentación entérica, se utilizan los valores por defecto que menciona la OBP2000.

Para las emisiones de metano por el Manejo del estiércol, la fuente que posee menor incertidumbre combinada como porcentaje total de las emisiones es el Manejo de estiércol de las cabras con 1.07% y la de mayor incertidumbre proviene del ganado vacuno no lechero con 11.39%.

La fuente que tiene menor incertidumbre introducida en las tendencias es nuevamente el Manejo de estiércol de las cabras con 0.90% y la de mayor incertidumbre es el ganado vacuno no lechero con 15.44%.

Se considera un valor de incertidumbre alto lo cual indica que es necesario realizar acciones que permitan reducir esta incertidumbre.

La tabla 29 muestra los valores de incertidumbre para cada fuente de la categoría Fermentación entérica.

Tabla 29. Incertidumbre de las emisiones de metano de los SME

A			B	C	D	E	F	G	H	M
Código de la categoría IPCC		Fuente	Gas	Emisiones año base (INGEI 2010)	Emisiones año t (RAGEI 2014)	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada √(E^2+F^2)	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
4		**Agricultura**								
	4B	Manejo de estiércol								
	1	vacuno lechero	CH_4	8.05	9.10	33.75%	22.50%	40.56%	1.21%	1.42%
		vacuno no lechero	CH_4	99.38	98.77	33.75%	10.00%	35.20%	11.39%	15.44%
	2	Búfalos								
	3	Ovejas	CH_4	34.49	30.42	35.00%	40.00%	53.15%	5.30%	4.96%
	4	Cabras	CH_4	6.72	6.51	30.00%	40.00%	50.00%	1.07%	0.90%
	5	Llama	CH_4	8.39	8.20	35.00%	40.00%	53.15%	1.43%	1.33%
		Alpaca	CH_4	16.78	16.61	35.00%	40.00%	53.15%	2.89%	2.69%
	6	Caballos	CH_4	18.07	15.80	70.00%	40.00%	80.62%	4.18%	5.13%
	7	Mulas y asnos	CH_4	10.32	9.17	70.00%	40.00%	80.62%	2.42%	2.98%
	8	Porcinos	CH_4	46.40	47.21	31.25%	40.00%	50.76%	7.85%	6.83%
	9	Aves	CH_4	49.37	54.76	40.00%	40.00%	56.57%	10.15%	10.17%
	13	Otros: cuyes	CH_4	7.46	8.58	75.00%	40.00%	85.00%	2.39%	2.98%
				305.43	305.13				*19.10%*	*21.65%*

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.2.1.5 Garantía de la calidad/control de calidad

Para la garantía y el control de calidad, se siguieron las "Procedimientos generales de Control de calidad" que figuran en la OBP2000 y se detallan en la Tabla 9 del presente reporte, se utilizaron además la Orientaciones de la OBP2000 específicas al sector Agricultura, estas se describen a continuación:

Tabla 30. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de Metano provenientes del Manejo de estiércol

	Desarrollado	Pendiente
Examen de los datos de actividad	Comprobar la coherencia de los datos de caracterización del ganado que se usen para estimar las emisiones procedentes de cada una de las categorías de fuentes que corresponda	Calcular los cambios registrados en la población total en el transcurso del tiempo, usando para ello las cifras de población, las tasas de natalidad y mortalidad, las tasas de faena y el volumen de importaciones y exportaciones
	Comparar la producción total (p.ej., de carne, leche y lana) correspondiente a las distintas categorías y subcategorías de animales, con las estadísticas sobre la producción total, para asegurar que sean congruentes entre sí.	
	Revisar los procedimientos de GC/CC asociados a las fuentes secundarias de datos	
	Cotejar los datos de actividad con los datos provenientes de otras fuentes de referencia disponibles.	
Revisión externa		Se deberá hacer revisar los datos de caracterización del ganado por especialistas en la materia, con la participación de expertos y especialistas agrícolas

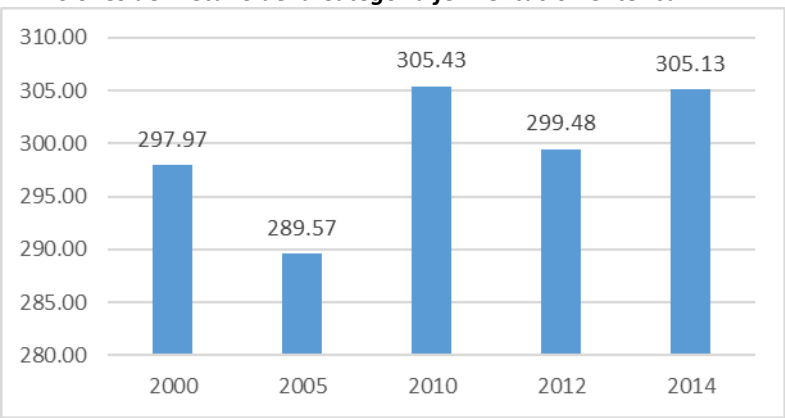
Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.2.1.6 Análisis de resultado de la categoría

En el año 2014, las emisiones totales de los Sistemas de Manejo de estiércol fueron de 1,394.94 $GgCO_2eq$ (esto incluye emisiones de metano y óxido nitroso) que representa el 5.32% del sector agricultura.

Solo las emisiones de metano (CH_4) para este periodo se estimaron en 305.13 $GgCO_2eq$, con un aporte significativo del estiércol de ganado vacuno, aves y porcino, las cuales presentan tendencias incrementales durante el período de evaluación.

Figura 9. Emisiones de Metano de la Categoría fermentación entérica



Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.2.1.7 Siguientes pasos

A continuación, se plantean las principales acciones a realizar en el largo plazo para las emisiones de metano procedentes de los Sistemas de Manejo de Estiércol, para mejorar la calidad de los reportes de GEI del sector agricultura a largo plazo:

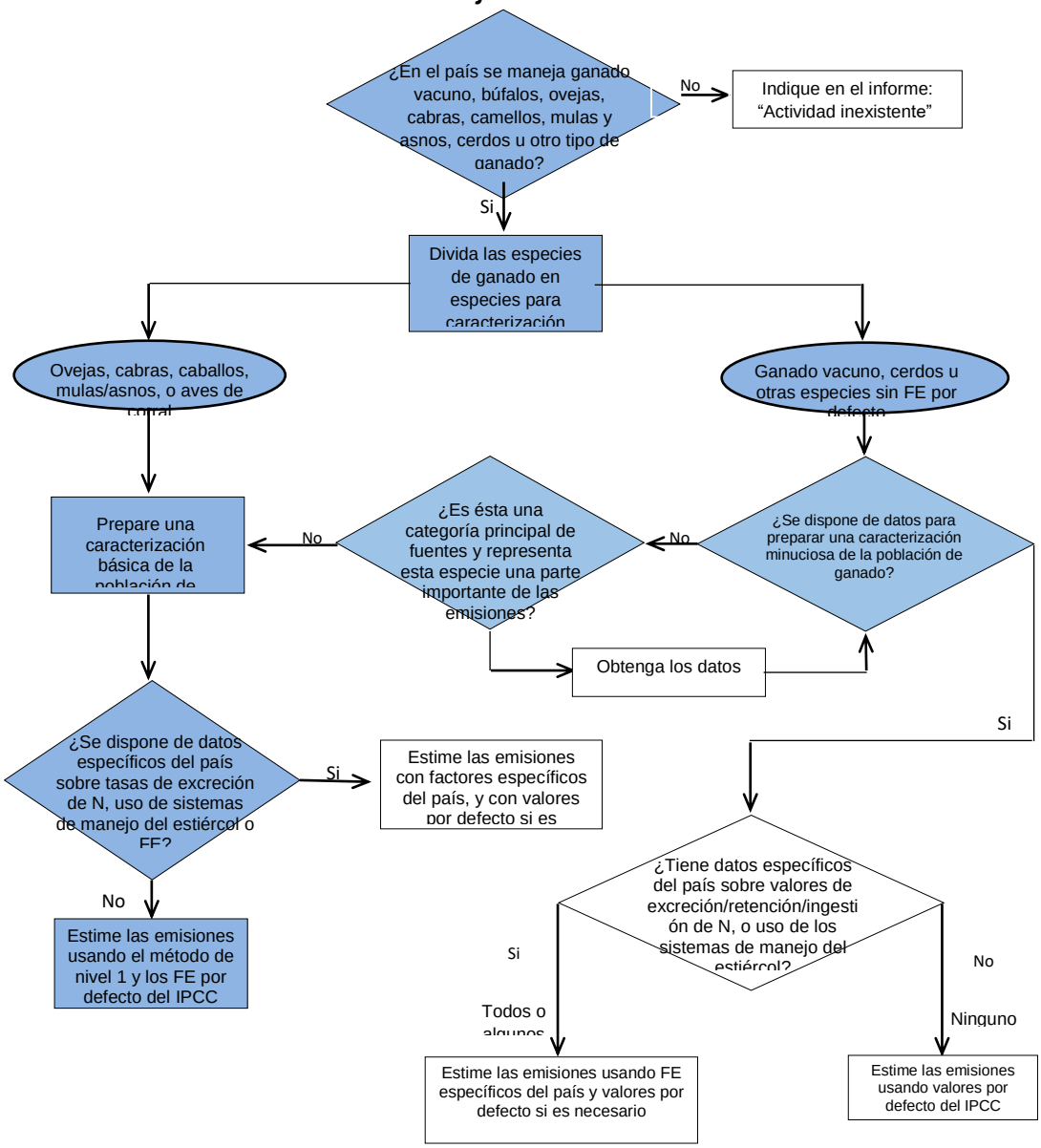
- Desarrollar una caracterización minuciosa de ganado de manera que permita reflejar en la mayor medida posible la diversidad y la gama de poblaciones de animales y prácticas de manejo del estiércol que existen en las distintas regiones del país, por cuanto desarrollar estimaciones separadas para cada región.
- Establecer alguna manera de actualizar periódicamente, para reflejar los cambios ocurridos en las prácticas de manejo del estiércol, las características de los animales y las tecnologías.
- Incluir en las estadísticas anuales el recojo de información sobre los SME.

4.2.2 Emisiones de N_2O procedentes del Manejo de estiércol

4.2.2.1 Elección del método

Las emisiones de N_2O generadas por el estiércol en el sistema de "praderas y pastizales" proceden directa o indirectamente del suelo, y por lo tanto se declaran dentro de la categoría de "suelos agrícolas". Como el método aplicable es igual al de los otros sistemas de manejo del estiércol, se analiza en esta sección. La Figura 10 muestra el árbol de decisiones que facilitan la elección del nivel de cálculo para estimar las emisiones de óxido nitroso provenientes de los sistemas de manejo del estiércol.

Figura 10. Árbol de decisión para determinar las emisiones de óxido nitroso debido al manejo de estiércol



Considerando la información disponible y el árbol de decisión para estimar las emisiones de óxido nitroso por el manejo de estiércol, el método a aplicar es el Nivel 1. Por consiguiente, corresponde utilizar la siguiente ecuación:

Ecuación 9. Nitrógeno Excretado según Sistema de Manejo de Estiércol

$$Nex_{(SME)} = \Sigma_{(T)} [N_{(T)} \bullet Nex_{(T)} \bullet SME_{(T)}]$$

Donde:

$Nex_{(SME)}$: excreción de nitrógeno por Sistema de Manejo de Estiércol (kg/año).

$N_{(T)}$: número de animales de tipo T en el país

$Nex_{(T)}$: excreción de nitrógeno de los animales de tipo T en el país (kgN/animales/año)

$SME_{(T)}$: fracción de los $Nex_{(T)}$ en uno de los varios sistemas de manejo de estiércol diferenciados para los animales de tipo T en el país

T : tipo de categoría de animal

Fuente: GL1996, Volumen 4. Página 4.10

A través del uso de la ecuación anterior, se determina la cantidad de nitrógeno que es excretado según cada sistema de manejo de estiércol existente en el país. Una vez determinado se deberá multiplicar este resultado por su respectivo factor de emisión.

Ecuación 10. Emisiones de Óxido Nitroso por Manejo de Estiércol

$$N_2O_{(SME)} = \Sigma [Nex_{(SME)} \bullet FE_{(SME)}]$$

Donde:

$N_2O_{(SME)}$: emisiones de óxido nitroso de todos los sistemas de manejo de estiércol

$Nex_{(SME)}$: excreción de nitrógeno por Sistema de Manejo de Estiércol (kg/año)

$FE_{(SME)}]$: factor de emisión de óxido nitroso para un sistema de manejo de estiércol (kg de N_2O-N/kg de Nx en SME

Fuente: GL1996, Volumen 4.Página 4.11

4.2.2.2 Descripción del nivel de actividad

Para estimar las emisiones de N_2O procedentes de los sistemas de manejo del estiércol, se utilizan los datos sobre la población de ganado, utilizando la misma caracterización básica que se ha utilizado en la fermentación entérica, las mismas que se detallan en la Tabla 14.

4.2.2.3 Factores de emisión y conversión

Factores de emisión

La GL1996 brinda los factores de emisión por defecto sobre la base de las características del estiércol (Sistema de Manejo de estiércol-Bo, Tasas de excreción de nitrógeno, y Factor de conversión de metano - FCM) para cada población de ganado (especie, categoría o subcategoría) y sistema de manejo del estiércol que corresponda las cuales se detallan en la siguiente tabla 31.

Tabla 31. Factores de emisión de N_2O procedentes del Manejo del Estiércol

Factor de emisión		Fuente de información
Factores de emisión para el manejo del estiércol del ganado (kg /cabeza/año) por región climática	D	IPCC WGI Technical Support Unit (2000). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National

Factores de emisión de N_2O para un sistema de manejo del estiércol (kg N_2O-N/kg de Nex en SME)	D	Greenhouse Gas Inventories - Spanish version. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html
Tasas de Excreción de Nitrógeno	D	IPCC WGI Technical Support Unit (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Workbook (Volume 2) - Spanish version. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/agrcspan.html

Fuente: DGAAA – MINAGRI
C: Calculado, D: por defecto

La mejor estimación se obtendrá utilizando factores de emisión específicos del país que estén ampliamente documentados en publicaciones revisadas por especialistas en la materia, en Perú no se genera esta información por cuanto se utilizan los factores de emisión por defecto del IPCC.

a) Tasas anuales medias de excreción de nitrógeno ($Nex_{(T)}$)

Se utilizan tasas de excreción de nitrógeno por defecto provistas por la GL1996 que se muestran en la tabla 32.

Como regla general, el 50% del nitrógeno excretado se encuentra en las heces y el 50% en la orina. Por lo tanto, estas proporciones de $Nex_{(T)}$ deberán multiplicarse por los factores de emisión correspondientes para obtener las emisiones de N_2O-N procedentes de estas subcategorías de fuentes. Si las heces quemadas se utilizan como combustible, las emisiones deberán declararse dentro de la categoría *quema de combustibles* del IPCC, mientras que si la quema se realiza sin sistemas de recuperación de energía, las emisiones deberán declararse dentro de la categoría *incineración de desechos* del IPCC.

Tabla 32. Tasas de excreción de nitrógeno

Tasas de Excreción de Nitrógeno (Kg-N/animal/año)		Referencia
Ganado	Excreción de N	
Lechero	70.00	GL1996. Tabla 4-6
No lechero	40.00	GL1996. Tabla 4-7
Ovejas	12.00	GL1996. Tabla 4-8
Cabras	12.00	GL1996. Tabla 4-9
Caballos	40.00	GL1996. Tabla 4-10
Mulas y asnos	40.00	GL1996. Tabla 4-11
Cerdos	16.00	GL1996. Tabla 4-12
Alpacas	12.00	GL1996. Tabla 4-13
Llamas	12.00	GL1996. Tabla 4-14
Aves de corral	0.60	GL1996. Tabla 4-15
Cuy	1.00	INGEI 2000

Fuente: DGAAA – MINAGRI

b) Datos sobre el uso de los sistemas de manejo del estiércol ($SM_{(T,S)}$)

Se utilizan los valores por defecto establecidos en la GL1996. Los valores por defecto para el ganado vacuno lechero y no lechero, los búfalos y los cerdos se encuentran en los cuadros B-3 a B-6 del apéndice B de la sección 4.2 (ganado) del capítulo sobre Agricultura del Manual de Referencia, para todas las demás especies/categorías se encuentran en el cuadro 4-21 del capítulo sobre Agricultura del Manual de Referencia.

La Tabla 33 muestra el Porcentaje de participación de SME por tipo de ganado.

Tabla 33. Porcentaje de participación de Sistema de Manejo de Estiércol por tipo de ganado

Ganado	Lagunas anaeróbicas	Sistemas líquidos	Praderas y pastizales	Recolección y depósito diarios	Almacenamiento en estado sólido	Quema como combustible	Parcelas secas	Estiércol de aves de corral con cama	Estiércol de aves de corral sin cama
Lechero*	-	-	0.20	0.20	-	0.60	-	-	-
No lechero*	-	-	0.30	-	-	0.64	0.06	-	-
Ovejas**	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-
Cabras**	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-
Caballos**	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-
Mulas y Asnos**	-	-	1.00	-	-		-	-	-
Cerdos**	-	-	0.67	-	0.33		-	-	-
Alpacas***	-	-	0.90	-	-	0.10	-	-	-
Llamas***	-	-	0.70	-	-	0.30	-	-	-
Aves de corral**	-	-	0.05	-	-	-	-	0.87	0.08
Cuy**	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-

Fuente: DGAAA – MINAGRI

La tabla 34 resume los factores de emisión por defecto, de algunos sistemas de manejo incluidos en el Manual de Referencia de la GL1996.

Tabla 34. Factores de emisión por defecto del N_2O procedente del manejo del estiércol

Sistema de Manejo de Estiércol	Factor de Emisión (kg de N2O-N/kg de N excretado)	Referencia
Estanques anaeróbicos	0.001	OBP2000, Cuadro 4.12
Estado líquido	0.001	OBP2000, Cuadros 4.12
Praderas y pastizales	0.020	OBP2000, Cuadros 4.12
Recolección y depósito diario	0.005	GL1996, Tabla 4-8 (otros sistemas)
Almacenamiento en estado sólido	0.020	OBP2000, Cuadros 4.12
Quema como combustible	0.014	OBP2000, Cuadros 4.12
Parcelas secas	0.020	OBP2000, Cuadros 4.12
Estiércol de aves de corral con cama	0.020	OBP2000, Cuadros 4.12
Estiércol de aves de corral sin cama	0.005	OBP2000, Cuadros 4.12

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.2.2.4 Análisis de incertidumbre

Como se ha mencionado anteriormente, la incertidumbre de los datos de actividad se obtuvo mediante juicio de experto, para los factores de emisión por la fermentación entérica, se utilizan los valores por defecto que menciona la OBP2000 las cuales se detallan en la Tabla 7[8] de la sección de incertidumbre sectorial

Para las emisiones de óxido nitroso del Manejo del estiércol, la fuente que posee menor incertidumbre combinada como porcentaje total de las emisiones es por el Estiércol de aves de corral sin cama con 1.40% y la de mayor incertidumbre proviene el estiércol de aves de corral con cama con 60.69%.

La fuente que tiene menor incertidumbre introducida en las tendencias es nuevamente el estiércol de aves de corral sin cama con 1.18% y la de mayor incertidumbre es nuevamente el estiércol de aves de corral con cama con 51.18%.

[8] Ver la información especificada en la incertidumbre sectorial

Se consideran valores de incertidumbre altos lo cual indica que es necesario realizar acciones que permitan reducir esta incertidumbre.
La tabla 35 muestra los valores de incertidumbre para cada fuente de la categoría Fermentación entérica

Tabla 35. Incertidumbre de las emisiones de N2O procedente de los SME

Código de la categoría IPCC		Fuente	Gas	Emisiones año base (INGEI 2010)	Emisiones año t (RAGEI 2014)	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada √(E^2+F^2)	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
4		**Agricultura**								
	4B	Manejo de estiércol								
	10	Lagunas anaeróbicas	N_2O	-	-					
	11	Sistemas líquidos		-	-					
	12	Almacenamiento en estado sólido	N_2O	167.41	166.29	50.00%	75.00%	90.14%	13.75%	11.64%
	14	Otros: recolección y depósitos diarios	N_2O	55.73	62.92	50.00%	75.00%	90.14%	5.20%	4.39%
	15	Otros: parcelas secas	N_2O	110.66	109.98	50.00%	75.00%	90.14%	9.10%	7.70%
	16	Otros: estiércol de aves de corral con cama	N_2O	665.11	733.75	50.00%	75.00%	90.14%	60.69%	51.18%
	17	Otros: estiércol de aves de corral sin cama	N_2O	15.29	16.87	50.00%	75.00%	90.14%	1.40%	1.18%
				1,014.21	1,089.81				*63.12%*	*53.24%*

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.2.2.5 *Garantía de la calidad/control de calidad*

Para la garantía y el control de calidad, se siguieron las "Procedimientos generales de Control de calidad" que figuran en la OBP2000 y se detallan en la Tabla 9 del presente reporte, se utilizaron además la Orientaciones de la OBP2000 específicas al sector Agricultura para esta categoría de emisiones las cuales se describen a continuación:

Tabla 36. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de óxido nitroso provenientes del Manejo de estiércol

	Desarrollado	Pendiente
Revisión de los factores de emisión		Si se utilizan factores de emisión específicos del país, se deberá comparar con los factores por defecto y señalar cualquier diferencia que se detecte. Se deberá explicar y documentar el proceso de obtención de los factores de emisión específicos del país
Examen de los datos de actividad	Examen de los datos de actividad verificando la probabilidad de usar datos específicos del país para los valores de Nex (T) y SM(T,S), o continuar usando los valores por defecto del IPCC.	Si se utilizan datos específicos del país con respecto a los valores de Nex (T) y SM (T, S), se deberá comparar con los valores por defecto del IPCC. Deberá documentarse cualquier diferencia significativa que se detecte, así como las fuentes de los datos y los métodos empleados para obtenerlos
Revisión externa	al interior del Grupo INFOCARBONO de MINAGRI los valores de, nutrición animal y emisiones de gases de efecto invernadero fueron revisados por especialistas en nutrición animal	Se deberá recurrir a especialistas en manejo del estiércol, nutrición animal y emisiones de gases de efecto invernadero para llevar a cabo un examen especializado de los métodos y datos utilizados

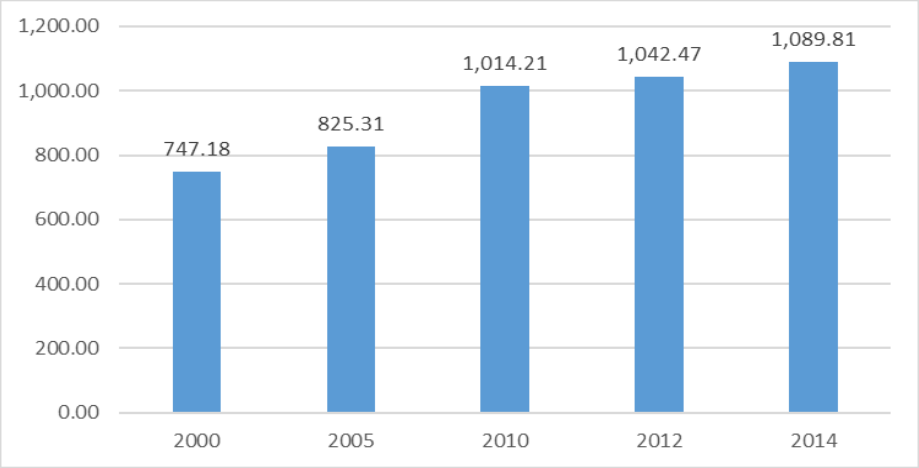
Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.2.2.6 *Análisis de resultado de la categoría*

En el año 2014, las emisiones totales de los Sistemas de Manejo de estiércol fueron de 1,394.94 $GgCO_2eq$ (esto incluye emisiones de metano y óxido nitroso) que representa el 5.32% del sector agricultura.

Solo las emisiones de óxido nitroso (N_2O) para este periodo se estimaron en 1,089.81 Gg CO_2eq, con un aporte significativo del estiércol de aves de corral con cama, las cuales presentan tendencias incrementales durante el período de evaluación.

Figura 11. Emisiones de N_2O de los Sistemas de Manejo de Estiércol



Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.2.2.7 *Siguientes pasos*

A continuación, se plantean las principales acciones a realizar en el largo plazo para mejorar la calidad de las estimaciones de GEI para esta categoría:

- A Largo plazo:
  a. Medir las emisiones (por unidad de N en el estiércol) procedentes de distintos SME

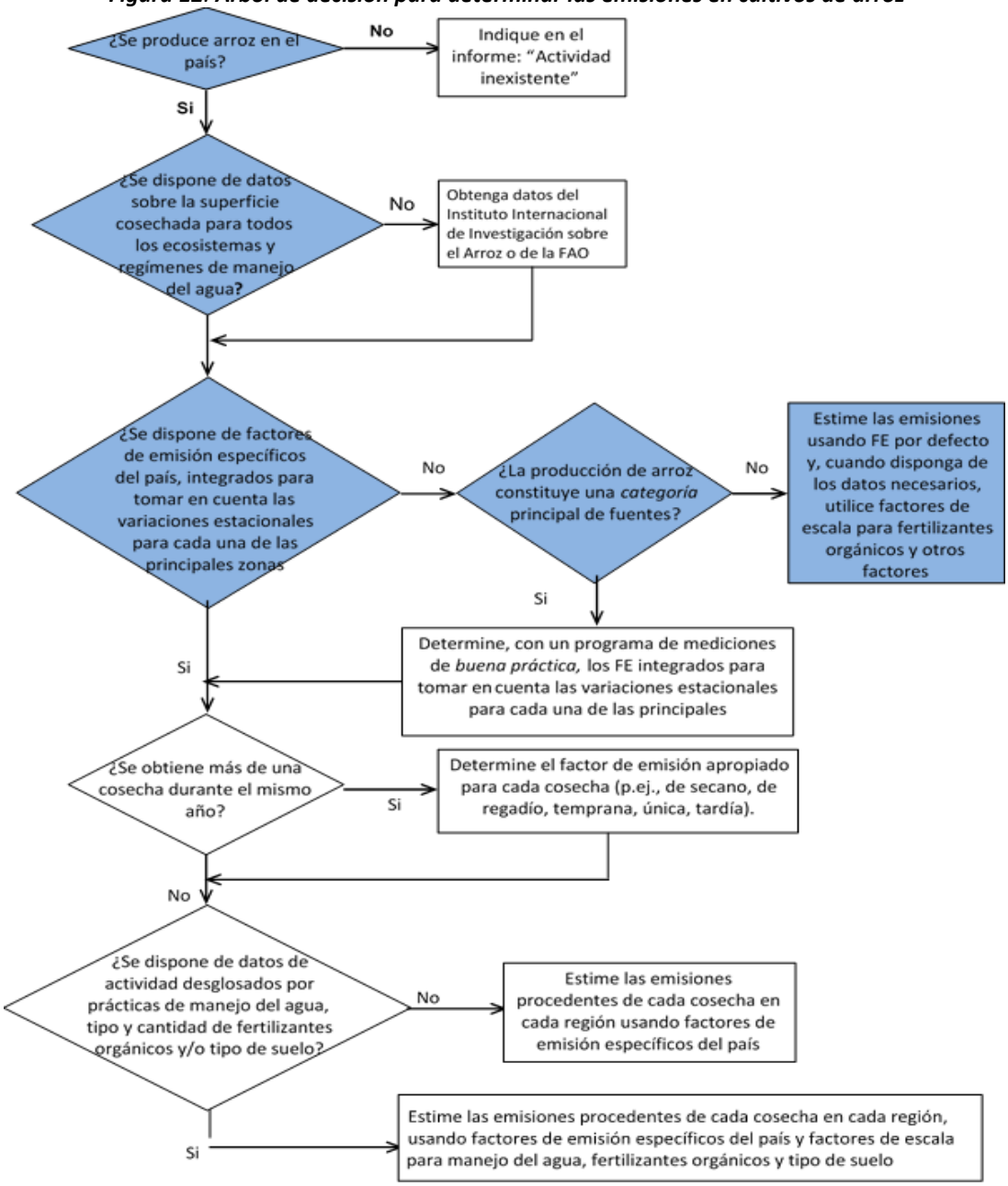
b. Se trabajará en generar datos cuantitativos sobre las cantidades de estiércol que se manejan mediante los diferentes sistemas de manejo de estiércol
c. En el largo plazo, se espera obtener mediciones exactas de los sistemas de manejo del estiércol claramente definidos, documentando sobre la temperatura, las condiciones de humedad, aireación, contenido de N del estiércol, el carbono metabolizable, duración del almacenamiento y otros aspectos del tratamiento.
d. Incluir en las estadísticas anuales el recojo de información sobre los SME.

4.3 Cultivo de Arroz

4.3.1 Elección del método

Para el cálculo de las emisiones de metano del cultivo de arroz, se aplica las orientaciones de la GL1996. La Figura 12 muestra el árbol de decisiones que facilita la elección del nivel de cálculo de emisiones de metano.

Figura 12. Árbol de decisión para determinar las emisiones en cultivos de arroz



Fuente: OBP2000, Capítulo 4, Página 4.36

Considerando la información disponible para estimar las emisiones provenientes del cultivo de arroz y siguiendo los pasos del árbol de decisión, el nivel de cálculo aplicable es el nivel 1. En ese sentido, la ecuación que se debe aplicar es la siguiente:

Ecuación 11: Emisiones de Metano por Cultivos de Arroz

$$\text{Emisiones}_{(CH4)} = \Sigma\ (FE_i \bullet S_i \bullet 10^{-12})$$

Donde:

Emisiones (CH4) :emisiones de metano por cultivos de arroz

FEj : factor de emisión para el sistema de riego j

Sj : superficie anual cosechada según el sistema de riego j

Fuente: Adaptada de la GL1996, Manual de Referencia, Página 4.60

4.3.2 Descripción del nivel de actividad

Los datos de actividad para estimar las emisiones procedentes del Cultivo de arroz, corresponden a las estadísticas sobre la producción de arroz y la superficie cosechada que se obtienen del SIEA del MINAGRI, en futuros RAGEI será necesario examinar las estadísticas sobre la superficie cosechada en (parte de) el país, comparándolas con datos obtenidos por teledetección. La tabla 37 presenta la información sobre el nivel de actividad requerido y la fuente de información de para el cálculo de emisiones de CH_4 provenientes del cultivo de arroz:

Tabla 37. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de CH_4 provenientes del Cultivo de Arroz

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional	Fuente de información	Uso de la información	Gases de GEI generados por el nivel de actividad	Comentarios
4C	Cultivos de arroz	Superficie cosechada anualmente correspondiente a cada régimen de manejo de agua (m2/año)	Superficie cosechada mensual de arroz cáscara por región (arroz cáscara) (Ha)	'Ministerio de Agricultura y Riego. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas (2014) Anuario de Producción Pecuaria y Avícola. Recuperado de http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuarios-estadisticos	Sirven para estimar, luego de multiplicarse por sus respectivos factores de emisión, las emisiones de GEI según el tipo de riego.	CH_4	En Perú no se registra la información sobre participación por tipos de riego. Actualmente se ha extraído en base a data experto sobre pilotos de nivel subnacional
			Participación de los cultivos por tipos de sistemas de riego para el cultivo de arroz (%)	Dictamen de experto			

Fuente: DGAAA – MINAGRI

Considerando el método de cálculo seleccionado y las ecuaciones incluidas en este, es necesario contar con toda la información que se detalla a continuación:

a) Superficie cosechada anualmente correspondiente a cada régimen de manejo de agua

Se requiere contar con información de la superficie cosechada de acuerdo a los diferentes regímenes de manejo de agua. En el Perú, el MINAGRI a través del SIEA reporta Los valores de las superficies cosechadas de arroz por región se detallan en la tabla 38.

Tabla 38. Superficie cosechada mensual de arroz por región - 2014

N°	Región	Total (ha)
1	**Nacional**	**381,367.92**
2	Amazonas	47,617.00
3	Ancash	4,715.00
4	Apurímac	0.00
5	Arequipa	20,070.00
6	Ayacucho	243.00
7	Cajamarca	26,606.00
8	Cusco	1,511.00
9	Huancavelica	0.00
10	Huánuco	7,057.00
11	Ica	0.00
12	Junín	1,769.00
13	La Libertad	33,570.00
14	Lambayeque	42,258.00
15	Lima	0.00
16	Loreto	29,949.00
17	Madre de Dios	2,876.00
18	Moquegua	0.00
19	Pasco	2,906.00
20	Piura	41,284.00
21	Puno	237.00
22	San Martín	89,997.42
23	Tacna	0.00
24	Tumbes	18,111.50
25	Ucayali	10,591.00

Fuente: Anuario Producción Agrícola 2014 - MINAGRI

La GL1996 define diferentes categorías para los regímenes de manejo de agua en relación al tipo de riego (regadío, secano y aguas profundas); en el Perú no se genera información con ese nivel de desagregación por cuanto los porcentajes de participación de los cultivos de arroz por sistema de manejo de riego se obtuvieron mediante dictamen de expertos. La tabla 39 resume los datos sobre la participación de los cultivos de arroz por regímenes de manejo aplicados para el cálculo de emisiones en esta categoría.

Tabla 39. Régimen de gestión del agua para el Cultivo de Arroz

Tipos de sistemas de riego para el cultivo de arroz			Participación (%)	Superficie cosechada (m^2 x 10^{-9})
De regadío	Anegados continuamente		0.39	1.49
	Anegados intermitentemente	Aeración sencilla	0.46	1.75
		Aeración múltiple	-	-
De secano	Anegadizos		0.07	0.27
	Expuesto a la sequía		0.08	0.31
Aguas profundas	Profundidad del agua 50-100 cm		-	-
	Profundidad del agua > 100 cm		-	-

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.3.3 Factores de emisión y conversión

Factores de emisión

Para el caso de los cultivos de arroz, se debe tener en cuenta, que las diferentes condiciones del cultivo determinan el valor de las emisiones, para las estimaciones del RAGEI 2014 y las actualizaciones 2012, 2010, 2005 y 2000 se han utilizado factores de emisión por defecto de la GL1996 como se especifica en la tabla 40.

Tabla 40. Variables para determinar factores de emisión del cultivo de Arroz

Factor de emisión		Fuente de información
Factor de emisión integrado de metano para tomar en cuenta las variaciones estacionales para el arroz anegado sin fertilizantes orgánicos	D	IPCC WGI Technical Support Unit (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Workbook (Volume 2) - Spanish version. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/agrcspan.html

Fuente: DGAAA – MINAGRI

a) Factor de emisión integrado de metano para tomar en cuenta las variaciones estacionales para el arroz anegado

La GL1996, brinda las orientaciones para hallar el factor de emisión integrado usando en todos los casos los valores por defecto que brinda la GL1996, adicionalmente el Manual de Referencia de la GL1996 define el factor de emisión integrado como el producto agregado de la superficie de arroz, el factor de escala, el factor de corrección por fertilizante orgánico y para las variaciones estacionales, que puede representarse como sigue:

Ecuación 12 Factor de Emisión integrado de Metano por Cultivos de Arroz

$$FE = \sum_i \sum_j \sum_k EF_{ijk} * 10^{-12}$$

Donde:

FE : factor de emisión integrado ajustado para una superficie de cosecha dada

Ijk : categorías que determinan las variaciones en las emisiones de metano (factor de escala para reflejar las diferencias en los regímenes de manejo del agua, factor de corrección para fertilizantes orgánicos y factor de emisión para variaciones estacionales)

Fuente: Manual de Referencia de la GL1996, Capítulo 4ref5, página 4.60

Tabla 41. Factores de emisión de Cultivo de Arroz

Régimen de gestión del agua			Factor de escala *	Factor de corrección para el fertilizante orgánico **	FE variaciones estacionales - arroz anegado continuamente sin fertilizantes orgánicos *** (g/m^2)
De regadío	Anegados continuamente		1.00	1.00	20.00
	Anegados intermitentemente	Aeración sencilla	0.50	1.00	20.00
		Aeración múltiple	0.20	1.00	20.00
De secano	Anegadizos		0.80	1.00	20.00
	Expuesto a la sequía		0.40	1.00	20.00
Aguas profundas	Profundidad del agua 50-100 cm		0.80	1.00	20.00
	Profundidad del agua > 100 cm		0.60	1.00	20.00

*** Fuente: GL1996. Tabla 4.10, ** Fuente: GL1996, página 4.18, numeral 3, *** Fuente: GL1996. Tabla 4.11**

Fuente: DGAAA – MINAGRI

A continuación, se listan algunas consideraciones que determinan la variación de las emisiones en el cultivo de arroz y que debieran ser consideradas a largo plazo:

- Diferencias regionales en las prácticas de cosecha de arroz por tipo de ecosistema y régimen de manejo de agua
- Cosechas múltiples
- Incorporación de fertilizantes orgánicos
- Tipo de suelo

4.3.4 Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de las estimaciones de CH4 procedentes de los cultivos de arroz puede estar afectada por la variabilidad natural, como la variabilidad anual del clima, y la variabilidad que existe dentro de las unidades presuntamente homogéneas, como la variabilidad espacial en una unidad de campo o de suelo (OBP 2000).

Como se ha mencionado anteriormente, la incertidumbre de los datos de actividad se obtuvo mediante juicio de experto, para los factores de emisión por la fermentación entérica, se utilizan los valores por defecto que menciona la OBP2000 las cuales se detallan en la Tabla 79 de la sección de incertidumbre sectorial.

Para las emisiones de metano procedentes de los cultivos de arroz, la fuente que posee menor incertidumbre combinada es el cultivo de arroz de secano con 5.89% y la de mayor incertidumbre el cultivo de arroz de regadío con 63.27%.

La fuente que tiene menor incertidumbre introducida en las tendencias es nuevamente el cultivo de arroz de secano con 6.47% y la de mayor incertidumbre recae nuevamente en el cultivo de arroz de regadío con 45.57%.

Se consideran valores de incertidumbre altos lo cual indica que es necesario realizar acciones que permitan reducir esta incertidumbre.

La tabla 42 muestra los valores de incertidumbre para cada fuente de la categoría.

[9] Ver la información especificada en la incertidumbre sectorial

Tabla 42. Incertidumbre de las emisiones de metano provenientes del cultivo de arroz

Código de la categoría IPCC		Fuente	Gas	Emisiones año base (INGEI 2010)	Emisiones año t (RAGEI 2014)	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada √(E^2+F^2)	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
4		**Agricultura**								
	4C	Cultivos de arroz								
	1	De regadío	CH_4	1,012.07	993.08	37.50%	61.75%	72.24%	63.27%	45.57%
	2	De secano	CH_4	143.65	140.95	37.50%	29.00%	47.41%	5.89%	6.47%
	3	Aguas profundas	CH_4	-	-					
	4	Otros								
				1,155.72	1,134.04				*63.54%*	*46.03%*

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.3.5 Garantía de la calidad/control de calidad

Para la garantía y el control de calidad, se siguieron las "Procedimientos generales de Control de calidad" que figuran en la OBP2000 y se detallan en la Tabla 9 del presente reporte, se utilizaron además la Orientaciones de la OBP2000 específicas al sector Agricultura, estas se describen a continuación:

Tabla 43. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de Metano provenientes del Cultivo de arroz

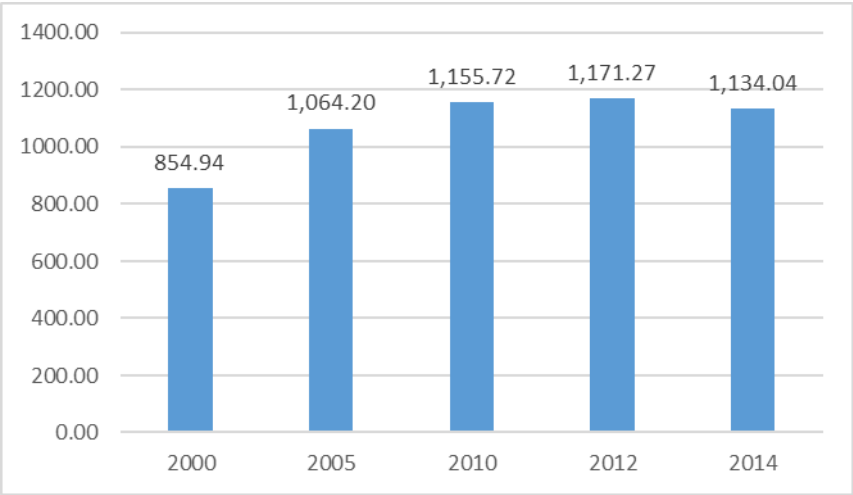
	Desarrollado	Pendiente
Compilación de las emisiones nacionales	comparación recíproca de las estadísticas agregadas sobre el rendimiento de las cosechas y la superficie cultivada declarada, con los totales nacionales u otras fuentes de datos sobre el rendimiento de las cosechas y la superficie cultivada	cálculo retrospectivo de los factores de emisión nacionales a partir de datos agregados sobre las emisiones y otros datos
	comparación recíproca de los totales nacionales con los valores por defecto y datos de otros países	

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.3.6 Análisis de resultado de la categoría

En el año 2014, las emisiones de metano provenientes del cultivo de arroz fueron de 1,134.04 $GgCO_2eq$ que representan el 4.32 del sector agricultura. La principal fuente de emisión para esta categoría procede del sistema de riego anegado continuamente (87.57%).

Figura 13. Emisiones de Metano de la Categoría Cultivos de arroz



Fuente: DGAAA – MINAGRI

No se percibe una clara tendencia para este período de análisis, sin embargo, a nivel mundial la tendencia de la producción de arroz es decreciente a partir del año 2003, aun cuando la demanda por el producto se denota creciente.

En el Perú, el arroz es el primer producto en área sembrada y cosechada, muy por encima del café, papa y maíz amarillo; con 380,000 hectáreas en promedio. El Programa Nacional de Innovación Agraria en Arroz del INIA (PNIA) es una institución adscrita al MINAGRI que se encuentra desarrollando innovaciones para el sector productor arrocero peruano, entre las cuales se contempla la validación de la tecnología de riego de secas intermitentes (SICA) que incluye medición de datos en terreno para obtener los factores de emisión del cultivo de arroz.

4.3.7 Siguientes pasos

A continuación, se plantean las principales acciones a realizar a largo plazo para mejorar la calidad de las estimaciones de GEI para la categoría Cultivos de Arroz:

- Desarrollar información sobre las prácticas de manejo del agua;
- Incluir en las estadísticas anuales el recojo de información sobre los Sistemas de Riego del Cultivo de Arroz
- Desglosar los datos sobre fertilizantes orgánicos y tipos de suelos con el mismo grado de desagregación que tengan los datos de actividad.
- Establecer mediciones en terreno, siguiendo las orientaciones del apéndice 4.3 de la OBP 2000.

4.4 Suelos Agrícolas

4.4.1 Emisiones directas de N2O procedentes de Suelos Agrícolas

El total de emisiones de N_2O – N en un país se calcula mediante la fórmula que se presenta en la ecuación 13.

Ecuación 13. Emisiones de N_2O totales

$$N_2O = N_2O_{Directas} + N_2O_{Animales} + N_2O_{Indirectas}$$

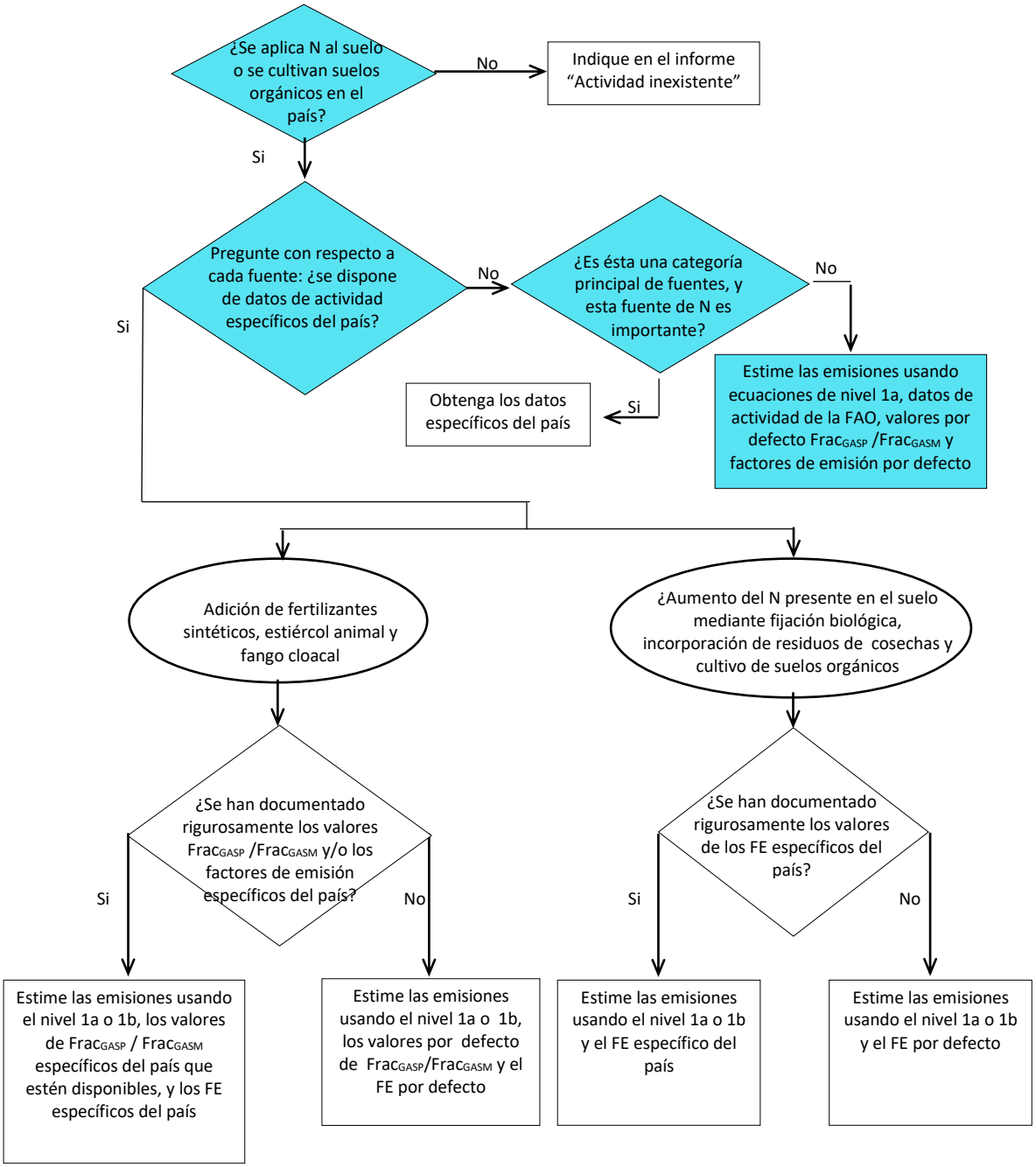
4.4.1.1 Elección del método

Para el cálculo de las emisiones directas de los suelos agrícolas, se aplica una combinación de las orientaciones de la GL1996 y la OBP2000. El método que se describe en la GL1996 para la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de los suelos agrícolas debido a la aplicación de N y a otras prácticas de cultivo refleja los aportes de nitrógeno antropogénico (N) resultantes del uso de fertilizantes sintéticos (F_{SN}) y estiércol de animal (F_{EA}), el cultivo de variedades fijadoras de N (F_{NB}), la incorporación de residuos de las cosechas a los suelos (F_{RC}) y la mineralización del nitrógeno del suelo debido al cultivo de suelos orgánicos (F_{SO}).

Dado que las emisiones directas e indirectas y se tratan en forma separada, la porción de N en los fertilizantes sintéticos y estiércol animal que se volatiza luego de ser aplicado, se resta de las cantidades aplicadas y del N_2O que se emite para que a partir de estos valores se calculen una parte de las emisiones indirectas.

La Figura 14 muestra el árbol de decisiones aplicable para las emisiones directas de N_2O procedentes de los suelos agrícolas, tanto el nivel 1a como el 1b son compatibles con las OBP2000 siempre y cuando los factores de emisión y los datos de actividad se determinen con arreglo a las pautas que brinda la OBP2000.

Figura 14. Árbol de decisiones aplicable a las emisiones directas de N_2O procedentes de los Suelos Agrícolas



Fuente: OBP2000, figura 4.7, página 4.61

De acuerdo al árbol de decisiones corresponde aplicar el nivel metodológico 1a, el cual se realiza aplicando la siguiente ecuación:

Ecuación 14 . Emisiones Directas de N_2O procedente de los Suelos Agrícolas (nivel 1a)

$$N_2O_{Directo} - N = [(F_{SN} + F_{EA} + F_{NB} + F_{RC}) \bullet FE_1] + (F_{SO} \bullet FE_2)$$

Donde:

$N_2O_{Directo} - N$	: emisión de N_2O en unidades de nitrógeno
F_{SN}	: cantidad anual de nitrógeno en los fertilizantes sintéticos aplicados a los suelos y que no volatilizan
F_{EA}	: cantidad anual de nitrógeno en el estiércol animal aplicado intencionalmente a los suelos
F_{NB}	: cantidad de nitrógeno fijado por las variedades fijadoras de N que se cultivan anualmente
F_{RC}	: cantidad de nitrógeno en residuos de cosechas que se reintegran anualmente a los suelos
FE_1	: factor de emisión correspondiente a las emisiones procedentes de aportes de N (kg de N_2O-N/kg aporte de N)
F_{SO}	: superficie de suelos orgánicos que se cultiva anualmente
FE_2	: factor de emisión correspondiente a las emisiones procedentes del cultivo de suelos orgánicos (kg de N_2O-N/ha-año)
	Fuente: GL1996, Página 4.41

Para poder aplicar la ecuación es necesario estimar las cantidades de los distintos aportes de n (F_{SN}, F_{EA}, F_{NB}, F_{RC}, F_{SO}), los cuales se han desarrollado siguiendo las orientaciones presentadas en la GL1996 y la OBP2000; en ningún caso se han utilizado ecuaciones desagregadas ni combinación de ecuaciones o niveles metodológicos.

4.4.1.2 Descripción de datos de actividad

Considerando el método de cálculo seleccionado y las ecuaciones incluidas para estimar las emisiones directas de N2O, es necesario contar con toda la información que se detalla a continuación:

Tabla 44. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones directas de N_2O

Clasificación	Fuente de emisión / captura	Definición	Nivel de actividad		Dato Nacional (unidad)	Uso de la información	Gases de GEI generados	Comentarios
4D	Suelos Agrícolas	Emisiones directas de N_2O de suelos gestionados por la aplicación de fertilizantes (kg N/año)	**Aporte de nitrógeno por fertilizantes sintético** . Total de fertilizante sintético utilizado en el país . Fracción del total de nitrógeno del fertilizante sintético que se emite como NO_x + NH_3	F_{SN}	Volumen de importaciones de principales fertilizantes (ton/año)	Sirven para determinar la cantidad de nitrógeno procedente de los fertilizantes que se aplica a los suelos.	N_2O	Gran parte de esta información es tomada de data experto, no se generan estadísticas específicas para abordarlas
					Concentración de Nitrógeno por tipo de fertilizante (kg N/kg N)			
			Aporte total de nitrógeno en cultivos fijadores del nitrógeno (FBN) . Producción de legumbres secas y soya	F_{NB}	Producción mensual de legumbres (Hortalizas y legumbres secas) (ton)	Sirven para determinar la cantidad de nitrógeno procedente de los cultivos fijadores de nitrógeno.		
			Aporte de nitrógeno por residuos dejados en campo . Producción de legumbres secas y soya en el país (kg/año) . Producción de otros cultivos en el país (kg/año)	F_{RC}	Producción mensual de legumbres (Hortalizas y legumbres secas) (ton)	Sirven para estimar el aporte de N a los suelos		
					Producción de principales cultivos por región (no fijadores de nitrógeno) (ton)			
		Emisiones de N_2O de los suelos procedentes del pastoreo de animales	Aporte de nitrógeno procedente del estiércol (Ver Estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes del Manejo de estiércol)[10]	F_{EA}	Emisiones de GEI proveniente de los Sistemas de manejo de estiércol (Kg N_2O - N/kg N)			
					Nitrógeno excretado por los SME (Kg N/año)			

Fuente: DGAAA – MINAGRI

[10] Las orientaciones para el cálculo de esta fuente se describen en la sección correspondiente al ganado, pero se declaran aquí

a) Aporte de nitrógeno por fertilizantes sintético (F_{SN})

El término F_{SN} se refiere a la cantidad anual de N procedente de fertilizantes sintéticos ajustada, para obtenerlo es necesario determinar la cantidad total de fertilizante sintético que se consume anualmente (N_{FERT}), el cual se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 15: Total de fertilizante sintético utilizado en el país

$$F_{SN} = N_{FERT} * (1 - Frac_{GASF})$$

Donde:

N_{FERT} :total de fertilizante sintético utilizado en el país

$Frac_{GASF}$: fracción del total de N del fertilizante sintético que se emite como $NO_x + NH_3$

Fuente: GL1996, Volumen4, Página 4.36

Para el presente RAGEI se asume que todo el fertilizante importado se utiliza el año de inventario, este dato se obtiene de la información reportada como parte de las estadísticas anuales reportada en el SIEA; para calcular el valor de F_{SN} se requiere además conocer la concentración de N por tipo de fertilizante (FAO, 2002), tal como se muestra en la tabla 45.

Tabla 45. Importación de principales fertilizantes químicos y contenido de N por tipo de fertilizante

N°	Tipo de Fertilizantes Nitrogenado	2014 (tonelada)	N en el fertilizante (%) (FAO, 2002)
1	Urea, uso agrícola	341,910.57	46
2	Fosfato diamónico	172,561.46	18
3	Sulfato de amonio	134,223.70	21
4	Nitrato de amonio, uso agrícola	99,363.71	34

Fuente: DGAAA – MINAGRI

b) Aporte total de nitrógeno en cultivos fijadores de nitrógeno (FNB)

El aporte de N por las variedades fijadoras de N que se cultivan anualmente (FNB) se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 16: Aporte total de N en cultivos fijadores

$$F_{NB} = 2 * Cultivo_{BF} * Frac_{NCRBF}$$

Donde:

$Cultivo_{BF}$: producción de legumbres secas + soya en el país

$Frac_{NCRBF}$: fracción del N en cultivos fijadores de N

El factor 2 permite convertir las cifras de la FAO para la producción de cultivos a total de biomasa de los cultivos

Fuente: GL1996, Volumen4, Página 4.39

El cálculo del aporte total de N en cultivos fijadores, se basa en el supuesto de que la cantidad contenida en la parte aérea (producto más residuos) de la planta es representativa de la cantidad total de N fijado por el cultivo, para estos efectos se utiliza 2 como valor por defecto para convertir $Cultivo_{BF}$ en el total de residuos y productos, se considera que este factor tiene un valor demasiado bajo para algunas legumbres y soya resultando en una subestimación del total de residuos y productos por cuanto sería necesario desarrollar información que permita mejorar este valor, una forma de desarrollar mejor este cálculo sería desarrollando el cuadro denominado "estadísticas seleccionadas sobre residuos de cosechas" explicado en la GL1996 y que puede ser completado con información de la OBP2000 y que se desarrolla en la sección de Quema de residuos agrícolas.

Tabla 46. Producción total de Cultivos fijadores de N - año 2014

Cultivos	Producción (kg)
Alfalfa	6,603,512,433.00
Frijol	105,645,086.00
Soya	2,118,788.00
Arveja	185,701,309.00
Haba	149,396,302.00
Pallar	11,826,294.00
Tarwi	12,155,588.00

Fuente: DGAAA – MINAGRI

c) Aporte de nitrógeno por residuos dejados en campo (FRC)

La cantidad de N que vuelve anualmente a los suelos mediante la incorporación de residuos de cosechas (F_{RC}) se estima determinando la cantidad total de N que se produce en los residuos de las cosechas, este valor se estima multiplicando la producción anual de cultivos fijadores de N ($Cultivo_{BF}$) y otros cultivos ($Cultivo_{O}$) por sus respectivos contenidos de N; adicionalmente se usa 2 como valor por defecto para convertir $Cultivo_{BF}$ y $Cultivo_{O}$ en el total de residuos y productos, similar a lo detallado en los cultivos fijadores de N. En ese sentido la ecuación para calcular el aporte de N procedente de los residuos de las cosechas es la siguiente:

Ecuación 17: Aporte de N procedente de los residuos de las cosechas

$$F_{RC} = 2 * [Cultivo_{O} * Frac_{NCRO} + Cultivo_{BF} * Frac_{NCRBF}] * (1-Frac_{R}) * (1-Frac_{QUEM})$$

Donde:

$Cultivo_{BF}$: producción de legumbres secas + soya en el país

$Cultivo_{O}$: producción de cultivos no fijadores de N

$Frac_{NCRBF}$: fracción del N en cultivos fijadores de N

$Frac_{NCRO}$: fracción del N en cultivos no fijadores de N

$Frac_{RF}$: fracción de los residuos de las cosechas que se $Frac_{QUEM}$: fracción de residuos de la cosecha que se quema en lugar de ser abandonados en los campos

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

Fuente: GL1996, Volumen4, Página 4.39

Se considera que el factor 2 puede estar subestimando esta información por cuanto sería necesario organizar la información como lo detallado en el cuadro denominado "estadísticas seleccionadas sobre residuos de cosechas" explicado en la GL1996. Para el presente RAGEI se incluyeron mayor cantidad de cultivos en relación a los anteriores reportes por cuanto fue necesario recalcular las estimaciones (se usan 31 cultivos que representan el 95% de la producción agrícola anual, anteriormente se calculaba sobre la base de 15 cultivos), la inclusión de cultivos estuvo en relación al análisis de la producción agrícola.

Tabla 47. Producción de principales Cultivos por región- año 2014

Cultivos	Producción (kg)
Caña para azúcar	11,389,617,188.40
Papa	4,704,987,435.00
Arroz	2,896,612,671.00
Banana	2,125,838,947.00
Trigo	218,903,763.00
Maíz (3 variedades)	1,933,041,719.00
Yuca	1,195,925,806.00
Cebolla de cabeza	758,233,260.00

Cultivos	Producción (kg)
Camote	278,293,424.00
Quinua	114,724,680.00
Alcachofa	103,348,109.00
Algodón	92,471,463.00
Piña	455,296,605.00
Espárrago	377,700,969.00
Cebada	226,310,031.00
Café	222,047,015.00
Cacao	81,651,081.00
Palma aceitera	617,633,539.00
Tomate	265,948,045.00
Alfalfa	6,603,512,433.00
Frijol (2 variedades)	105,645,086.00
Soya	2,118,788.00
Arveja (2 variedades)	185,701,309.00
Haba (2 variedades)	149,396,302.00
Pallar	11,826,294.00
tarwi	12,155,588.00

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.4.1.3 Factores de emisión y conversión

Factores de emisión

La GL1996 brinda los factores de emisión por defecto, tal como se muestra en la tabla 48.

Tabla 48. Factores de emisión de N_2O procedentes de los Suelos Agrícolas

Factor de emisión		Fuente de información
Factores de emisión y fracciones para los cálculos de emisiones procedentes de Suelos agrícolas	D	IPCC WGI Technical Support Unit (2000). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories - Spanish version. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html
Factores de emisión de N_2O para un sistema de manejo del estiércol (kg N_2O-N/kg de Nex en SME)	D	
Tasas de Excreción de Nitrógeno	D	IPCC WGI Technical Support Unit (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Workbook (Volume 2) - Spanish version. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/agrcspan.html

Fuente: DGAAA – MINAGRI

C: Calculado

D: por defecto

Los factores de emisión utilizados para esta fuente se detallan en la tabla N° 49.

Tabla 49. Factores de emisión para Suelos Agrícolas

Factor de emisión	Valor	Fuente
FE1: (kg N2O-N/kg)	0.0125	GL 1996, tabla 4.18, página 4.41
FracGasm: (kg NH3-N + Nox-N/kg N)	0.20	GL 1996, tabla 4.17, página 4.38
FracNCR0: (kgN/kg de biomasa seca)	0.02	GL 1996, tabla 4.17, página 4.38
FracNCRBF: (kgN/kg de biomasa seca)	0.03	GL 1996, tabla 4.17, página 4.38
FracR	0.50	OBP 2000, página 4.70
FE3: Praderas y pastizales	0.02	OBP 2000, cuadro 4.12, página 4.48
FracGasf: (kg NH3-N + NOx-N/kg N)	0.10	GL 1996, tabla 4.17, página 4.38
FE4: (kg N2O-N por kg NH3-N y Nox-N)	0.01	GL 1996, tabla 4.18, página 4.41
FracLix: (kgN/kg de N del fertilizante o el estiércol)	0.30	GL 1996, tabla 4.17, página 4.38
FE5: (kg N2O-N/kg lixiviación o escorrentía)	0.03	GL 1996, tabla 4.18, página 4.41
FracComb: (kg N/kg del N excretado)	0.15	INGEI 2000 (Dictamen de expertos: Gladys Carrión, José Calle y Víctor Hidalgo)
FracPast: (kg N/kg del N excretado)	0.60	INGEI 2000 (Dictamen de expertos: Gladys Carrión, José Calle y Víctor Hidalgo)

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.4.1.4 Análisis de incertidumbre

Las incertidumbres en las estimaciones de las emisiones directas de N_2O procedentes de los suelos agrícolas se deben a las incertidumbres relacionadas con los factores de emisión y los datos de actividad, al alcance insuficiente de las mediciones, a la agregación espacial y a la falta de información sobre prácticas específicas de los distintos establecimientos agrícolas.

Como se ha mencionado anteriormente, la incertidumbre de los datos de actividad se obtuvo mediante juicio de experto, para los factores de emisión por la fermentación entérica, se utilizan los valores por defecto que menciona la OBP2000 las cuales se detallan en la Tabla 7[11] de la sección de incertidumbre sectorial.

La fuente que posee menor incertidumbre combinada como porcentaje total de las emisiones son las emisiones directas provenientes del N del estiércol con 1.23% y la de mayor incertidumbre son las emisiones directas por el pastoreo de los animales 17.02%.

La fuente que tiene menor incertidumbre introducida en las tendencias son nuevamente son las emisiones directas provenientes del N del estiércol con 0.90% y la de mayor incertidumbre son nuevamente son las emisiones directas por el pastoreo de los animales con 25.41%.

Se consideran valores de incertidumbre altos lo cual indica que es necesario realizar acciones que permitan reducir esta incertidumbre.

La tabla 50 muestra los valores de incertidumbre para cada fuente de la categoría:

[11] Ver la información especificada en la incertidumbre sectorial

Tabla 50. Incertidumbre de las emisiones directas de N_2O provenientes de los Suelos Agrícolas

Código de la categoría IPCC				Emisiones año base (INGEI 2010)	Emisiones año t (RAGEI 2014)	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
4		**Agricultura**								
	4D	Suelos Agrícolas	N_2O							
		Emisiones directas por Fertilizante sintético (FSN)	N_2O	929.25	871.23	77.50%	1.65%	77.52%	7.28%	10.90%
		Emisiones directas provenientes del N del estiércol	N_2O	135.43	132.57	41.94%	75.00%	85.93%	1.23%	0.90%
		Emisiones directas por el cultivo de fijadores del N (FBN)	N_2O	1,557.23	1,404.83	37.50%	1.65%	37.54%	5.68%	8.50%
		Emisiones directas de los residuos de las cosechas (FRC)	N_2O	416.48	1,130.90	39.38%	20.00%	44.16%	5.38%	7.36%
		Emisiones directas por el pastoreo de los animales	N_2O	3,987.75	3,715.94	42.37%	3.35%	42.50%	17.02%	25.41%
		Emisiones directas de N2O y Nox por lixiviación		1,736.23	2,022.59	42.37%	1.65%	42.40%	9.24%	13.83%
				8,762.37	9,278.05				*22.16%*	*32.91%*

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.4.1.5 Garantía de la calidad/control de calidad

Para la garantía y el control de calidad, se siguieron las "Procedimientos generales de Control de calidad" que figuran en la OBP2000 y se detallan en la Tabla 9 del presente reporte, se utilizaron además la Orientaciones de la OBP2000 específicas al sector Agricultura para esta categoría de emisiones las cuales se describen a continuación:

Tabla 51. Procedimientos de control de calidad para las emisiones directas provenientes de los Suelos Agrícolas

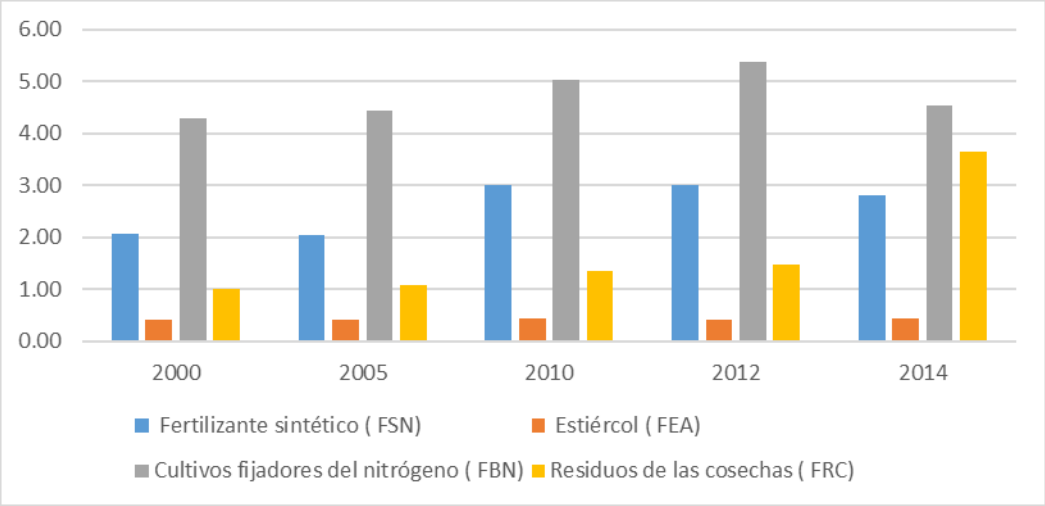
	Desarrollado	Pendiente
Revisión de los factores de emisión	Se revisaron los factores de emisión por defecto y se documentó su elección	Si se utilizan factores de emisión específicos del país, se deberá comparar con los factores por defecto del IPCC y señalar cualquier diferencia que se detecte. Se deberá explicar y documentar el proceso de obtención de los factores de emisión específicos del país
Revisión de las mediciones directas	Se garantizó que los datos sobre la excreción de N sean congruentes con los utilizados en la categoría de fuentes relativa a los sistemas de manejo del estiércol	Se compararon los datos específicos del país sobre el consumo de fertilizantes sintéticos con los datos de la IFA sobre el uso de fertilizantes y con las estimaciones de la FAO con respecto al consumo de fertilizantes sintéticos
	Se compararon las estadísticas de producción nacional de cultivos con las de la FAO	Cuando se utilicen factores basados en mediciones directas, el organismo encargado del inventario deberá revisar dichas mediciones para garantizar que sean representativas de la verdadera gama de condiciones ambientales y de manejo de los suelos, así como de las variaciones climáticas interanuales, y que se hayan realizado de acuerdo con normas reconocidas (OIEA, 1992)
	Se aseguró la aplicación de los procedimientos de GC/CC respecto a la caracterización de la población de ganado, y se utilizó la misma caracterización de la población de ganado en todas las fuentes	También deberá revisarse el protocolo de GC/CC que se aplique a nivel local, comparando entre sí las estimaciones resultantes de los distintos sitios y cotejándolas con las estimaciones basadas en valores por defecto.
	Se compararon los valores asignados específicamente a los distintos parámetros del país con los valores por defecto del IPCC	
Revisión externa		El organismo encargado del inventario deberá hacer revisar el método por especialistas en la materia, cuando lo adopte por primera vez o al modificarlo. Habida cuenta de la complejidad y el carácter singular de los parámetros utilizados en el cálculo de los factores específicos del país para estas categorías, en dichas revisiones deberán participar personas expertas en las esferas de que se trate

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.4.1.6 Análisis de resultado de la categoría

El año 2014 las emisiones totales por la fuente Suelos agrícolas fueron 13,479.04 GgCO2eq que representan el 51.38% del sector agricultura. Para el caso de las emisiones directas la Figura 15 muestra el comportamiento de las emisiones directas de N2O por fuente de emisión. Las principales fuentes son el cultivo de especies nitrificantes y la adición de fertilizantes en los suelos agrícolas.

Figura 15. Distribución de las fuentes directas de emisión de N_2O en Suelos Agrícolas



4.4.1.7 Siguientes pasos

Las emisiones de N_2O procedentes de los suelos agrícolas (directamente del suelo, directamente de animales en pastoreo, e indirectas) se declaran en forma agregada dentro de la categoría "Agricultura" del IPCC. Estas tres categorías de fuentes deben presentarse por separado dentro de los informes de los inventarios. A fin de garantizar una mayor transparencia en esos informes, las estimaciones de las emisiones procedentes de esta categoría de fuentes deben presentarse desglosadas en futuros RAGEI. A continuación, se describen una de las principales acciones necesarias para mejorar la estimación de las emisiones directas de N_2O procedentes de los suelos agrícolas a largo plazo:

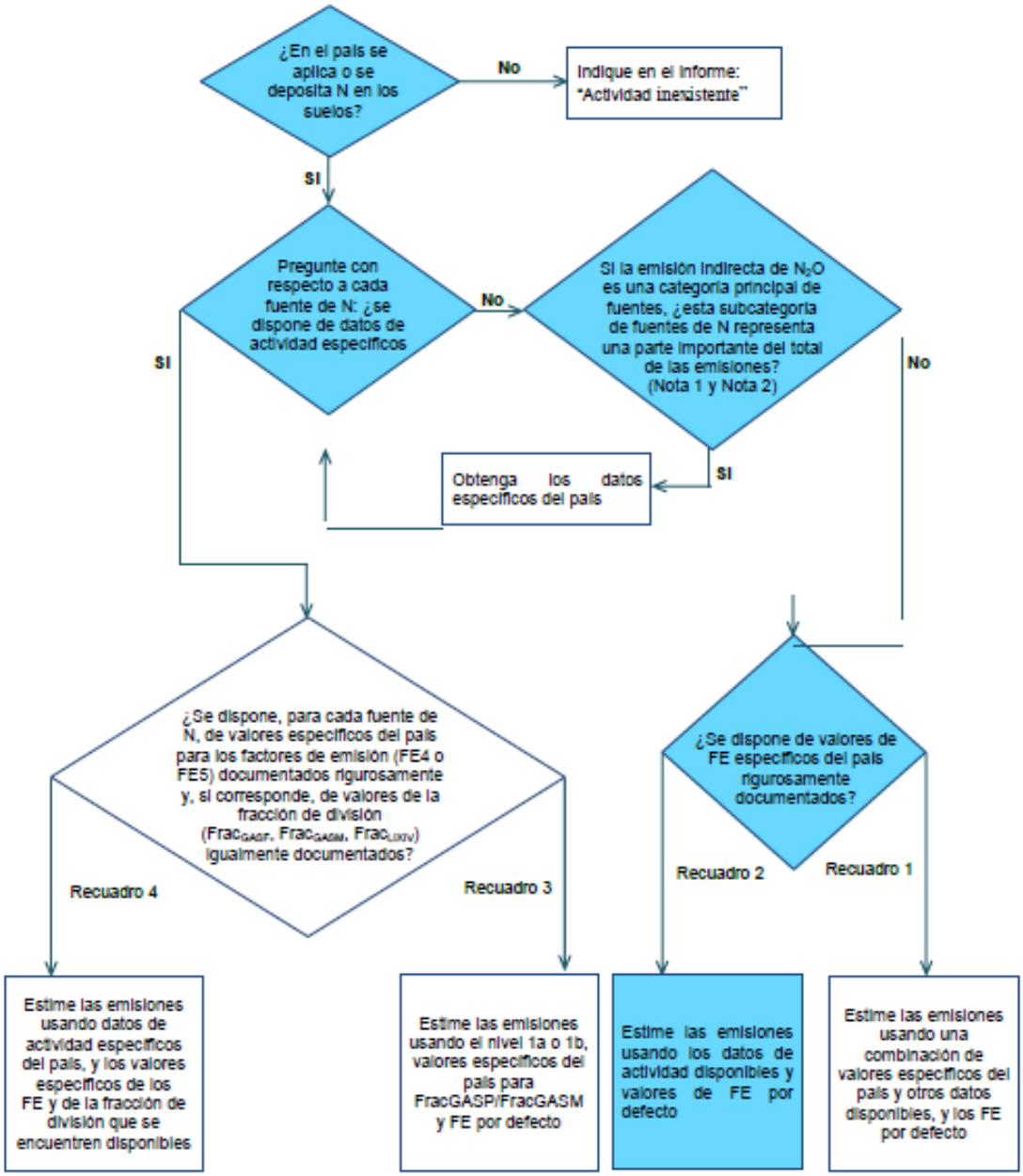
- Comparar los datos específicos del país sobre el consumo de fertilizantes sintéticos con los datos de la IFA sobre el uso de fertilizantes y con las estimaciones de la FAO con respecto al consumo de fertilizantes sintéticos.

4.4.2 Emisiones indirectas de N_2O procedentes de Suelos Agrícolas

4.4.2.1 Elección del método

La estimación de emisiones indirectas de N_2O procedentes del N utilizado en la agricultura describe cinco vías diferentes por las cuales los aportes antropogénicos de N quedan disponibles para formar N_2O, la GL1996 describe la metodología para estimar las emisiones procedentes de la deposición atmosférica de NO_x y amoniaco vinculada al N procedente de los fertilizantes sintéticos y estiércol animal. El árbol de decisiones para estimar las emisiones indirectas de N_2O procedentes del N se muestra en la figura 16 a continuación.

Figura 16. Árbol de decisión para estimar emisiones indirectas de N_2O en Suelos Agrícolas



Fuente: OBP2000, Figura 4.8, página 4.77

Siguiendo las orientaciones del árbol de decisiones para estimar las emisiones indirectas de N_2O corresponde aplicar el nivel metodológico 1a para lo cual se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 18. N_2O Procedente de la Deposición Atmosférica de N

$$N_2O_{(G)} - N = [(N_{FERT} \bullet Frac_{GASF}) + (\Sigma_{(T)}(N_{(T)} \bullet Nex_{(T)}) \bullet Frac_{GASM})] \bullet FE_4$$

Donde:

$N_2O_{(G)} - N$: N_2O producido por la deposición atmosférica de N, en kg de N/año

N_{FERT} : cantidad total de fertilizantes nitrogenados sintéticos aplicados a los suelos, en kg de N/año

$\Sigma_T(N_{(T)} \bullet Nex_{(T)})$: cantidad total de nitrógeno existente en el estiércol animal excretado en los campos, en kg de N/año

$Frac_{GASF}$: fracción de los fertilizantes nitrogenados sintéticos que se volatiliza como NH_3 y NOx, en kg de NH_3-N y NOx-N/kg de aporte de N

$Frac_{GASM}$: fracción del nitrógeno del estiércol animal que se volatiliza como NH_3 y NOx, en kg de NH_3- N y NOx-N/kg de N excretado

FE_4 : factor de emisión correspondiente a las emisiones de N_2O procedentes de la deposición atmosférica de N en los suelos y superficies acuáticas, en kg de N2O-N/kg de NH_3-N y NOx-N emitido

Fuente: GL1996, Manual de Referencia, Página 4.112

4.4.2.2 Descripción de datos de actividad

Para estimar las emisiones de N_2O procedentes de los sistemas de manejo del estiércol, se utilizan los datos sobre la población de ganado, utilizando la misma caracterización básica que se ha utilizado en la fermentación entérica. Y que se detallan en la Tabla 44[12].

Las estimaciones indirectas de N_2O se declaran dentro del mismo sector en el que se declaró la actividad que da origen a tales emisiones. Una gran proporción del nitrógeno procedente de los suelos agrícolas se pierde debido a la lixiviación y la escorrentía. Por el momento se supone que la totalidad de NO_x y NH_3 se deposita en la tierra. La Tabla 52 describe el tratamiento que se desarrolla con los datos de actividad para estimar las emisiones indirectas de N_2O

Tabla 52. Datos necesarios para estimar las emisiones indirectas de N_2O

Datos de actividad	Forma de obtenerlos
N_{FERT}	De la estimación del valor de N_{FERT} obtenido para las emisiones directas de N_2O procedentes de los suelos agrícolas
$\Sigma_T(N_{(T)} \bullet N_{ex(T)})$	De la estimación del valor de $\Sigma_T(N_{(T)} \bullet N_{ex(T)})$ obtenido para las emisiones directas de N_2O procedentes de los suelos agrícolas
$N_{FANGOCLO}$	De la estimación del valor de $N_{FANGOCLO}$ obtenido para las emisiones directas de N_2O procedentes de los suelos agrícolas
PROTEÍNA	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)
Nr_{POBL}	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.4.2.3 Factores de emisión y conversión

Los factores de emisión utilizados para esta fuente se detallan en la tabla N° 53.

Factores de emisión por defecto para la estimación de emisiones indirectas de los suelos Agrícolas.

Tabla 53. Datos necesarios para estimar las emisiones indirectas de N_2O

Datos de actividad	Forma de obtenerlos
$Frac_{NPR}$	Véase el cuadro 4-24 del Manual de Referencia de la GL1996
$Frac_{LIXIV}$	Véase el cuadro 4-24 del Manual de Referencia de la GL1996
$Frac_{GASF}$	Véase el cuadro 4-19 del Manual de Referencia de la de la GL1996
$Frac_{GASM}$	Véase el cuadro 4-19 del Manual de Referencia de la de la GL1996
$Frac_{COMB-EA}$	De la estimación del valor de $Frac_{COMB-EA}$ obtenido para las emisiones directas de N_2O procedentes de los suelos agrícolas
$Frac_{ALIM-EA}$	De la estimación del valor de $Frac_{ALIM-EA}$ obtenido para las emisiones directas de N_2O procedentes de los suelos agrícolas
$Frac_{CONST-EA}$	De la estimación del valor de $Frac_{CONST-EA}$ obtenido para las emisiones directas de N_2O procedentes de los suelos agrícolas

[12] Ver Tabla 44 en Descripción del Nivel de actividad para las emisiones directas de N_2O de los Suelos Agrícolas

a) **Fracciones de división aplicables a la volatilización ($Frac_{GASF}$, $Frac_{GASM}$)**
El Manual de Referencia de la GL1996 proponen valores por defecto de 10% y 20%, respectivamente, para la fracción de nitrógeno procedente de la aplicación de fertilizantes sintéticos ($Frac_{GASF}$) y del estiércol animal y el fango cloacal ($Frac_{GASM}$), que se volatiliza como NH_3 y NO_x,. Se pueden utilizar fracciones de volatilización específicas del país, si se dispone de documentación suficiente que las avalen.

b) **Fracción de división aplicable a la lixiviación ($Frac_{LIXIV}$)**
El Manual de Referencia de GL1996 asigna a $Frac_{LIXIV}$ un valor por defecto de 30%. No obstante, debe tenerse en cuenta que este valor por defecto se basa principalmente en los estudios sobre el balance de masas, comparando los aportes de N a la agricultura con el N recuperado en los ríos. Las prácticas agrícolas (es decir, el riego, la labranza frecuente y el drenaje por tubos de arcilla) pueden propiciar grandes pérdidas por lixiviación del N aplicado a los suelos agrícolas. Sin embargo, para el N que se deposita fuera de las tierras agrícolas, puede ser más apropiado asignar a $Frac_{LIXIV}$ un valor más bajo.

c) **Fracción de división del nitrógeno existente en las proteínas ($Frac_{NPR}$)**
El Manual de Referencia de GL1996 propone un valor por defecto de 10% para la fracción de proteína animal y vegetal constituida por nitrógeno ($Frac_{NPR}$). Este término no muestra grandes variaciones, por lo que no es necesario contar con valores específicos de cada país.

Tabla 54. Factores de emisión por defecto para la estimación de las emisiones indirectas de N_2O procedentes del N usado en la agricultura

Factor de emisión	Valor por defecto del IPCC
FE_4 (kg de N_2O-N/kg de NH_4-N y NO_x-N depositado)	0.01
FE_5 (kg de N_2O-N/kg de N perdido por lixiviación y escorrentía)	0.025
FE_6 (kg de N_2O-N/kg de N en aguas residuales y efluentes descargados	0.01

Fuente: GL1996, Manual de Referencia, cuadro 4-23.

4.4.2.4 Análisis de incertidumbre

Para las incertidumbres en los datos de actividad para las estimaciones de las emisiones indirectas de N_2O deben tomarse de las correspondientes a las categorías de fuentes de emisiones directas.

Como se ha mencionado anteriormente, la incertidumbre de los datos de actividad se obtuvo mediante juicio de experto, para los factores de emisión por la fermentación entérica, se utilizan los valores por defecto que menciona la OBP2000 las cuales se detallan en la Tabla 7[13] de la sección de incertidumbre sectorial.

Las estimaciones de incertidumbre se han agrupado en una sola fuente, el valor de la incertidumbre combinada como porcentaje total de las emisiones equivale a 50.39% y la incertidumbre introducida en la tendencia es 64.15%.

Se consideran valores de incertidumbre altos lo cual indica que es necesario realizar acciones que permitan reducir esta incertidumbre.

La tabla 55 muestra los valores de incertidumbre para cada fuente de la categoría

[13] Ver la información especificada en la incertidumbre sectorial

Tabla 55. Incertidumbre de las emisiones indirectas de N_2O provenientes de los Suelos Agrícolas

Código de la categoría IPCC				Emisiones año base (INGEI 2010)	Emisiones año t (RAGEI 2014)	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
4		**Agricultura**								
	4D	Suelos Agrícolas	N_2O							
		Total de emisiones indirectas de N2O	N_2O	4,338.16	4,200.99	46.84%	18.58%	50.39%	50.39%	64.15%
				4,338.16	4,200.99				*50.39%*	*64.15%*

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.4.2.5 Garantía de la calidad/control de calidad

Para la garantía y el control de calidad, se siguieron las "Procedimientos generales de Control de calidad" que figuran en la OBP2000 y se detallan en la Tabla 9 del presente reporte, se utilizaron además la Orientaciones de la OBP2000 específicas al sector Agricultura para esta categoría de emisiones las cuales se describen a continuación:

Tabla 56. Procedimientos de control de calidad para las emisiones indirectas provenientes de los Suelos Agrícolas

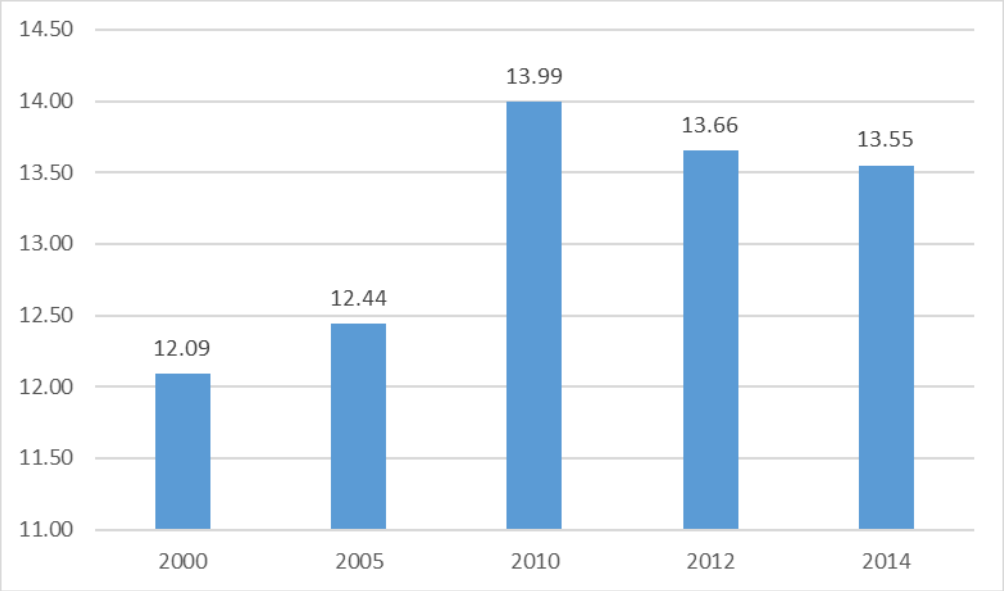
	Desarrollado	Pendiente
Revisión de los factores de emisión	examinar los parámetros, las ecuaciones y los cálculos utilizados para determinar los factores de emisión	Si se utilizan factores de emisión específicos del país, se deberá comparar con los factores por defecto del IPCC y señalar cualquier diferencia que se detecte. Se deberá explicar y documentar el proceso de obtención de los factores de emisión específicos del país
Examen de los datos de actividad	En vista de que muchos de los parámetros de actividad utilizados para esta categoría de fuentes también se aplican a otras fuentes agrícolas, se verificó que se utilizan valores congruentes entre sí.	Si se utilizan valores específicos del país para diversos parámetros, se deberá comparar con los valores por defecto del IPCC. La formulación de valores específicos del país deberá documentarse rigurosamente
Revisión externa	Al interior del grupo INFOCARBONO se revisaron las estimaciones, parámetros y factores de emisión por especialistas en agricultura	Las estimaciones, así como todos los parámetros y factores de emisión importantes, deberán ser revisados por especialistas en agricultura (y en particular por especialistas en el ciclo del nitrógeno), así como por expertos de la industria agrícola y otros interesados

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.4.2.6 Análisis de resultado de la categoría

El año 2014 las emisiones totales por la fuente Suelos agrícolas fueron 13,479.04 GgCO2eq que representan el 51.38% del sector agricultura. Las emisiones indirectas de N2O procedentes de los suelos agrícolas, representan aproximadamente la 3ra parte de las emisiones totales de los suelos agrícolas, el grafico muestra la tendencia de las emisiones indirectas de N2O a lo largo de todo el periodo de análisis.

Figura 17. Emisiones indirectas de N_2O para el periodo de análisis



Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.4.2.7 Siguientes pasos

Las emisiones de N2O procedentes de los suelos agrícolas (directamente del suelo, directamente de animales en pastoreo, e indirectas) se declaran en forma agregada dentro de la categoría "Agricultura" del IPCC. Estas tres categorías de fuentes deben presentarse por separado dentro de los informes de los inventarios.

A fin de garantizar una mayor transparencia en esos informes, las estimaciones de las emisiones procedentes de esta categoría de fuentes deben presentarse desglosadas. A continuación, se describen las principales acciones a ser implementadas en futuros RAGEI:

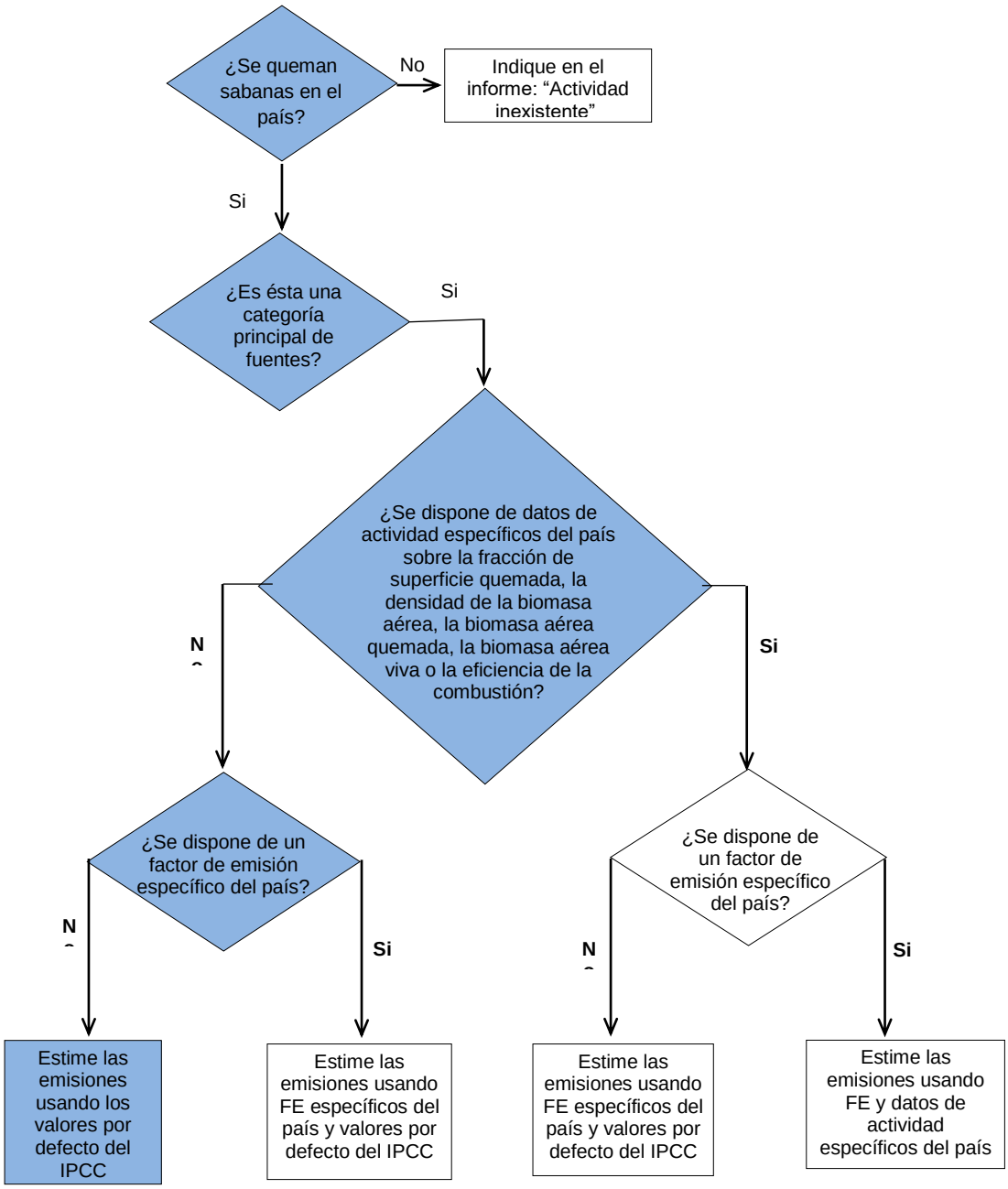
- Estimar las emisiones procedentes de todas las actividades agrícolas que aporten N a los suelos (es decir, N_{FERT}, Σ_T ($N_{(T)}$ • $Nex_{(T)}$), y $N_{FANGOCLO}$). Si se dispone de los datos necesarios, se pueden incluir también las emisiones procedentes de la aplicación de $N_{FANGOCLO}$ (a todos los suelos). Una cobertura completa de las emisiones indirectas de N_2O procedentes de los excrementos humanos exige la estimación de las emisiones procedentes de la descarga del N contenido en las aguas residuales (es decir, $N_{AGUARES}$, $N_{AGUARES}$ menos $N_{FANGOCLO}$).
- Incluir en el inventario las emisiones indirectas de N_2O procedentes de la quema de sabanas y de residuos agrícolas. Estas estimaciones se basan en las emisiones directas de NO_x y NH_3 procedentes de dichas actividades.

4.4.3 Quema de Sabana

4.4.3.1 Elección del método

Para el cálculo de las emisiones de N2O provenientes de la quema de sabanas, se aplica una combinación metodológica de la GL1996 y la OBP2000. La Figura 18 muestra el árbol de decisión que facilita la elección del método para estimar las emisiones procedentes de la quema de sabanas.

Figura 18. Árbol de decisión para quema de sabanas



Fuente: OBP2000, Capítulo 4, Página 4.55

Considerando la información disponible para estimar las emisiones procedentes de la quema de sabanas y siguiendo los pasos del árbol de decisión, se aplica el nivel 1 y corresponde utilizar la siguiente ecuación:

Ecuación 19. Cantidad de Biomasa Viva Quemada

$$CBV_q = S_q \bullet DB \bullet F_{rq} \bullet FBV_q$$

Donde:

CBV_q : Cantidad de biomasa viva quemada

S_q : Superficie quemada (ha)

DB : Densidad de la biomasa (t/ha)

F_{rq} : Fracción realmente quemada

FBV_q : Fracción de la biomasa viva realmente quemada

Fuente: GL1996, Manual de Referencia, Página 4.78

Ecuación 20. Cantidad de Biomasa Muerta Quemada

$$CBM_q = S_q \bullet DB \bullet F_{rq} - CBV_q$$

Donde:

CBM_q : Cantidad de biomasa muerta quemada

S_q : Superficie quemada (ha)

DB : Densidad de la biomasa (t/ha)

F_{rq} : Fracción realmente quemada

CBV_q : Cantidad de biomasa viva quemada

Fuente: GL1996, Manual de Referencia, Página 4.78

Ecuación 21: Carbono Total Liberado

$$CTL = \Sigma[(CBV_q \bullet FO_{BV} \bullet FC_{BV}) + (CBM_q \bullet FO_{BM} \bullet FC_{BM})]$$

Donde:

CTL : Carbono total liberado

CBV_q : Cantidad de biomasa viva quemada

CBM_q : Cantidad de biomasa muerta quemada

$FO_{BV/BM}$: Fracción oxidada de biomasa viva $_{(BV)}$ o biomasa muerta $_{(BM)}$

$FC_{BV/BM}$: Fracción de carbono de biomasa viva $_{BV)}$ o biomasa muerta $_{(BM)}$

Fuente: GL1996, Manual de Referencia, Página 4.79

Ecuación 22. Emisiones de GEI

$$\text{Emisiones de GEI } (CH_4 \text{ o } N_2O) = CTL \bullet R_{N/C} \bullet R_{emis\ (C\ o\ N)} \bullet R_{conv\ (CH4\ o\ N2O)}$$

Donde:

CTL : Carbono total liberado

$R_{N/C}$: Relación nitrógeno/carbono

$R_{emis\ (C\ o\ N)}$: Relación de emisión de carbono o nitrógeno

$R_{conv\ (CH4\ o\ N2O)}$: Relación de conversión a metano u óxido nitroso

Fuente: GL1996, Manual de Referencia, Página 4.79

4.4.3.2 Descripción del nivel de actividad

Considerando el método de cálculo seleccionado y las ecuaciones incluidas para estimar las emisiones provenientes de la quema de sabana, es necesario contar con la información que se detalla en la tabla 57 acerca del nivel de actividad requerido y la fuente de información para la categoría Quema de Sabana:

Tabla 57. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de CH_4 provenientes de la Quema de Sabana

Clasificación	Fuente de emisión/ captura	Nivel de actividad	Dato Nacional	Fuente de información	Uso de la información	Gases de GEI generados por el nivel de actividad	Comentarios
4E	Quema de sabanas	Superficie quemada por categoría (k ha)	Superficie de pastos naturales por región 2012 (Hectáreas - Ha)	'Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013). Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Recuperado de http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf	Sirven para estimar las emisiones procedentes de la superficie de pastos que se queman (considerando pastos como sabana).	CH_4 y N_2O	No se genera esta información. Para el presente reporte se utiliza el valor del Censo 2012
			Fracción de la superficie total de pastizales quemados anualmente	'Juicio experto			Se han utilizado a la fecha los valores usados en el INGEI 1994
			Densidad de biomasa de la sabana (t dm/ha)	'INGEI 1994			

Fuente: DGAAA - MINAGRI

a) Superficie quemada por categoría

Para el cálculo de la superficie quemada por categoría, se utiliza la información sobre la superficie de pastos naturales, la fracción de la superficie de pastizales que se quema anualmente y la densidad de la biomasa.

En el Perú no existe información periódica de nivel nacional, solamente existe información de los pastos naturales según región para los años en que se realizan los censos agropecuarios, el último censo agropecuario se ha realizado en 2012, aunque se ha tratado de establecer un valor de superficie de sabana proyectado, no parece comportarse como realmente ocurre en el país, por cuanto se ha definido mantener el valor reportado el 2012 en tanto que todavía mantiene 2 años de antigüedad. La Tabla 58 muestra los valores nacionales sobre la superficie de pastos utilizada para el presente RAGEI.

Tabla 58. Superficies agropecuarias por departamento

Departamento	Total de Pastos Naturales (ha)
Amazonas	195,843.41
Ancash	769,451.07
Apurímac	839,279.04
Arequipa	1,512,062.86
Ayacucho	1,608,354.10
Cajamarca	529,465.90
Cusco	1,647,508.70
Huancavelica	978,825.05
Huánuco	511,456.58
Ica	302,390.30
Junín	1,104,300.05
La Libertad	397,731.77
Lambayeque	52,746.30
Lima	1,209,505.50
Loreto	173,081.74
Madre de Dios	30,133.54
Moquegua	427,716.36
Pasco	454,230.10
Piura	1,209,554.26
Puno	3,501,506.56
San Martín	87,099.70
Tacna	421,915.55
Tumbes	220.19
Ucayali	54,415.98
Total	**18,018,794.61**

Fuente: DGAAA – MINAGRI

Acerca de la densidad de la biomasa de la sabana, no corresponde a información que se genere a nivel nacional, por cuanto se siguen utilizando los valores y supuestos usados para el INGEI 1994 que se presentan en la tabla 59.

Tabla 59. Densidad de la biomasa de sabana por departamento

Departamentos	Densidad de biomasa (t dm/ha)
Amazonas	4.89
Ancash	2.29
Apurímac	2.29
Arequipa	2.29
Ayacucho	2.29

Departamentos	Densidad de biomasa (t dm/ha)
Cajamarca	2.29
Cusco	2.29
Huancavelica	2.29
Huánuco	2.29
Ica	2.29
Junín	2.29
La Libertad	2.29
Lambayeque	2.29
Lima	2.29
Loreto	5.67
Madre de Dios	5.67
Moquegua	2.29
Pasco	2.29
Piura	3.29
Puno	2.29
San Martín	5.67
Tacna	2.29
Tumbes	3.29
Ucayali	5.67

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.4.3.3 Factores de emisión y conversión

Factores de emisión

Se aplican los valores por defecto que provee la GL1996. La tabla 60 detalla la información utilizada para los factores de emisión de la quema de sabanas.

Tabla 60. Factores de emisión procedentes de la quema de sabanas

Factor de emisión		Fuente de información
Relaciones de emisión y fracciones para los cálculos de emisiones procedentes de la quema de sabana	D	IPCC WGI Technical Support Unit (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Workbook (Volume 2) - Spanish version. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/agrcspan.html

Fuente: DGAAA – MINAGRI

C: Calculado

D: por defecto

La tabla 61 presenta los valores aplicados sobre las Relaciones de emisión y fracciones para los cálculos de emisiones procedentes de la quema de sabana.

Tabla 61. Fracciones de emisiones para Quema de Sabanas

Factor de emisión	Valor	Referencia
Fracción de biomasa quemada realmente	0.850	OBP 2000-Cuadro 4.A1
Fracción de la biomasa viva	0.800	GL 1996 Tabla 4-13
Fracción de la biomasa muerta	1.000	GL 1996 Tabla 4-13
Fracción de carbono viva	0.450	GL 1996 Tabla 4-13
Fracción de carbono muerta	0.400	GL 1996 Tabla 4-13
Relación nitrógeno-carbono	0.006	GL 1996, página 4.30-numeral 1
Relación de emisión de CH4	0.004	GL 1996 Tabla 4-14
Relación de emisión de N2O	0.007	GL 1996 Tabla 4-14

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.4.3.4 Análisis de incertidumbre

Las incertidumbres para las estimaciones de las emisiones por la Quema de Sabanas, se han desarrollado siguiendo las orientaciones que se han explicado en secciones anteriores, la incertidumbre de los datos de actividad se obtuvo mediante juicio de experto y las incertidumbres de los factores de emisión corresponden a los valores por defecto que menciona la OBP2000 las cuales se detallan en la Tabla 7[14] de la sección de incertidumbre sectorial
Para el metano la incertidumbre combinada como porcentaje total de las emisiones equivale a 76.56% y la incertidumbre introducida en la tendencia es 26.49%.

Para el óxido nitroso la incertidumbre combinada como porcentaje total de las emisiones equivale a 74.50% y la incertidumbre introducida en la tendencia es 100.44%.

Se consideran valores de incertidumbre bastante altos lo cual indica que es necesario realizar acciones que permitan reducir esta incertidumbre.

La tabla 62 muestra los valores de incertidumbre para cada fuente de la categoría.

Tabla 62. Incertidumbre de las emisiones de CH_4 y N_2O provenientes de la quema de sabanas

Código de la categoría IPCC		Fuente	Gas	Emisiones año base (INGEI 2010)	Emisiones año t (RAGEI 2014)	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada √(E^2+F^2)	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
4		**Agricultura**								
	4E	Quema de sabanas	CH_4	304.76	309.22	70.00%	31.00%	76.56%	76.56%	26.49%
				304.76	309.22				*76.56%*	*26.49%*
	4E	Quema de sabanas	N_2O	55.67	56.49	70.00%	25.50%	74.50%	74.50%	100.44%
				55.67	56.49				*74.50%*	*100.44%*

Fuente: DGAAA – MINAGRI

[14] Ver la información especificada en la incertidumbre sectorial

4.4.3.5 Garantía de la calidad/control de calidad

Para la garantía y el control de calidad, se siguieron las "Procedimientos generales de Control de calidad" que figuran en la OBP2000 y se detallan en la Tabla 9 del presente reporte, se utilizaron además la Orientaciones de la OBP2000 específicas al sector Agricultura para esta categoría de emisiones las cuales se describen a continuación:

Tabla 63. Procedimientos de control de calidad para las emisiones por la Quema de sabanas

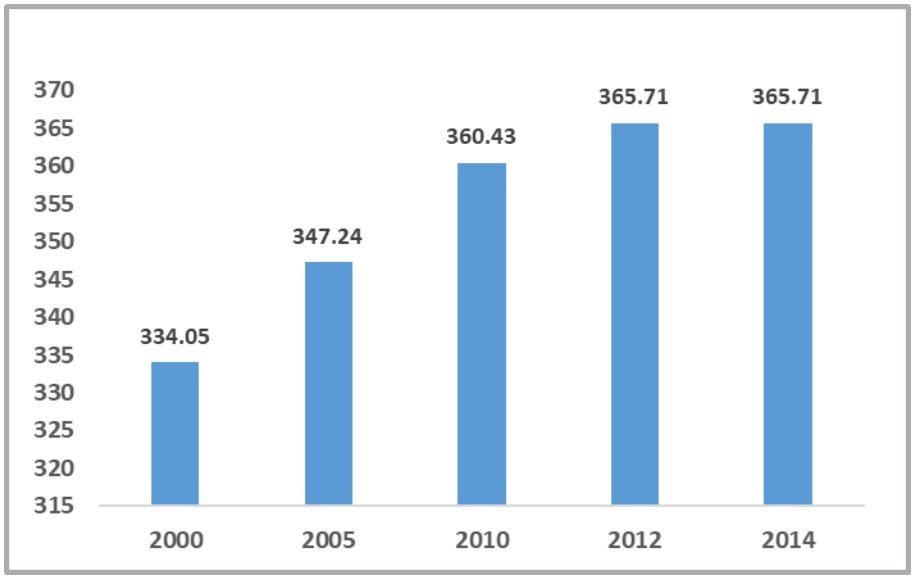
	Desarrollado	Pendiente
Actividades generales	Examen de los datos de actividad verificando la probabilidad de usar datos específicos del país	vigilancia de la ubicación de los incendios activos de sabanas y el trazado de mapas de las zonas quemadas en cada país puede mejorar con el uso de imágenes por satélite proporcionadas por diversos organismos nacionales e internacionales
		diseñar métodos uniformes para medir la densidad de la biomasa aérea, la fracción de la biomasa quemada y la eficiencia de la combustión

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.4.3.6 Análisis de resultado de la categoría

El año 2014, las emisiones totales por la quema de sabanas fueron 365.71 GgCO2eq, estas emisiones significaron un 1.39% del sector agricultura. La figura 18 muestra la información de las emisiones de GEI para los años evaluados.

Figura 19. Emisiones de gases de efecto invernadero en Quema de Sabanas ($GgCO_2e$)



Fuente: DGAAA – MINAGRI

Sobre esta categoría se mantuvieron los mismos supuestos que el inventario anterior, por cuanto no se puede observar ninguna tendencia clara, sin embargo la percepción de los integrantes del grupo INFOCARBONO, las extensiones de pastos naturales están disminuyendo a nivel nacional probablemente por una presión combinada de factores climáticos y antrópicos; aun cuando la quema de sabanas no es una categoría principal, se recomienda introducir esfuerzos adicionales para mejorar la información tanto sobre datos de actividad como de factores de emisión, aunque no se encuentra disponible actualmente, la Unidad de Monitoreo para el MRV – REDD del MINAM se encuentra desarrollando información que puede ser utilizada para futuros reportes.

4.4.3.7 Siguientes pasos

A continuación, se describen las principales acciones a ser implementadas en futuros RAGEI con respecto de la categoría Quema de sabanas:

- Solicitar al Programa Nacional de Conservación de Bosques del Ministerio del Ambiente, la información sobre las superficies de pastos naturales para cada año del reporte de GEI del sector agricultura por departamento.
- Establecer a través de la opinión de expertos el porcentaje de quema de pastos naturales producidos a nivel nacional, para actualizar la información usada del Inventario de GEI del 1994 (valor de 20%).
- Diseñar métodos uniformes para medir la densidad de la biomasa aérea, la fracción de la biomasa quemada y la eficiencia de la combustión, a fin de garantizar la calidad y la coherencia de los datos.

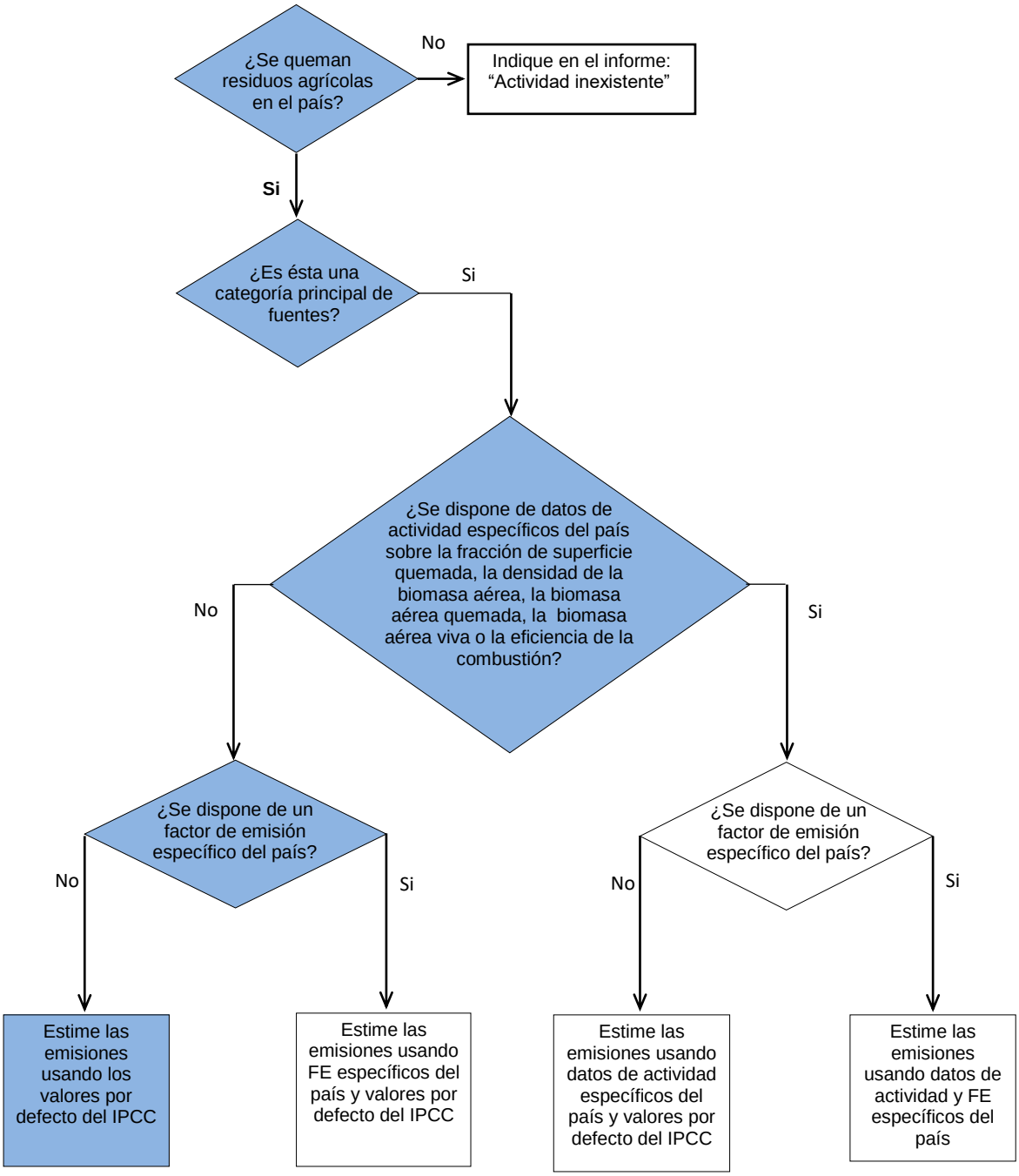
4.4.4 Quema en el campo de Residuos agrícolas

4.4.4.1 Elección del método

Para el cálculo de las emisiones por la quema en el campo de residuos agrícolas, se aplica una combinación de las orientaciones de la GL1996 y la OBP2000. El libro de trabajo de la GL1996 ofrece una metodología simplificada para el cálculo de emisiones.

La Figura 20 muestra el árbol de decisiones que facilita la elección del nivel de cálculo para estimar las emisiones procedentes por la quema de residuos agrícolas.

Figura 20. Árbol de decisión para quema de residuos Agrícolas



Fuente: OBP2000, Volumen 4, Página 4.57

Considerando la información disponible y siguiendo los pasos del árbol de decisiones, el nivel aplicable es el Nivel 1. En ese sentido, la ecuación que corresponde es la siguiente:

Ecuación 23. Carbono Liberado por la Quema de Residuos Agrícolas

$$C_{lib} = R_{Res/Cos} \bullet FMS \bullet FQC \bullet FO \bullet FC_{Res}$$

Donde:

C_{lib} : carbono liberado, en Gg de carbono

$R_{Res/Cos}$: relación de residuos por cosecha

FMS : fracción de materia seca

FQC : fracción quemada en campos

FO : fracción oxidada

FC_{Res} : fracción de carbono en los residuos

Fuente: Elaborada en base a las instrucciones de las GL1996, Página 4.33

Una vez que se obtiene el carbono liberado por cada uno de los cultivos se estima el nitrógeno liberado multiplicando este valor obtenido por su respectivo factor de relación de nitrógeno/carbono.

Ecuación 24. Nitrógeno Liberado por la Quema de Residuos

$$N_{lib} = C_{lib} \bullet R_{N/C}$$

Donde:

N_{lib} : nitrógeno liberado, en Gg de carbono

C_{lib} : carbono liberado, en Gg de carbono

$R_{N/C}$: relación nitrógeno – carbono

Fuente: Elaborada en base a las instrucciones de las GL1996, página 4.34

Finalmente, para obtener las emisiones de metano y óxido nitroso, la cantidad de carbono y nitrógeno liberado se debe multiplicar por un factor de relación de emisión distinto para cada gas y además multiplicarlo por otro factor de relación de conversión también para cada gas.

Ecuación 25. Estimaciones de Metano y Óxido Nitroso liberado por la Quema de Residuos Agrícolas

$$Emisiones_{(CH_4/N_2O)} = C \text{ o } N_{lib} \bullet Remi_{(CH_4/N_2O)} \bullet Rconv_{(CH_4/N_2O)}$$

Donde:

$Emisiones_{(CH4/N2O)}$: emisiones de metano u óxido nitroso

$C \text{ o } N_{lib}$: carbono o nitrógeno liberado, en Gg de carbono

$Remi_{(CH4/N2O)}$: relación de emisión de metano u óxido nitroso

$Rconv_{(CH4/N2O)}$: relación de conversión de metano u óxido nitroso

Fuente: Elaborada en base a las instrucciones de las GL1996, Página 4.35

4.4.4.2 Descripción del nivel de actividad

La tabla 64 describe la información relativa al nivel de actividad requerido y la fuente de información de la fuente de Quema de Residuos Agrícolas:

Tabla 64. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones provenientes de la Quema de Residuos Agrícolas

Clasificación	Fuente de emisión/ captura	Nivel de actividad IPCC	Dato Nacional (Unidad)	Fuente de información	Uso de la información	Gases de GEI generados por el nivel de actividad	Comentarios
4F	Quema en el campo de residuos agrícolas	Cantidad de residuos por cultivo quemados post cosecha (Gg de biomasa)	Producción anual de cultivos por región (que generan residuos) . Cereales . Legumbres . Raíces y tubérculos . Caña de azúcar . Otros (cultivos semipermanentes) . Otros (cultivos permanentes) (Toneladas – Ton)	'Ministerio de Agricultura y Riego. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas (2014) Anuario de Producción Pecuaria y Avícola. Recuperado de http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuarios-estadisticos	Sirven para estimar las emisiones procedentes de la quema en campo de residuos agrícolas	CH_4 y N_2O	Esta información no se genera en el Ministerio de Agricultura y Riego, por cuanto requiere ser dictaminada por expertos, para este caso se utiliza la clasificación nacional de productos agrarios estandarizada CNPA, propuesta en las metodologías estadísticas para la comparabilidad de las estadísticas agrarias nacionales e internacionales http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=metodolog%C3%ADas-estad%C3%ADsticas/clasificacion-nacional-de-productos-agrarios
			Relación Residuo - Cultivo (Porcentaje que se quema de los residuos agrícolas)	'Juicio experto			

Fuente: DGAAA – MINAGRI

a) Cantidad de residuos por cultivo quemados post cosecha. –

Para estimar las emisiones de esta fuente se necesita conocer:

- la cantidad de residuos agrícolas que se generan según tipo de cultivo,
- determinar para cada uno su contenido en seco, la biomasa total que se quema, y el carbono y nitrógeno liberado.

Esta información no se genera en el Ministerio de Agricultura y Riego, por cuanto requiere ser dictaminada por expertos, para este caso se utiliza la clasificación nacional de productos agrarios estandarizada (CNPA) propuesta en las metodologías estadísticas que separa los cultivos en anuales, semipermanentes y perennes, a su vez los anuales pueden ser cereales, legumbres, raíces y tubérculos y caña de azúcar. Que se presenta en la tabla 65.

Tabla 65. Producción anual de cultivos (que generan residuos) 2014

Cultivos	Producción (Gg de cultivo)
Cereales	
Arroz	2,896.61
Maíz	1,933.04
Trigo	218.90
Cebada	226.31
Quinua	114.72
Cañihua	4.87
Kiwicha	2.36
Leguminosas	
Frijol	107.10
Arveja	133.66
Haba	81.14
Pallar	11.83
Tarwi	12.16
Soya	2.12
Raíces y tubérculos	
Yuca	1,195.93
Caña de azúcar	
Caña de azúcar	**11,389.62**
Otros transitorios	
Banana	2125.838947
Alcachofa	103.33
Algodón	92.47
Permanentes	
Café	222.05
Cacao	81.65
Mango	375.998157
Uva	507.10
Palma aceitera	617.63
Cítricos	1,207.88
Palta	349.31716

Fuente: DGAAA – MINAGRI

Con esta información, se elabora la tabla de "estadísticas seleccionadas" propuesta por la GL1996, donde se presenta la relación producto-residuo, para obtener el valor de la fracción de materia seca se utiliza el libro de trabajo de la GL1996 y la OBP2000. Dado que esta información no se genera oficialmente, para efectos del RAGEI2014, se ha desarrollado a

partir de la información estadística del SIEA en relación a la probabilidad de producir residuos por parte del cultivo y la probabilidad de que estos sean quemados en el campo.
Para completar la información se ha realizado una búsqueda exhaustiva de fuentes bibliográficas, las cuales han sido validadas en el grupo INFOCARBONO y por dictamen de experto. Las tablas 66 y 67 resumen esta información.

Tabla 66. Estadísticas seleccionadas de los Residuos de los cultivos

Cultivos	Relación producto residuo	Fracción de materia seca	Fuente
Cereales			
Arroz	1.40	0.85	OBP 2000-Cuadro 4.16
Maíz	1.00	0.75	
Trigo	1.30	0.85	
Cebada	1.20	0.85	
Quinua	1.30	0.85	OBP 2000-Cuadro 4.16 (correspondiente a maíz)
Cañihua	1.30	0.85	
Kiwicha	1.30	0.85	
Leguminosas			
Frijol	2.10	0.85	OBP 2000-Cuadro 4.16
Maní	1.00	0.86	OBP 2000-Cuadro 4.22
Arveja	1.50	0.87	OBP 2000-Cuadro 4.16
Haba	2.10	0.85	OBP 2000-Cuadro 4.16 (correspondiente a frijol)
Pallar	2.10	0.85	
Tarwi	2.10	0.85	
Soya	2.10	0.87	
Alfalfa*		0.85	
Raíces y tubérculos			
Papa	0.40	0.45	Libro de trabajo GL 1996, Tabla 4-15
Yuca	0.40	0.40	INGEI 1994 y 2000
Caña de azúcar			
Caña de azúcar (sólo hojas)	0.60	0.83	Koopmans & Koppejan (1997). In Regional Consultation on Modern Applications of Biomass Energy, 6-10 January 1997. Recuperado de: http://www.fao.org/docrep/006/AD576E/ad576e00.pdf
Otros transitorios			
Banana	2.75	0.75	Similaridad con otros cultivos de producción solo fruto aprovechable (algodón)
Alcachofa	0.80	0.70	INGEI 1994 y 2000
Algodón	2.75	0.77	Koopmans & Koppejan (1997). In Regional Consultation on Modern Applications of Biomass Energy, 6-10 January 1997. Recuperado de: http://www.fao.org/docrep/006/AD576E/ad576e00.pdf
Otros transitorios	0.50	0.50	OBP 2000, página 4.70
Permanentes			
Café	2.10	0.83	Koopmans & Koppejan (1997). In Regional Consultation on Modern Applications of Biomass Energy, 6-

Cultivos	Relación producto residuo	Fracción de materia seca	Fuente
			10 January 1997. Recuperado de: http://www.fao.org/docrep/006/AD576E/ad576e00.pdf
Uva	0.43	0.83	Tabla 1-2. López, M et al (2015). Residuos orgánicos y agricultura intensiva III.1. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?id=dNysBwAAQBAJ&pg=PA22&lpg=PA22&dq=relacion+residuo/cultivo&source=bl&ots=v3sGkziiM6&sig=3_B0dr4RO6V6hgFCJzge9Lx1joI&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiWxdvkmsLOAhXIrB4KHddVA8sQ6AEIQzAH#v=onepage&q=relacion%20residuo%2Fcultivo&f=false
Palma aceitera	0.63	0.83	
Cítricos	0.07	0.83	
Olivo	1.13	0.83	
Cacao	1.00	0.83	
Mango	0.07	0.83	Similaridad con otros cultivos hortofrutícolas perennes

Fuente: DGAAA – MINAGRI

La información de estadísticas seleccionadas se complementa con la fracción oxidada, fracción de C y N por tipo y categoría de cultivo.

Tabla 67. Estadísticas seleccionadas de los Residuos de los cultivos (continúa)

Cultivos	Fracción oxidada	Fracción de C	Fracción de N	Relación N - C	Fuente
Cereales					
Arroz	0.9	0.4144	0.0067	0.0150	OBP 2000, Cuadro 4.16
Maíz	0.9	0.4709	0.0081	0.0172	OBP 2000, Cuadro 4.16
Trigo	0.9	0.4853	0.0028	0.0150	OBP 2000, Cuadro 4.16
Cebada	0.9	0.4567	0.0043	0.0150	OBP 2000, Cuadro 4.16
Leguminosas					
Frijol	0.9	0.4500	0.0300	0.0150	Libro de trabajo GL 1996 Pasos 4 y 5. Págs 4.33-4.35
Maní	0.9	0.4169	0.0106	0.0150	OBP 2000, Cuadro 4.16
Arveja	0.9	0.4500	0.0300	0.0150	Libro de trabajo GL 1996 Pasos 4 y 5. Págs 4.33-4.35
Haba	0.9	0.5000	0.0300	0.0600	Libro de trabajo GL 1996 Pasos 4 y 5. Págs 4.33-4.35
Pallar	0.9	0.5000	0.0300	0.0600	Libro de trabajo GL 1996 Pasos 4 y 5. Págs 4.33-4.35
tarwi	0.9	0.5000	0.0300	0.0600	Libro de trabajo GL 1996 Pasos 4 y 5. Págs 4.33-4.35
Soya	0.9	0.4255	0.0230	0.0541	OBP 2000, Cuadro 4.16
Caña de azúcar					
Caña de azúcar	0.9	0.4235	0.0040	0.0150	Libro de trabajo GL 1996 Pasos 4 y 5. Págs 4.33-4.35
otros transitorios					
Algodón	0.9	0.1888	0.0300	0.0150	Libro de trabajo GL 1996 Pasos 4 y 5. Págs 4.33-4.35
otros permanentes					
Café	0.9	0.4255	0.0300	0.0150	Libro de trabajo GL 1996 Pasos 4 y 5. Págs 4.33-4.35
Uva	0.9	0.5000	0.0300	0.0150	Libro de trabajo GL 1996 Pasos 4 y 5. Págs 4.33-4.35

Cultivos	Fracción oxidada	Fracción de C	Fracción de N	Relación N - C	Fuente
Palma aceitera	0.9	0.5000	0.0300	0.0150	Libro de trabajo GL 1996 Pasos 4 y 5. Págs 4.33-4.35
Cítricos	0.9	0.5000	0.0300	0.0600	Libro de trabajo GL 1996 Pasos 4 y 5. Págs 4.33-4.35
Olivo	0.9	0.5000	0.0300	0.0600	Libro de trabajo GL 1996 Pasos 4 y 5. Págs 4.33-4.35
Cacao	0.9	0.5000	0.0300	0.0600	Libro de trabajo GL 1996 Pasos 4 y 5. Págs 4.33-4.35
todos los otros cultivos	0.9	0.5000	0.0300	0.0600	Libro de trabajo GL 1996 Pasos 4 y 5. Págs 4.33-4.35

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.4.4.3 Factores de emisión y conversión

Factores de emisión

Se aplican los valores por defecto que provee la GL1996. La tabla 68 detalla la información utilizada para los factores de emisión de la quema de sabanas.

Tabla 68. Factores de emisión para la quema en el campo de residuos agrícolas

Factor de emisión		Fuente de información
Relaciones de emisión y fracciones para los cálculos de emisiones procedentes de la quema de sabana	D	IPCC WGI Technical Support Unit (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Workbook (Volume 2) - Spanish version. Recuperado de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/agrcspan.html

Fuente: DGAAA – MINAGRI
C: Calculado
D: por defecto

La tabla 69 presenta los valores por defecto aplicados sobre las Relaciones de emisión y fracciones para los cálculos de emisiones procedentes de la quema en el campo de residuos agrícolas.

Tabla 69. Factores de emisión en Quema de Residuos Agrícolas

Factor de emisión	Valor	Referencia
Fracción de biomasa quemada realmente	0.850	OBP 2000-Cuadro 4.A1
Fracción de la biomasa viva	0.800	Libro de trabajo GL 1996 Tabla 4-13
Fracción de la biomasa muerta	1.000	Libro de trabajo GL 1996 Tabla 4-13
Fracción de carbono viva	0.450	Libro de trabajo GL 1996 Tabla 4-13
Fracción de carbono muerta	0.400	Libro de trabajo GL 1996 Tabla 4-13
Relación nitrógeno-carbono	0.006	Libro de trabajo GL 1996, página 4.30-numeral 1
Relación de emisión de CH_4	0.004	Libro de trabajo GL 1996 Tabla 4-14
Relación de emisión de N_2O	0.007	Libro de trabajo GL 1996 Tabla 4-14

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.4.4.4 Análisis de incertidumbre

Los datos sobre la producción agrícola, incluidos los cultivos comerciales y la agricultura de subsistencia, son razonablemente exactos. Como se ha mencionado anteriormente, la incertidumbre de los datos de actividad se obtuvo mediante juicio de experto, para los factores de emisión por la fermentación entérica, se utilizan los valores por defecto que menciona la OBP2000 las cuales se detallan en la Tabla 7[15] de la sección de incertidumbre sectorial.

Para las emisiones de metano procedentes procedente de la quema en el campo de los residuos agrícolas la fuente que posee menor incertidumbre combinada proviene de los tubérculos y raíces con 0.12% y la de mayor incertidumbre es por la caña de azúcar con 34.67%.

La fuente que tiene menor incertidumbre introducida en las tendencias es nuevamente tubérculos y raíces con 0.17% y la de mayor incertidumbre recae nuevamente en la caña de azúcar con 50.21%.

Para las emisiones de óxido nitroso la fuente que posee menor incertidumbre combinada proviene de los tubérculos y raíces con 0.39% y la de mayor incertidumbre es por la caña de azúcar con 27.40%.

La fuente que tiene menor incertidumbre introducida en las tendencias es nuevamente tubérculos y raíces y cultivos permanentes con 0.54% y la de mayor incertidumbre recae nuevamente en la caña de azúcar con 39.05%.

Se consideran valores de incertidumbre altos lo cual indica que es necesario realizar acciones que permitan reducir esta incertidumbre.

La tabla 70 muestra los valores de incertidumbre para cada fuente de la categoría.

[15] Ver la información especificada en la incertidumbre sectorial

Tabla 70. Incertidumbre de las emisiones de CH_4 y N_2O provenientes de la quema de residuos agrícolas

Código de la categoría IPCC		Fuente	Gas	Emisiones año base (INGEI 2010)	Emisiones año t (RAGEI 2014)	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada √(E^2+F^2)	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
4		**Agricultura**								
	4F	Quema de residuos agrícolas								
	1	Cereales	CH_4	26.75	27.70	32.50%	20.00%	38.16%	2.85%	3.99%
	2	Leguminosas	CH_4	2.53	3.17	37.50%	20.00%	42.50%	0.36%	0.53%
	3	Tubérculos y raíces	CH_4	1.25	1.21	32.50%	20.00%	38.16%	0.12%	0.17%
	4	Caña de azúcar	CH_4	256.73	302.67	37.50%	20.00%	42.50%	34.67%	50.21%
	5	Otros: cultivos transitorios	CH_4	29.74	32.65	32.50%	20.00%	38.16%	3.36%	4.69%
	6	Otros: cultivos permanentes	CH_4	2.69	3.66	27.50%	20.00%	34.00%	0.34%	0.45%
				319.68	371.05				*34.95%*	*50.59%*
	1	Cereales	N_2O	11.23	12.16	32.50%	20.00%	38.16%	2.71%	3.72%
	2	Leguminosas	N_2O	1.89	2.33	37.50%	20.00%	42.50%	0.58%	0.82%
	3	Tubérculos y raíces	N_2O	1.83	1.76	32.50%	20.00%	38.16%	0.39%	0.54%
	4	Caña de azúcar	N_2O	93.80	110.58	37.50%	20.00%	42.50%	27.40%	39.05%
	5	Otros: cultivos transitorios	N_2O	39.95	42.60	32.50%	20.00%	38.16%	9.48%	13.04%
	6	Otros: cultivos permanentes	N_2O	1.50	2.09	27.50%	20.00%	34.00%	0.41%	0.54%
				261.53	284.51				*109.31%*	*41.36%*

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.4.4.5 Garantía de la calidad/control de calidad

Para la garantía y el control de calidad, se siguieron las "Procedimientos generales de Control de calidad" que figuran en la OBP2000 y se detallan en la Tabla 9 del presente reporte, se utilizaron además la Orientaciones de la OBP2000 específicas al sector Agricultura para esta categoría de emisiones las cuales se describen a continuación:

Tabla 71. Procedimientos de control de calidad para las emisiones indirectas provenientes de los Suelos Agrícolas

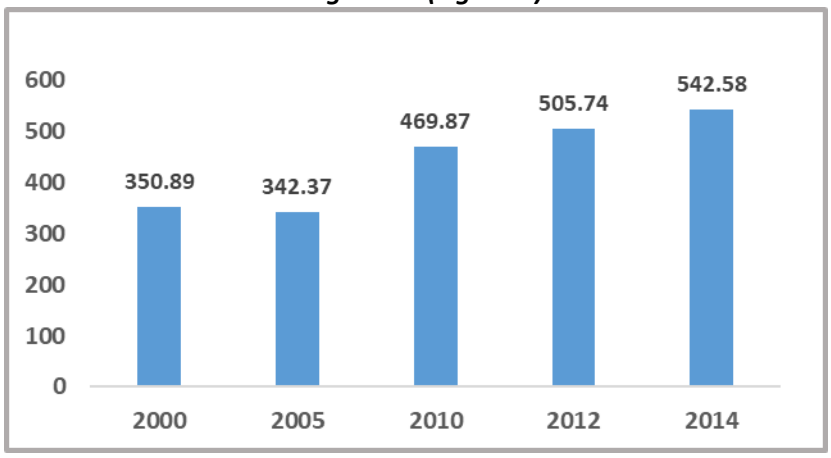
	Desarrollado	Pendiente
Revisión de los datos de actividad y factores de emisión	examinar la calidad de los datos sobre el porcentaje de residuos quemados en los campos	Obtener información sobre la cantidad de residuos quemados durante la estación seca y la estación lluviosa
Examen de los datos de actividad		Cotejar las estadísticas sobre el intercambio comercial de productos básicos

Fuente: DGAAA – MINAGRI

4.4.4.6 Análisis de resultado de la categoría

En el año 2014, las emisiones totales por la quema en el campo de residuos agrícola fueron 542.58 $GgCO_2eq$ que representan el 2.07% de las emisiones totales del sector agricultura. La figura 21 muestra las emisiones de GEI para los años evaluados.

Figura 21. Emisiones de gases de efecto invernadero de la Quema en el campo de Residuos Agrícolas (GgCO2e)



Fuente: DGAAA – MINAGRI

Aun cuando la quema en el campo de residuos agrícolas no es una categoría principal, tampoco es una información que se genere al interior de MINAGRI o como parte del SIEA, la Unidad de Monitoreo para el MRV – REDD del MINAM se encuentra desarrollando información que puede ser utilizada para futuros inventarios.

4.4.4.7 Siguientes pasos

Las acciones a largo plazo que se plantean para mejorar los reportes de GEI provenientes de esta categoría, son los siguientes:

- Obtener los valores sobre la fracción quemada en campo de los cultivos.
- Actualizar los valores de los porcentajes de fracción de quemada por tipo de cultivos, a través de una revisión de literatura científica generada a nivel nacional e internacional.
- Avanzar con el reporte de información espacialmente explícita utilizando información que se genera a nivel nacional como parte de otros procesos como el de la unidad de monitoreo para el MRV – REDD del MINAM, el que definirá la Dirección General encargada en desarrollarla, así como el presupuesto que ésta requiere para su elaboración.

RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan las siguientes recomendaciones a tomar en cuenta para mejorar la calidad de los próximos Reportes Anuales de Gases de Efecto Invernadero del Sector Agricultura:

- Coordinar con los centros de Investigación como: Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Universidad Nacional Agraria La Molina y otras universidades, el desarrollo de investigaciones en las dos principales fuentes de emisión: Suelos Agrícolas y Fermentación Entérica. En el caso de los Suelos Agrícolas deberá desarrollarse estudios para conocer los factores de emisiones de los cultivos agrícolas y en el caso de la Fermentación entérica se debería hacer la caracterización más detallada por cada especie de ganado.
- Promover el Fortalecimiento de Capacidades para los miembros del grupo de INFOCARBONO, conformado por las direcciones de línea del MINAGRI, quienes son los responsables de la generación y elaboración del RAGEI del Sector Agricultura, de acuerdo a la metodología del IPCC para la estimación de emisiones de GEI del Sector.
- Contar con el equipo técnico y financiamiento necesario que permita la elaboración del RAGEI de forma continua.
- Desarrollar información espacialmente explícita que no se genera en el MINAGRI como quema de sabanas y quema en el campo de residuos agrícolas que puede ser provista por otras dependencias de orden nacional.
- Registrar información sobre el consumo de fertilizantes orgánicos comerciales y no comerciales, para mejorar las estimaciones provenientes de los Suelos Agrícolas
- Establecer una hoja de ruta a largo plazo que permita obtener factores de emisión nacional, a partir de la información que se generen en las acciones de mitigación planificadas y/o en ejecución, sobre todo para las categorías principales, de manera que estas puedan verse reflejados en la contabilidad de las emisiones del sector.

ANEXOS:

Anexo A: Datos del responsable del RAGEI

Datos	Descripción
Nombres y Apellidos	Jesús Américo Sihuas Aquije
Cargo	Director General
Correo Electrónico	jsihuas@minagri.gob.pe
Teléfono - Anexo	51-209-8800 – Anexo 4101
Dirección	Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios
Institución	Ministerio de Agricultura y Riego