

# RAGEI 2016

REPORTE ANUAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO  
EL SECTOR AGRICULTURA 2016

## CATEGORÍAS:

GANADO Y FUENTES AGREGADAS  
Y EMISIONES NO-CO<sub>2</sub>  
EN OTRAS TIERRAS

**Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Agricultura del año 2016**  
**Categorías: Ganado y**  
**Fuentes agregadas y emisiones no-CO<sub>2</sub> en otras tierras.**

Preparado por:

**Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego**

Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios

Lima, Diciembre 2020

## CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	13
1. INTRODUCCIÓN .....	14
2. SITUACIÓN DEL SECTOR .....	15
3. PROCESO DE ELABORACION DEL RAGEI.....	17
3.1. Organización para la elaboración del RAGEI .....	17
3.2. Procedimientos y arreglos para la elaboración del RAGEI .....	18
3.3. Control de calidad y garantía de la calidad del RAGEI .....	19
4. METODOLOGÍA APLICADA .....	20
4.1. Metodología para el cálculo de emisiones GEI .....	20
4.2. Metodología para el análisis de Incertidumbre .....	21
4.2.1. Incertidumbre de los niveles de actividad .....	21
4.2.2. Incertidumbre de los factores de emisión .....	22
4.2.3. Incertidumbre de las emisiones del sector .....	24
4.3. Metodología para garantizar la coherencia de la serie temporal .....	27
5. RESULTADO SECTORIAL.....	28
5.1. Análisis de los resultados .....	28
5.2. Actualización de la serie temporal sectorial .....	33
6. RESULTADOS POR CATEGORÍA / SUBCATEGORÍA .....	37
6.1. Ganado .....	37
6.1.1. Fermentación Entérica (3A1) .....	37
6.1.1.1. Método de cálculo.....	37
6.1.1.2. Datos de actividad .....	39
6.1.1.3. Factores de emisión y conversión .....	45
6.1.1.4. Análisis de Incertidumbre .....	52
6.1.1.5. Análisis de resultados.....	53
6.1.1.6. Actualización de la serie temporal .....	53
6.1.2. Manejo del estiércol (3A2) .....	54
6.1.2.1. Método de cálculo.....	54
6.1.2.2. Datos de actividad .....	58
6.1.2.3. Factores de emisión y conversión .....	63
6.1.2.4. Análisis de Incertidumbre .....	68
6.1.2.5. Análisis de resultados.....	69
6.1.2.6. Actualización de la serie temporal .....	70

6.2.	Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO <sub>2</sub> en otras tierras .....	71
6.2.1.	Emisiones por quemado de biomasa (3C1b y 3C1c) .....	71
6.2.1.1.	Método de cálculo.....	71
6.2.1.2.	Datos de actividad .....	73
6.2.1.3.	Factores de emisión y conversión .....	78
6.2.1.4.	Análisis de Incertidumbre .....	79
6.2.1.5.	Análisis de resultados.....	80
6.2.1.6.	Actualización de la serie temporal .....	81
6.2.2.	Aplicación de urea (3C3) .....	82
6.2.2.1.	Método de cálculo.....	82
6.2.2.2.	Datos de actividad .....	84
6.2.2.3.	Factores de emisión y conversión .....	85
6.2.2.4.	Análisis de Incertidumbre .....	85
6.2.2.5.	Análisis de resultados.....	86
6.2.2.6.	Actualización de la serie temporal .....	86
6.2.3.	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados (3C4) .....	87
6.2.3.1.	Método de cálculo.....	87
6.2.3.2.	Datos de actividad .....	90
6.2.3.3.	Factores de emisión y conversión .....	106
6.2.3.4.	Análisis de incertidumbre.....	111
6.2.3.5.	Análisis de resultados.....	112
6.2.3.6.	Actualización de la serie temporal .....	112
6.2.4.	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados (3C5) .....	113
6.2.4.1.	Método de cálculo.....	113
6.2.4.2.	Datos de actividad .....	116
6.2.4.3.	Factores de emisión y conversión .....	119
6.2.4.4.	Análisis de Incertidumbre .....	120
6.2.4.5.	Análisis de resultados.....	121
6.2.4.6.	Actualización de la serie temporal .....	121
6.2.5.	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O por manejo de estiércol (3C6).....	122
6.2.5.1.	Método de cálculo.....	122
6.2.5.2.	Datos de actividad .....	124
6.2.5.3.	Factores de emisión y conversión .....	127
6.2.5.4.	Análisis de Incertidumbre .....	128
6.2.5.5.	Análisis de resultados.....	129

6.2.5.6.	Actualización de la serie temporal .....	129
6.2.6.	Cultivos de arroz (3C7) .....	130
6.2.6.1.	Método de cálculo.....	130
6.2.6.2.	Datos de actividad .....	132
6.2.6.3.	Factores de emisión y conversión .....	136
6.2.6.4.	Análisis de Incertidumbre .....	138
6.2.6.5.	Análisis de resultados.....	138
6.2.6.6.	Actualización de la serie temporal .....	139
7.	CONTROL DE CALIDAD Y GARANTÍA DE LA CALIDAD .....	140
7.1.	Control de calidad .....	140
7.2.	Garantía de calidad .....	141
8.	PLAN DE MEJORA .....	147
9.	BIBLIOGRAFIA.....	149
10.	ANEXOS .....	150
	Anexo A: Datos del responsable del RAGEI.....	150
	Anexo B: Dictamen de expertos.....	150
	Anexo C: Procedimiento de control de calidad.....	150

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Área ocupada y porcentaje de los principales cultivos del país al 2016	14
Tabla N° 2. Rol de las entidades involucradas en la elaboración del RAGEI	16
Tabla N° 3. Metodologías y nivel metodológico aplicado a categorías del sector Agricultura	18
Tabla N° 4. Gases estimados en el RAGEI 2016	18
Tabla N° 5. Valores de Incertidumbre proveniente del dictamen de expertos	19
Tabla N° 6. Valores de incertidumbre para los factores de emisión por defecto.	21
Tabla N° 7. Valores de incertidumbre del sector Agricultura	24
Tabla N° 8: Emisiones de GEI y gases precursores	28
Tabla N° 9. Emisiones de GEI en Gg CO <sub>2</sub> eq	30
Tabla N° 10. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Agricultura (GgCO <sub>2</sub> eq)	35
Tabla N° 11. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) provenientes de la fermentación entérica	39
Tabla N° 12. Población anual de animales vivos por región, 2016	40
Tabla N° 13. Población anual de animales vivos por región, 2016	41
Tabla N° 14. Población media anual de animales vivos por región, 2016	42
Tabla N° 15. Población media anual de ganado vacuno lechero y otro ganado vacuno por región, 2016	43
Tabla N° 16. Existencias de ganado vacuno por subcategoría de ganado, 2016	44
Tabla N° 17. Factores de emisión de la fermentación entérica	44
Tabla N° 18. Parámetros determinados por dictamen de expertos para determinar los factores de emisión para fermentación entérica del ganado vacuno	45
Tabla N° 19. Factores de Emisión de metano de la fermentación entérica de ganado vacuno	48
Tabla N° 20. Factores de Emisión de metano de la fermentación entérica de otras especies de ganado	49
Tabla N° 21. Densidad de la leche de vaca	50
Tabla N° 22. Energía Bruta convertida en metano por sector (Y <sub>m</sub> )	50
Tabla N° 23. Coeficientes para el cálculo de emisiones de la Fermentación Entérica de Vacunos	50
Tabla N° 24. PCG utilizado para el metano	50
Tabla N° 25. Incertidumbre de las emisiones de metano para la categoría Fermentación entérica	51
Tabla N° 26. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de metano provenientes del manejo de estiércol	58
Tabla N° 27. Temperatura Promedio Anual, 2016	59
Tabla N° 28. Población animal media anual según especie y por región climática, 2016	60
Tabla N° 29. Sistemas de Manejo de Estiércol, 2016	62
Tabla N° 30. Factores de emisión de las emisiones de metano y óxido nitroso provenientes del manejo del estiércol	62
Tabla N° 31. Participación de la población del ganado por tipo según región climática	63
Tabla N° 32. Factores de emisión para emisiones de metano provenientes del manejo del estiércol	63

Tabla N° 33. Factores de Emisión de las emisiones directas de óxido nitroso del manejo del estiércol	64
Tabla N° 34. Masa Animal Típica (kg/animal) o Peso Vivo	65
Tabla N° 35. Tasas de Excreción Anual de Nitrógeno por defecto $[(1000 \text{ kg animal})^{-1} \text{ día}^{-1}]$	66
Tabla N° 36. PCG utilizado para el metano y óxido nitroso	67
Tabla N° 37. Incertidumbre de las emisiones de metano y óxido nitroso para la categoría Manejo de estiércol	67
Tabla N° 38. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) provenientes de la quema de tierras de cultivo y pastizales	73
Tabla N° 39. Superficie quemada de cultivos, 2016	75
Tabla N° 40. Área quemada de pastizales, 2016	77
Tabla N° 41. Masa de combustible disponible para combustión (t/ha)	77
Tabla N° 42. Factores de Emisión para la categoría quemado de biomasa	78
Tabla N° 43. Proporción del área de cultivos donde se quema biomasa	79
Tabla N° 44. Porcentaje de quema de pastos	79
Tabla N° 45. PCG utilizado para el metano y el óxido nitroso	79
Tabla N° 46. Incertidumbre de las emisiones de metano y óxido nitroso para la categoría Emisiones por quema de biomasa	79
Tabla N° 47. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de $\text{CO}_2$ provenientes de la aplicación de urea	84
Tabla N° 48. Cantidad anual de Importaciones de Urea 2016	85
Tabla N° 49. Factores de Emisión de metano procedentes de la aplicación de urea	85
Tabla N° 50. Incertidumbre de las emisiones de óxido nitroso provenientes de la aplicación de urea	85
Tabla N° 51. Descripción de las fuentes de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones directas de $\text{N}_2\text{O}$ provenientes de suelos gestionados	91
Tabla N° 52. Cantidad anual de Importaciones de Principales Fertilizantes Nitrogenados, 2016	93
Tabla N° 53. Contenido de N en kg en los fertilizantes sintéticos	93
Tabla N° 54. Fertilización por región de los cultivos de arroz	93
Tabla N° 55. Población media anual de animales vivos	95
Tabla N° 56. Sistemas de Manejo de Estiércol, 2016	96
Tabla N° 57. Superficie Anual de principales cultivos por región (hectáreas), 2016	98
Tabla N° 58. Producción Anual de principales cultivos por región (toneladas) 2016	101
Tabla N° 59. Pérdida promedio anual de carbono del suelo para cada tipo de uso de la tierra (LU), 2016	104
Tabla N° 60. Población media anual de animales vivos	105
Tabla N° 61. Sistemas de Manejo de Estiércol, 2016	106
Tabla N° 62. Factores de Emisión de las emisiones directas de $\text{N}_2\text{O}$ de suelos gestionados	106
Tabla N° 63. Concentración de Nitrógeno por tipo de fertilizante	107
Tabla N° 64. Factores por defecto para la estimación del N agregado a los suelos a partir de Residuos Agrícolas	107
Tabla N° 65. Periodos vegetativos (años)	108
Tabla N° 66. Masa Animal Típica (kg/animal) o Peso Vivo	110

Tabla N° 67. Tasas de Excreción Anual de Nitrógeno por defecto [(1000 kg animal) <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> ]	111
Tabla N° 68. PCG utilizado para el óxido nitroso	111
Tabla N° 69. Incertidumbre de las emisiones de óxido nitroso provenientes de las Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	112
Tabla N° 70. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O provenientes de suelos gestionados	117
Tabla N° 71. Factores de Emisión de las emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	119
Tabla N° 72. PCG utilizado para el óxido nitroso	120
Tabla N° 73. Incertidumbre de las emisiones de óxido nitroso provenientes de las Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	120
Tabla N° 74. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O provenientes del manejo de estiércol	125
Tabla N° 75. Cantidad de existencias de ganado por categorías representativas	126
Tabla N° 76. Sistemas de Manejo de Estiércol, 2016	126
Tabla N° 77. Factores de Emisión de las emisiones indirectas de óxido nitroso del manejo de estiércol	127
Tabla N° 78. Valores por defecto para la pérdida de nitrógeno debida a volatilización de NH <sub>3</sub> y NO <sub>x</sub> de la gestión del estiércol	127
Tabla N° 79. Valores por defecto del total de pérdida de nitrógeno producida por la gestión del estiércol	128
Tabla N° 80. PCG utilizado para el óxido nitroso	128
Tabla N° 81. Incertidumbre de las emisiones de óxido nitroso provenientes de las Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O por manejo de estiércol	128
Tabla N° 82. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de metano provenientes de cultivos de arroz	133
Tabla N° 83. Superficie Anual de cultivo de arroz por región en hectáreas, 2016	134
Tabla N° 84. Superficie Anual de cultivo de arroz por zona de producción (hectáreas), 2016	134
Tabla N° 85. Periodo de cultivo de arroz por defecto	135
Tabla N° 86. Tipos de sistemas de riego para el cultivo de arroz	135
Tabla N° 87. Variables para determinar factores de emisión de cultivos de arroz	136
Tabla N° 88. Factor de emisión por defecto para campos continuamente inundados sin enmiendas orgánicas	137
Tabla N° 89. Factor de escala para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el período de cultivo de arroz	137
Tabla N° 90. Factor de escala para contar diferencias en el régimen hídrico en la pretemporada antes del período de cultivo de arroz	137
Tabla N° 91. PCG utilizado para el metano	138
Tabla N° 92. Incertidumbre de las emisiones de metano provenientes de las emisiones del cultivo de arroz	138
Tabla N° 93. Hallazgos producto del proceso de control de calidad	141
Tabla N° 94. Hallazgos producto del proceso de garantía de calidad	143
Tabla N° 95. Acciones de mejora planificadas para futuros RAGEI	149
Tabla N° 96. Procedimientos generales de control de calidad	152



Tabla N° 97. Procedimientos de específicos de control de calidad para la categoría 3A1 Fermentación Entérica	155
Tabla N° 98. Procedimientos de específicos de control de calidad para la categoría 3A2 Manejo de estiércol	156
Tabla N° 99. Procedimientos de específicos de control de calidad para la categoría 3C1 Quema de biomasa	157
Tabla N° 100. Procedimientos de específicos de control de calidad para la categoría 3C3 Aplicación de urea	157
Tabla N° 101. Procedimientos de específicos de control de calidad para la categoría 3C4 – 3C5 Emisiones directas e indirectas de suelos gestionados	158
Tabla N° 102. Procedimientos de específicos de control de calidad para la categoría 3C7 Arroz	158
Tabla N° 103. Procedimiento de garantía de calidad aplicado a las subcategorías del sector Agricultura	160

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Evolución del PBI Nacional vs PBI Sector Agricultura	13
Figura N° 2. Organización para la elaboración del RAGEI 2016	15
Figura N° 3. Emisiones por categorías de GEI del Sector Agricultura para el año 2016	32
Figura N° 4. Serie temporal de emisiones de GEI del Sector Agricultura, 1994- 2016 [Gg CO <sub>2</sub> eq]	33
Figura N° 5. Tendencia de las GEI totales del Sector Agricultura, 2000 – 2016 [Gg CO <sub>2</sub> eq]	34
Figura N° 6. Árbol de decisiones para las emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) resultantes de la fermentación entérica	37
Figura N° 7. Emisiones de metano generados por la fermentación entérica, 2016	52
Figura N° 8. Serie temporal de emisiones de GEI de la categoría fermentación entérica	52
Figura N° 9. Árbol de decisión para emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) por manejo del estiércol	54
Figura N° 10. Árbol de decisión de emisiones de óxido nitroso (N <sub>2</sub> O) por manejo de estiércol	56
Figura N° 11. Emisiones de metano generados por el manejo de estiércol, 2016	68
Figura N° 12. Emisiones de óxido nitroso generadas por el manejo de estiércol, 2016	69
Figura N° 13. Serie temporal de emisiones de GEI de la categoría manejo de estiércol	69
Figura N° 14. Árbol de decisión para estimar las emisiones de GEI provocadas por incendios en una categoría de uso de la tierra	71
Figura N° 15. Emisiones de metano y óxido nitroso generados por quemado de biomasa en Tierras de cultivo, 2016	80
Figura N° 16. Emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) y óxido nitroso (N <sub>2</sub> O) generados por quemado de biomasa en Pastizales, 2016	80
Figura N° 17. Serie temporal de emisiones de GEI de la categoría quemado de biomasa en Tierra de cultivos y Pastizales	81
Figura N° 18. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO <sub>2</sub> provenientes aplicación de urea	83
Figura N° 19. Emisiones de dióxido de carbono generados por la aplicación de urea, 2016	86
Figura N° 20. Serie temporal de emisiones de GEI de la categoría Aplicación de Urea	86
Figura N° 21. Árbol de decisión de emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	88
Figura N° 22. Emisiones directas de óxido nitroso generadas por suelos gestionados, 2016	112
Figura N° 23. Serie temporal de emisiones de GEI de la categoría emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	113
Figura N° 24. Árbol de decisión de emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	114
Figura N° 25. Emisiones indirectas de óxido nitroso generadas por suelos gestionados, 2016	121
Figura N° 26. Serie temporal de emisiones de GEI de la categoría emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	122
Figura N° 27. Árbol de decisión de emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O por manejo de estiércol	123
Figura N° 28. Emisiones indirectas de óxido nitroso generadas por el manejo de estiércol, 2016	129
Figura N° 29. Serie temporal de emisiones de GEI de la categoría emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O generadas por el manejo de estiércol	130
Figura N° 30. Árbol de decisión para las emisiones de CH <sub>4</sub> resultantes de la producción de arroz	131

Figura N° 31. Emisiones de metano generados por cultivos de arroz, 2016	139
Figura N° 32. Serie temporal de emisiones de GEI de la categoría cultivos de arroz	139

## SIGLAS Y ACRONIMOS

AGRORURAL	Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural
ASOUT	Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo (equivalente a AFOLU por sus siglas en inglés: <i>Agriculture, Forestry and Other Land Uses</i> )
BCR	Banco Central de Reserva
C	Carbono
CC	Control de Calidad
CENAGRO	Censo Nacional Agropecuario
CH <sub>4</sub>	Metano
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CO <sub>2</sub> eq	Dióxido de carbono equivalente
DEA	Dirección General de Estadística Agraria
DERN	Dirección de Evaluación de los Recursos Naturales
DGA	Dirección General Agrícola
DGAAA	Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios
DGESEP	Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas
DGGA	Dirección General de Ganadería
DGIAR	Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego
DS	Decreto Supremo
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (del inglés <i>Food and Agriculture Organization</i> )
FAOSTAT	Base de datos estadísticos corporativos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (del inglés <i>The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database</i> )
FE	Factor de Emisión
GC	Garantía de la Calidad
GEI	Gases de Efecto Invernadero
Gg	Gigagramo
GgCH <sub>4</sub>	Gigagramos de Metano
GgCO <sub>2</sub> eq	Gigagramos de Dióxido de Carbono equivalente
GgN <sub>2</sub> O	Gigagramos de Óxido Nitroso
GTTSACC	Grupo de Trabajo Técnico de Seguridad Alimentaria y Cambio Climático
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INFOCARBONO	Disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
InfoProc	Información procesada
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
INIA	Instituto Nacional de Innovación Agraria
IPCC	Panel intergubernamental de expertos sobre cambio climático (del inglés <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> )
MIDAGRI	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.
MINAM	Ministerio del Ambiente
N	Nitrógeno
n.d	No disponible
N <sub>2</sub> O	Óxido Nitroso
NA	No aplica
NE	No Estimado
NO	No Ocurre
OBP2000	Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
OBP2003	Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura
PCG	Potencial de Calentamiento Global (GWP en inglés, <i>Global Warming Potential</i> )

PNCBMCC	Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático
RAGEI	Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero
RAGEI 2016	Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del año 2016
RedINGEI	Red Latinoamericana de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero
s/f	Sin fecha
SENASA	Servicio Nacional de Sanidad Agraria
SEPA	Serie de Estadísticas de Producción Agrícola
SEPGA	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola
SERFOR	Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre
SF <sub>p</sub>	Factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante la temporada previa al cultivo
SF <sub>w</sub>	Factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el período de cultivo
SIEA	Sistema Integrado de Estadística Agraria
SME	Sistema de Manejo de Estiércol
TACCC	Transparencia, precisión, exhaustividad, consistencia, comparabilidad (del inglés <i>Transparency, Accuracy, Completeness, Consistency, Comparability</i> )
TAM	Masa Típica Animal (del inglés <i>Typical Animal Mass</i> )
Ton	Toneladas
US EPA	Protección Ambiental de los Estados Unidos (del inglés <i>United States Environmental Protection Agency</i> )
UTCUTS	Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (equivalente a USCUS - Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura)

## RESUMEN EJECUTIVO

El Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del Sector Agricultura del año 2016 (RAGEI 2016), describe el proceso de estimación de emisiones de GEI del año 2016 y de la actualización de las estimaciones de los años 2014, 2012, 2010, 2005, 2000 y 1994.

El RAGEI 2016 presenta los resultados de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) asociados a al sector ASOUT (Agricultura y UTCUTS), calculados aplicando la metodología de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Los valores de GEI se reportan en forma agregada, expresados en dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq), utilizando el Poder de Calentamiento Global (PCG) proporcionados por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) en su Segundo Informe de Evaluación, que se basan en los efectos de los GEI en un horizonte temporal de cien años.

Las emisiones del año 2016 se han estimado en 262.54 Gg de CO<sub>2</sub>, 648.71 Gg de CH<sub>4</sub> y 38.79 Gg de N<sub>2</sub>O, que equivalen respectivamente a 262.54 Gg CO<sub>2</sub>eq, 13,622.93 Gg CO<sub>2</sub>eq y 12,024.83 Gg CO<sub>2</sub>eq<sup>1</sup>. El resultado agregado de la estimación de las emisiones del sector Agricultura equivale a 25,910.29 Gg CO<sub>2</sub>eq. La principal fuente de emisión fue la fermentación entérica con 11,462.85 Gg CO<sub>2</sub>eq que representa el 44.24% del total, seguida por las emisiones directas de óxido nitroso de suelos gestionados con 7,709.86 Gg CO<sub>2</sub>eq, equivalente al 29.76%. Las demás categorías como: emisiones indirectas de óxido nitroso de suelos gestionados (10.30%), emisiones por quema de biomasa (7.30%), cultivos de arroz (4.19%), manejo de estiércol (2.40%), aplicación de urea (1.01%) y emisiones indirectas de óxido nitroso de manejo de estiércol (0.81%) representaron un total de 26.00% de las emisiones de GEI en el sector.

Respecto a la evolución de emisiones de GEI, se tiene que las emisiones del año 2016 se incrementaron en 0.27% respecto al año 2014 y aumentaron en 22.02% respecto al año 1994.

El presente RAGEI 2016 constituye un hito importante para MIDAGRI dado que presenta estimaciones de emisiones de GEI con las Directrices del IPCC de 2006, el cual contribuye a adelantarnos al cumplimiento del Marco Reforzado de Transparencia<sup>2</sup>, dispuesto en el Acuerdo de París, que serán operativizados a través del INFOCARBONO, herramienta del MRV de mitigación del Sistema para el Monitoreo de las Medidas de Adaptación y Mitigación establecido en el artículo 32 y 51 del Reglamento de la Ley Marco sobre Cambio Climático.

<sup>1</sup> Se utiliza el PCG a 100 años. IPCC Segundo Informe de Evaluación (AR2, 1995).

<sup>2</sup> Las Modalidades, Procedimientos y Directrices del Marco de Transparencia para la acción y apoyo referido en el Artículo 13 del Acuerdo de París, adoptado en la Decisión 18/CMA.1 de la CMNUCC, establece que las Partes deberán presentar su primer informe bienal de transparencia y su informe del inventario nacional (aplicando las Directrices del IPCC de 2006 y cualquier versión o refinamiento posterior), a más tardar el 31 de diciembre de 2024. Recuperado de: [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2018\\_3\\_add2\\_new\\_advance.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2018_3_add2_new_advance.pdf)

## 1. INTRODUCCIÓN

El Ministerio del Ambiente (MINAM), mediante el Decreto Supremo N°013-2014-MINAM aprobó las disposiciones para la elaboración del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INFOCARBONO), cuya finalidad es establecer un conjunto de acciones orientadas a la recopilación, evaluación y sistematización de información referida a la emisión y remoción de Gases de Efecto Invernadero (GEI), que contribuirá a la formulación de políticas, estrategias y planes de desarrollo que reduzcan las emisiones de GEI y al cumplimiento de los compromisos asumidos por el país con la suscripción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC).

De acuerdo con la Resolución Ministerial N.º 168-2016-MINAM, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) es la entidad competente encargada de la elaboración del RAGEI del Sector Agricultura. Dentro del MIDAGRI, la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios (DGAAA) es la responsable de elaborar y presentar al Ministerio del Ambiente (MINAM) el RAGEI. En ese sentido, el MIDAGRI ha conformado el Grupo del INFOCARBONO para la recopilación, procesamiento y elaboración del RAGEI. Este grupo está integrado por representantes de las diferentes direcciones de línea y órganos adscritos de MIDAGRI y la DGAAA, como Secretaría Técnica del grupo, se encarga de convocar, centralizar y dirigir las reuniones de trabajo.

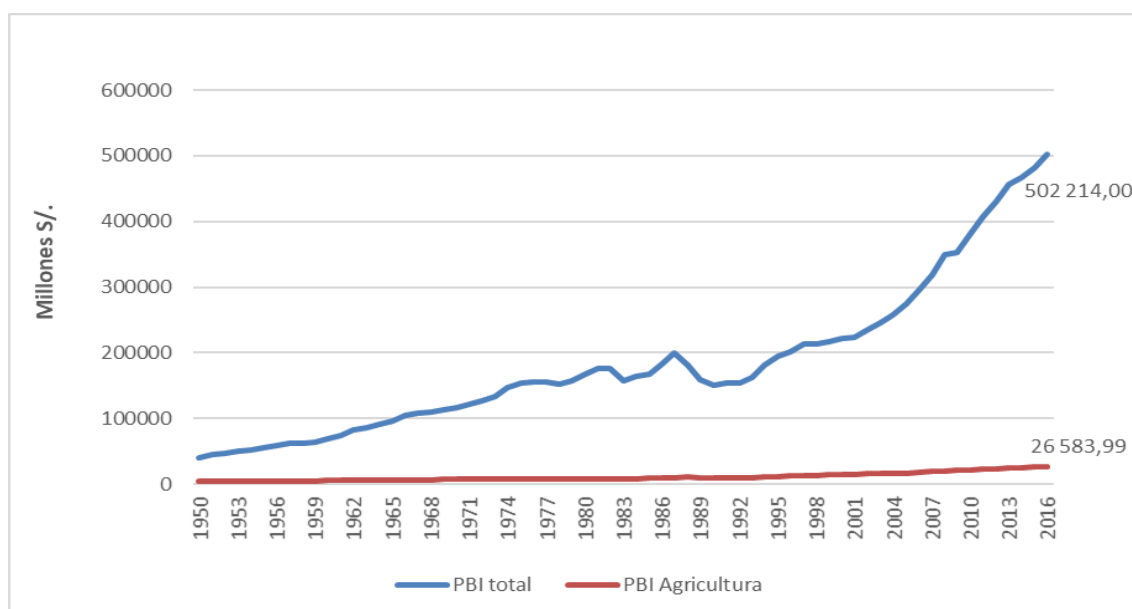
La Dirección de Asuntos Ambientales Agrarios (DGAAA) del MIDAGRI, presenta el RAGEI 2016 de sector Agricultura, resultado del trabajo conjunto con el MINAM, quien ha brindado asistencia técnica a las entidades competentes del INFOCARBONO para la aplicación de la metodología establecida en las Directrices 2006 del IPCC.

## 2. SITUACIÓN DEL SECTOR

El Perú es un país con grandes extensiones de tierras dedicadas a la actividad agropecuaria, según el último Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO), correspondiente al año 2012, se cuentan con 38,742,465 hectáreas dedicadas a esta actividad, es decir ocupa el 30.1% del territorio nacional. Los datos del censo agropecuario del año 1994 reportaron un total de 35,381,800 hectáreas de tierras agropecuarias, lo que demuestra que estas tierras se han incrementado en un 9.5% para el periodo intercensal (CENAGRO, 2012).

Sin embargo, la participación económica de la agricultura en el PBI nacional fue disminuyendo a través de las décadas, así en el año 1950 representaba el 11.00%, luego en el 2010 esta participación se redujo a 5.70% (Figura N° 1). Para el año 2016, el peso de la agricultura en el PBI fue solo del 5.30% (BCR, 2017)<sup>3</sup>.

Figura N° 1. Evolución del PBI Nacional vs PBI Sector Agricultura



Fuente: Banco Central de Reserva del Perú. Gerencia Central de Estudios Económicos, 2019.

Por otro lado, la ganadería en el Perú tiene singular importancia para la seguridad alimentaria del país, así como en la generación de ingresos para pobladores rurales de subsistencia. De acuerdo, al diagnóstico del Plan Ganadero 2017 - 2027, la ganadería representa cerca del 40.00% del Valor Bruto de la Producción Agropecuaria y es el medio de vida de 1,8 millones de familias que integran a aproximadamente 7,6 millones de personas, es decir a cerca del 25.00% de la población peruana (MIDAGRI, 2017).

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; por lo tanto, un aumento en la importación de fertilizantes nitrogenados. Esta tendencia se constata con lo observado en el crecimiento sostenido de las emisiones directas e indirectas provenientes de la categoría de Suelos Agrícolas.

<sup>3</sup> Disponible en el siguiente enlace (PBI y PBI agropecuario), obtenido el día 27/08/2019:  
<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM05000AA/html>  
<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM04986AA/html>



Con respecto a los cultivos agrícolas, los más significativos en términos de extensión y producción en el Perú durante el año 2016 fueron el arroz, el café, la papa, el maíz amiláceo duro, el maíz amiláceo y el plátano (Tabla N° 1).

**Tabla N° 1: Área ocupada y porcentaje de los principales cultivos del país al 2016**

Cultivos	Área (ha)	Porcentaje
Arroz	419,563	12.60%
Café	383,973	11.53%
Papa	310,698	9.33%
Maíz amiláceo duro	267,576	8.04%
Maíz amiláceo	197,312	5.93%
Plátano	160,646	4.82%

Fuente: SIEA-MIDAGRI, 2016.

El arroz es uno de los cultivos más importantes del país. Su producción se concentra en nueve regiones, siendo los departamentos de San Martín y Amazonas en el nororiente, y Piura, Lambayeque y La Libertad en el norte, los más importantes productores de arroz. A nivel nacional, este cultivo ocupa un área de 419,563.9 ha, representando el 12.60% del área nacional total de cultivos agrícolas, esta última con una superficie de 3,329,063.1 ha (SIEA - MIDAGRI, 2017). Este hecho confirma que este producto, es de suma importancia en la alimentación de los peruanos y se espera que la producción de arroz se mantenga, siendo un reto reducir sus emisiones de metano (CH<sub>4</sub>), las cuales son reportadas en la categoría 3C7: Cultivo Arroz.

## 3. PROCESO DE ELABORACION DEL RAGEI

### 3.1. Organización para la elaboración del RAGEI

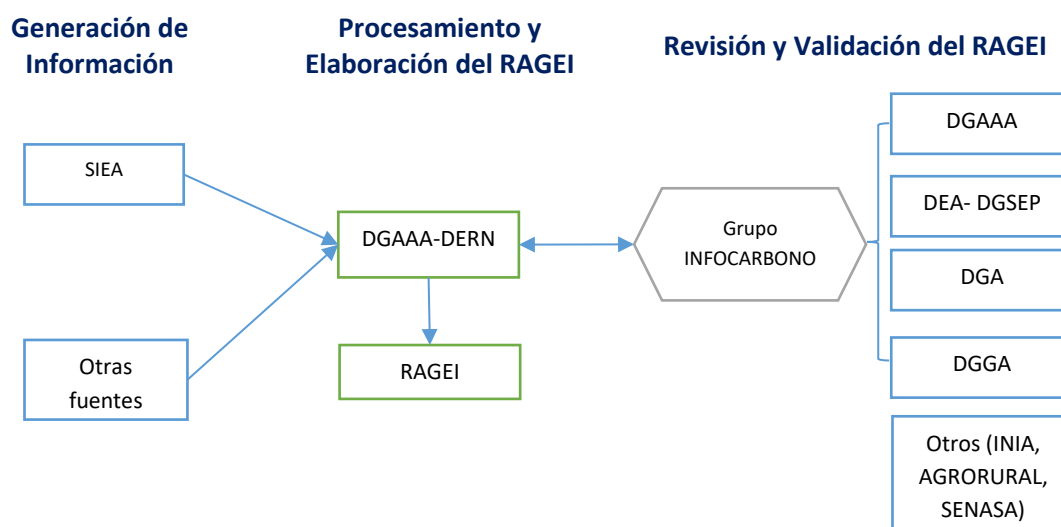
La elaboración del RAGEI 2016 estuvo a cargo de la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios (DGAAA) del MIDAGRI.

Asimismo, es preciso indicar que mediante Resolución Ministerial N.º 0647-2008-AG, el MIDAGRI constituyó el Grupo de Trabajo Técnico de Seguridad Alimentaria y Cambio Climático del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (GTTSACC), encargado de proponer la visión sectorial del cambio climático en los sistemas productivos agrarios del país, así como recomendar medidas que orienten procesos, acciones institucionales y la articulación intersectorial para la adaptación al cambio climático.

Con el fin de optimizar el proceso de recopilación, procesamiento y elaboración del RAGEI, el grupo GTTSACC creó el subgrupo permanente de trabajo, denominado Grupo INFOCARBONO-MIDAGRI, el cual es liderado por la DGAAA y conformado por: Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego (DGIAR), Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas (DGESEP), Dirección de Estadística Agrícola (DEA), Dirección General de Ganadería (DGGA), Dirección General Agrícola (DGA), Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (AGRORURAL), Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA).

En la Figura N° 2, se resume la organización interna de MIDAGRI para la elaboración del RAGEI, donde la Dirección de Evaluación de los Recursos Naturales (DERN) - DGAAA realiza la solicitud de la información al Grupo de INFOCARBONO, a la Dirección de Estadística Agraria - DGESEP (responsable de recopilar los datos de actividad del sector de las Agencias Agrarias Regionales). Posteriormente, el Área de Cambio Climático de la DERN procesa la información para realizar las estimaciones de GEI del sector.

Figura N° 2. Organización para la elaboración del RAGEI 2016



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

Asimismo, en la Tabla N° 2 se resume el rol de las direcciones de línea, órganos adscritos del MIDAGRI que están involucrados con la elaboración del RAGEI.

Tabla N° 2. Rol de las entidades involucradas en la elaboración del RAGEI

Entidad	Rol en la elaboración de RAGEI
DGAAA	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Recopila y procesa la información para elaborar la planilla de cálculo y el documento de reporte del RAGEI.</li> <li>● Remite formalmente el RAGEI al MINAM.</li> </ul>
DGESEP- DEA	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Provee información de las Estadísticas Agrarias.</li> </ul>
DGGA / DGSEP /UNALM	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Provee información para la estimación del peso promedio del ganado.</li> </ul>
AGRORURAL/SERFOR/ INIA/DGGA	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Provee información de expertos para: Fracción quemada de pastos.</li> </ul>
DGGA	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Provee información para: Fermentación entérica y Manejo de estiércol.</li> </ul>
DGA	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Provee información para determinar la lista de cultivos de los cuales se queman sus residuos como práctica habitual.</li> </ul>

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

### 3.2. Procedimientos y arreglos para la elaboración del RAGEI

La principal fuente de información del RAGEI en el sector Agricultura, proviene del Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias (SIEA) el cual fue creado mediante DL N°1082 el año 2008. El SIEA se encuentra conformado por los órganos del MIDAGRI, 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 MIDAGRI, 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, encargándose 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.

La DGAAA del MIDAGRI es la encargada de recopilar, sistematizar y archivar la información utilizada para la elaboración del RAGEI. Una vez recopilada y procesada, la información se archiva en archivos digitales, la misma que se encuentra ordenada bajo la siguiente estructura: i) Informe, ii) Planilla de cálculo, y iii) Documentos de soporte, a fin de facilitar la carga de la información disponible en la página web del INFOCARBONO.

La DGAAA, descarga la información estadística agropecuaria disponible del Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias y del INEI. También recoge información de Dictamen de Expertos a través de encuestas y trabajos grupales con actores identificados, en el marco del Grupo INFOCARBONO.

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.

### 3.3. Control de calidad y garantía de la calidad del RAGEI

Para la elaboración del presente RAGEI 2016, se han tomado en consideración los procedimientos generales de control de calidad dispuestos en el Capítulo 6 de las Directrices del IPCC de 2006, que incluyen chequeos generales relativos a los cálculos, procesamiento de la data y documentación que son aplicables a todas las categorías de un inventario de GEI. De este proceso se resalta la implementación de acciones de revisión de la información de entrada utilizada (coherencia, documentación, entre otros). Los procedimientos específicos aplicados se presentan en la sección 7 del presente reporte.

Asimismo, el RAGEI 2016 fue sometido a una garantía de la calidad por expertos internacionales sobre la aplicación de las Directrices del IPCC de 2006. Dichas recomendaciones, así como las acciones de implementación realizadas se presentan en la sección 7 del presente reporte.

## 4. METODOLOGÍA APLICADA

### 4.1. Metodología para el cálculo de emisiones GEI

Las emisiones generadas por el ganado (3A) y las fuentes agregadas y emisiones no-CO<sub>2</sub> en otras tierras (3C) han sido estimadas aplicando el Nivel 2 para la fermentación entérica del ganado vacuno y el Nivel 1 para las demás subcategorías de las Directrices del IPCC de 2006. En la Tabla N° 3, se describe la metodología y nivel metodológico aplicado en cada una de las subcategorías que compone el sector agricultura.

**Tabla N° 3. Metodologías y nivel metodológico aplicado a categorías del sector Agricultura**

Código	Subcategorías	Metodología	Nivel metodológico
3A1	Fermentación entérica	Directrices del IPCC de 2006.	Nivel 2 para vacunos Nivel 1 para otras especies de ganado
3A2	Manejo de estiércol	Directrices del IPCC de 2006.	Nivel 1
3C1	Emisiones por quema de biomasa	Directrices del IPCC de 2006.	Nivel 1
3C3	Aplicación de urea	Directrices del IPCC de 2006.	Nivel 1
3C4	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	Directrices del IPCC de 2006.	Nivel 1
3C5	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	Directrices del IPCC de 2006.	Nivel 1
3C6	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O por manejo del estiércol	Directrices del IPCC de 2006.	Nivel 1
+¿3C7	Cultivo de arroz	Directrices del IPCC de 2006.	Nivel 1

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

Asimismo, la Tabla N° 4 muestra las categorías y subcategorías del sector agricultura consideradas en el RAGEI 2016 y el tipo de gases estimados

**Tabla N° 4. Gases estimados en el RAGEI 2016**

Codificación	Descripción	Categorías IPCC (Directrices del IPCC de 2006)	GEI y gases precursores	GEI y precursores estimados en el RAGEI 2016		
<b>3</b>	<b>Sector</b>	<b>Agricultura</b>				
	<b>3.A</b>	<b>Categoría</b>	<b>Ganado</b>			
		<b>3.A.1</b>	Subcategoría	Fermentación entérica	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>
		<b>3.A.2</b>	Subcategoría	Manejo del estiércol	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O
	<b>3.C</b>	<b>Categoría</b>	<b>Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO<sub>2</sub> de la tierra</b>			
			Subcategoría	Emisiones por quema de biomasa	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CO y NO <sub>x</sub>	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CO y NO <sub>x</sub>
		<b>3.C.3</b>	Subcategoría	Aplicación de urea	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
		<b>3.C.4</b>	Subcategoría	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub> O

Codificación	Descripción	Categorías IPCC (Directrices del IPCC de 2006)	GEI y gases precursores	GEI y precursores estimados en el RAGEI 2016
z	3.C.5	Subcategoría	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	N <sub>2</sub> O
	3.C.6	Subcategoría	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O por manejo del estiércol	N <sub>2</sub> O
	3.C.7	Subcategoría	Cultivo de arroz	CH <sub>4</sub>

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

## 4.2. Metodología para el análisis de Incertidumbre

Se ha desarrollado el Análisis de Incertidumbre aplicando el método de propagación de error (Método 1) descrito en las 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 2000 como año base, dado que es el año del primer INGEI. Se obtuvo una Incertidumbre Combinada (datos de actividad y factores de emisión), mediante la ecuación de propagación de errores, en la cual la desviación estándar de la suma es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones estándar de las cantidades que se suman, con todas las desviaciones estándar expresadas en términos absolutos.

Se utilizó como base información procesada proveniente de las entidades competentes del INFOCARBONO. Pero además, fueron utilizados valores por defecto recomendados por las OBP2000, OBP2003 y las Directrices del IPCC de 2006, así como dictámenes de expertos, ante la ausencia de datos de incertidumbre nacionales oficiales y/o falta de estudios e investigaciones que faciliten la información pertinente para su estimación.

### 4.2.1. 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, para las categorías trabajadas con el Nivel 1, se recurrió a la información de dictamen de expertos utilizada en el último RAGEI, debido a que los valores de datos base de actividad no han tenido modificaciones. Mientras que para la incertidumbre de los factores de emisión para la subcategoría Fermentación entérica trabajada con un Nivel 2, se trabajó con dictámenes de experto para el año 2020. Los valores se muestran en la Tabla N° 5.

**Tabla N° 5. Valores de Incertidumbre proveniente del dictamen de expertos**

Incertidumbre de los datos de actividad				
Parámetro	Límite inferior (%)	Límite Superior (%)	Valor a utilizar (%)	Fuente
Población anual de ganado vacuno por región	-10,00	10,00	10,00	Bedoya J., C (2016/11/29). Solicitud de información Urgente RAGEI - AGRICULTURA Archivo enviado por correo electrónico. Recuperado de <a href="https://mail.minam.gob.p">https://mail.minam.gob.p</a>
Población anual de ganado ovino por región	-10,00	10,00	10,00	
Población anual de ganado caprino por región	-10,00	10,00	10,00	
Población anual de camélidos por región	-10,00	10,00	10,00	
Población anual de equinos por región	ND	ND	ND	

Incertidumbre de los datos de actividad				
Parámetro	Límite inferior (%)	Límite Superior (%)	Valor a utilizar (%)	Fuente
Población anual de porcinos por región	-10,00	10,00	10,00	e/owa/?bO=1#path=/mai l
Población anual de cuyes por región	ND	ND	ND	
Población anual de aves por región	-5,00	5,00	5,00	
Superficie Anual de cultivos por región	-10,00	10,00	10,00	
Producción anual de leguminosas	-10,00	10,00	10,00	
Producción anual de caña de azúcar	-10,00	10,00	10,00	
Producción anual de Cereales	-10,00	10,00	10,00	
Producción anual de Tubérculos y raíces	-10,00	10,00	10,00	
Producción anual de cultivos transitorios	-10,00	10,00	10,00	
Producción anual de cultivos permanentes	-10,00	10,00	10,00	
Superficie Anual de cultivo de arroz por región	-10,00	10,00	10,00	
Peso Vivo Medio de Vacunos por categoría sector, edad, género	-12,73	14,39	13,56	Estimado de los resultados del Dictamen de Expertos 2020. MINAGRI
Digestibilidad media de la dieta de vacuno por categoría sector, edad, género	-12,45	13,50	12,97	
Porcentaje de grasa en la leche por sector	-25,42	13,78	19,60	
Preñez	-12,63	11,57	12,10	
Vacas adultas para producción de carne	9,95	13,37	11,66	
Toros y bueyes	18,87	12,43	15,65	
Vaquilla lechera joven de reemplazo	39,97	40,01	39,99	
Vaquilla joven de reemplazo para carne	41,68	40,88	41,28	
Machos jóvenes en crecimiento	47,28	60,20	53,74	
Ternero/a previo al destete	11,98	16,86	14,42	

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

#### 4.2.2. Incertidumbre de los factores de emisión

La incertidumbre de los factores de emisión, en la mayoría de los casos corresponde al promedio de los valores por defecto de cada fuente. Los valores de incertidumbre para la fermentación entérica han sido determinados por dictamen de experto y se encuentran en la Tabla 5 de la sección previa. La Tabla N° 6 describe la incertidumbre de los factores de emisión por defecto.

Tabla N° 6. Valores de incertidumbre para los factores de emisión por defecto.

Incertidumbre de los factores de emisión - CH <sub>4</sub>				
Parámetro	Límite Inferior (%)	Límite Superior (%)	Valor a utilizar (%)	Fuente
Emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) de otro ganado (otras especies de animal)	-50	50	50,00	Directrices del IPCC de 2006 Volumen 4, Capítulo 10, Cuadro 10.10
Emisiones de metano (CH <sub>4</sub> )	-30	30	30	Directrices del IPCC de 2006. Vol.4. Cap.10. Pg.10.51
Emisiones directas de óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	-50	100	75,00	Directrices del IPCC de 2006. Vol.4. Cap.10. Pg.10.71
Superficie anual de pastizales por región	-12,50	12,50	12,50	OBP2003. Página 3,33
Factor de emisión de CH <sub>4</sub> para residuos agrícolas	±20		20,00	OBP 2000 página 4.98
Factor de emisión N <sub>2</sub> O para pastizales	-48%	48%	47,62	Directrices del IPCC de 2006. Vol. 4 Cap.2 Página 2.53
Cantidad anual de fertilización de urea	0,00			Directrices del IPCC de 2006. Vol. 4 Cap.11 Página 11.34
Aplicación de Urea	±50		50,00	Directrices del IPCC de 2006. Vol. 4 Cap.11 Página 11.34
EF1 para aportes de N de fertilizantes minerales, abonos orgánicos y residuos agrícolas, y N mineralizado de suelos minerales a causa de pérdida de carbono del suelo [kg N <sub>2</sub> O-N (kg N)-1]	-70%	200%	135,00	Directrices del IPCC de 2006. Vol. 4 Cap.11 Cuadro. 11.1
EF1FR para arrozales inundado	-100%	100%	100,00	Directrices del IPCC de 2006. Vol. 4 Cap.11 Cuadro. 11.1
EF3PRP, CPP para vacunos (lecheros y no lecheros, y búfalos), aves de corral y porcinos [kg N <sub>2</sub> O-N (kg N)-1]	-65%	200%	132,50	Directrices del IPCC de 2006. Vol. 4 Cap.11 Cuadro. 11.1
EF3PRP, SO para ovinos y «otros animales» [kg N <sub>2</sub> O-N (kg N)- 1]	-70%	200%	135,00	Directrices del IPCC de 2006. Vol. 4 Cap.11 Cuadro. 11.1
"EF4 [volatilización y re-deposición de N], kg N <sub>2</sub> O-N (kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N volatilizado)-1"	-80%	400%	240,00	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4 - Capitulo 11 - Cuadro 11.3
"FracGASF [Volatilización de fertilizante sintético], (kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N) (kg N aplicado) -1"	-82%	200%	140,91	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019. Vol. 4 Cap.11 Pág. 11.26
"FracGASM [Volatilización de todos los fertilizantes de N orgánicos aplicados, y de estiércol y orina depositados por animales en pastoreo], (kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N) (kg N aplicado o depositado) - 1"	-100%	48%	73,81	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019 Vol. 4 Cap.11 Pág. 11.26
"EF5 [lixiviación/escurrecimiento], kg N <sub>2</sub> O-N (kg N lixiviación/escurrecimiento) -1 "	-100%	82%	90,91	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019 Vol. 4 Cap.11 Pág. 11.26
"FracLIXIVIACIÓN-(H) [pérdidas de N por lixiviación/escurrecimiento en regiones donde Σ (lluvia en la estación lluviosa) - Σ (EP en el mismo período) > capacidad de retención del agua del	-96%	204%	150,00	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019 Vol. 4 Cap.11 Pág. 11.26



Incertidumbre de los factores de emisión - CH <sub>4</sub>				
Parámetro	Límite Inferior (%)	Límite Superior (%)	Valor a utilizar (%)	Fuente
suelo, O donde se emplea irrigación (excepto por goteo)], kg N (kg N agregado o por deposición de animales en pastoreo)-1"				
Factor de emisión regional para Sudamérica	-32,28%	48,03%	40,16	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019. Volumen 4. Capítulo 5. Cuadro 5.11. Página. 5.53
De regadío: Aireación simple	-25%	32%	28,87	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019. Volumen 4. Capítulo 5. Cuadro 5.12. Página. 5.54
De regadío: aireación múltiple	-25%	31%	28,18	
De seco: Alimentación regular por lluvia	-28%	37%	32,41	
Se seco: Con tendencia a la sequía	-31%	50%	40,63	
De Secano: Aguas profundas	-50%	100%	75,00	
Régimen de gestión del agua en la pretemporada antes del período de cultivo de arroz	-11%	12%	11,89	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019. Volumen 4. Capítulo 5. Cuadro 5.13. Página. 5.55

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

#### 4.2.3. Incertidumbre de las emisiones del sector

El análisis de incertidumbre ha permitido identificar las fuentes que poseen incertidumbres combinadas mayores y menores. Para el caso del metano, la categoría que resultó con un menor valor de incertidumbre combinada fue la fermentación entérica del ganado vacuno con un 26.22%, así como la categoría de quema de biomasa en tierras de cultivo con un 22.36%. Este resultado se debe en parte a las mejoras a nivel metodológico para la categoría fermentación entérica, considerando que se utilizó un nivel 2 para el cálculo de sus emisiones. Por otro lado, la categoría que resultó con un mayor valor de incertidumbre para el gas metano fue la de fermentación entérica para otro ganado, con un valor de 50.99% provenientes de las fuentes de ganado ovino, caprino, llama y alpaca, y porcino.

En el caso del óxido nitroso, la categoría con menor valor de incertidumbre fue la de quema de biomasa en tierras de cultivo, con un valor de 22.36%, mientras que el mayor valor de incertidumbre se dio en la categoría de Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O por manejo del estiércol con 240,04%.

Los resultados de la incertidumbre del sector Agricultura se presentan en la **Tabla N° 7**.

Tabla N° 7. Valores de incertidumbre del sector Agricultura

Código de la categoría IPCC	Fuente	Gas	Estimaciones de GEI año t	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada		
			Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{(E^2+F^2)}$		
			Gg CO <sub>2</sub> eq	%	%	%		
<b>3</b>			<b>Agricultura</b>					
	<b>3A</b>		<b>Ganadería</b>					
	<b>3A1</b>		<b>Fermentación entérica</b>					
		3A1a	Ganado vacuno	CH <sub>4</sub>	8.806,84	10,00	24,24	26,22
		3A1c	Ovino	CH <sub>4</sub>	1.202,32	10,00	50,00	50,99
		3A1d	Caprino	CH <sub>4</sub>	197,37	10,00	50,00	50,99
		3A1e	Llama y alpaca	CH <sub>4</sub>	911,27	10,00	50,00	50,99
		3A1f	Caballos	CH <sub>4</sub>	198,94	ND	50,00	50,00
		3A1g	Mulas y asnos	CH <sub>4</sub>	123,90	ND	50,00	50,00
		3A1h	Porcinos	CH <sub>4</sub>	19,00	10,00	50,00	50,99
		3A1j	Otros: cuyes	CH <sub>4</sub>	3,21	ND	50,00	50,00
	<b>3A2</b>		<b>Manejo de estiércol</b>					
		3A2a	Ganado vacuno	CH <sub>4</sub>	117,06	8,49	25,47	26,85
		3A2c	Ovino	CH <sub>4</sub>	27,93	10,00	30,00	31,62
		3A2d	Caprino	CH <sub>4</sub>	6,52	10,00	30,00	31,62
		3A2e	Llama y alpaca	CH <sub>4</sub>	24,42	10,00	30,00	31,62
		3A2f	Caballos	CH <sub>4</sub>	15,85	ND	30,00	30,00
		3A2g	Mulas y asnos	CH <sub>4</sub>	9,88	ND	30,00	30,00
		3A2h	Porcinos	CH <sub>4</sub>	21,01	10,00	30,00	31,62
		3A2i	Aves	CH <sub>4</sub>	20,16	5,00	30,00	30,41
		3A2j	Otros: cuyes	CH <sub>4</sub>	3,21	ND	30,00	30,00
	<b>3C</b>		<b>Fuentes agregadas y emisiones no-CO<sub>2</sub> en otras tierras</b>					
	<b>3C1</b>		<b>Emisiones por quema de biomasa</b>					

Código de la categoría IPCC			Fuente	Gas	Estimaciones de GEI año t	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada
					Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{(E^2+F^2)}$
					Gg CO <sub>2</sub> eq	%	%	%
		3C1b	Quema de biomasa en tierras de cultivo	CH <sub>4</sub>	57,35	10,00	20,00	22,36
		3C1c	Quema de biomasa en pastizales	CH <sub>4</sub>	771,79	12,50	39,13	41,08
	<b>3C7</b>		<b>Arroz</b>	CH <sub>4</sub>	1.084,91	10,00	47,39	48,43
<b>3A</b>			<b>Ganadería</b>					
	<b>3A2</b>		<b>Manejo de estiércol</b>					
		3A2a	Ganado vacuno	N <sub>2</sub> O	165,33	7,07	53,04	53,50
		3A2e	Llama y alpaca	N <sub>2</sub> O	157,79	10,00	75,00	75,66
		3A2h	Porcinos	N <sub>2</sub> O	24,38	10,00	75,00	75,66
		3A2i	Aves	N <sub>2</sub> O	28,32	5,00	75,00	75,17
<b>3C</b>			<b>Fuentes agregadas y emisiones no-CO<sub>2</sub> en otras tierras</b>					
	<b>3C1</b>		<b>Emisiones por quema de biomasa</b>					
		3C1b	Quema de biomasa en tierras de cultivo	N <sub>2</sub> O	21,95	10,00	20,00	22,36
		3C1c	Quema de biomasa en pastizales	N <sub>2</sub> O	1.040,24	12,50	47,62	49,23
	<b>3C4</b>		<b>Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados</b>	N <sub>2</sub> O	7.709,86	16,85	75,78	77,63
	<b>3C5</b>		<b>Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados</b>	N <sub>2</sub> O	2.667,66	16,85	151,52	152,46
	<b>3C6</b>		<b>Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O por manejo del estiércol</b>	N <sub>2</sub> O	209,30	4,21	240,00	240,04
<b>3C</b>			<b>Fuentes agregadas y emisiones no-CO<sub>2</sub> en otras tierras</b>					
	<b>3C3</b>		<b>Aplicación de urea</b>	CO <sub>2</sub>	262,54	0,00	50,00	50,00

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

### **4.3. Metodología para garantizar la coherencia de la serie temporal**

Para la estimación de las emisiones de GEI del año 2016 y el recálculo de la serie temporal 2014, 2012, 2010, 2005, 2000 y 1994 se ha aplicado la misma metodología y fuente de información.

## 5. RESULTADO SECTORIAL

### 5.1. Análisis de los resultados

Las emisiones de GEI del año 2016 del sector agricultura incluyen las subcategorías de i) Fermentación entérica (3A1), ii) Manejo del estiércol (3A2), iii) Emisiones por quemado de biomasa (3C1), iv) Aplicación de urea (3C3), v) Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados (3C4), vi) Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados (3C5), vii) Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O por manejo del estiércol (3C6) y viii) Cultivos de arroz (3C7).

La Tabla N° 8, presenta los resultados detallados de emisiones de GEI y gases precursores en Gg por categorías y fuentes de emisión.

Asimismo, la Tabla N° 9 presenta los resultados de las emisiones de GEI en Gg CO<sub>2</sub>eq por categorías y fuentes de emisión.

Tabla N° 8: Emisiones de GEI y gases precursores

Código de categorías de fuentes 2006	Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de Carbono [Gg CO <sub>2</sub> ]	Metano [Gg CH <sub>4</sub> ]	Óxido nítrico [Gg N <sub>2</sub> O]	Monóxido de carbono [Gg CO]	Óxidos de nitrógeno [Gg NO <sub>x</sub> ]
<b>3</b>	<b>Agricultura</b>	<b>262.54</b>	<b>648.71</b>	<b>38.79</b>	<b>1,039.41</b>	<b>64.85</b>
<b>3A</b>	<b>Ganado</b>	-	<b>557.57</b>	<b>1.21</b>	-	-
<b>3A1</b>	<b>Fermentación entérica</b>	-	<b>545.85</b>	-	-	-
3A1a	Ganado vacuno	-	419.37	-	-	-
3A1ai	Ganado vacuno lechero	-	93.45	-	-	-
3A1aii	Otro ganado vacuno	-	325.92	-	-	-
3A1b	Búfalos	-	-	-	-	-
3A1c	Ovino	-	57.25	-	-	-
3A1d	Caprino	-	9.40	-	-	-
3A1e	Llama y alpaca	-	43.39	-	-	-
3A1f	Caballos	-	9.47	-	-	-
3A1g	Mulas y asnos	-	5.90	-	-	-
3A1h	Porcinos	-	0.90	-	-	-
3A1i	Aves	-	-	-	-	-
3A1j	Otros: cuyes	-	0.15	-	-	-
<b>3A2</b>	<b>Manejo del estiércol</b>	-	<b>11.72</b>	<b>1.21</b>	-	-
3A2a	Ganado vacuno	-	5.57	0.53	-	-
3A2ai	Ganado vacuno lechero	-	0.93	0.27	-	-
3A2aii	Otro ganado vacuno	-	4.64	0.26	-	-
3A2b	Búfalos	-	-	-	-	-
3A2c	Ovino	-	1.33	-	-	-
3A2d	Caprino	-	0.31	-	-	-
3A2e	Llama y alpaca	-	1.16	0.51	-	-
3A2f	Caballos	-	0.75	-	-	-

Código de categorías de fuentes 2006	Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de Carbono [Gg CO <sub>2</sub> ]	Metano [Gg CH <sub>4</sub> ]	Óxido nítrico [Gg N <sub>2</sub> O]	Monóxido de carbono [Gg CO]	Óxidos de nitrógeno [Gg NO <sub>x</sub> ]
3A2g	Mulas y asnos	-	0.47	-	-	-
3A2h	Porcinos	-	1.00	0.08	-	-
3A2i	Aves	-	0.96	0.09	-	-
3Aj	Otros: cuyes	-	0.15	-	-	-
<b>3C</b>	<b>Fuentes agregadas y emisiones no-CO<sub>2</sub> en otras tierras</b>	<b>262.54</b>	<b>91.15</b>	<b>37.58</b>	<b>1,039.41</b>	<b>64.85</b>
<b>3C1</b>	<b>Emisiones por quemado de biomasa</b>	<b>-</b>	<b>39.48</b>	<b>3.43</b>	<b>1,039.41</b>	<b>64,85</b>
3C1b	Quema de biomasa en tierras de cultivo	-	2.73	0.07	0.77	2.53
3C1c	Quema de biomasa en Pastizales	-	36.75	3.36	1,038.65	62.32
<b>3C2</b>	<b>Encalado</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>3C3</b>	<b>Aplicación de urea</b>	<b>262.54</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>3C4</b>	<b>Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>24.87</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>3C5</b>	<b>Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>8.61</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>3C6</b>	<b>Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O por manejo del estiércol</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.68</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>3C7</b>	<b>Cultivos de arroz</b>	<b>-</b>	<b>51.66</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

Tabla N° 9. Emisiones de GEI en Gg CO<sub>2</sub>eq

Código de categorías de fuentes 2006		Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de Carbono [Gg CO <sub>2</sub> ]	Metano [Gg CH <sub>4</sub> ]	Óxido nítrico [Gg N <sub>2</sub> O]	Emisiones de GEI [Gg CO <sub>2</sub> eq]
<b>3</b>		<b>Agricultura</b>	<b>262.54</b>	<b>648.71</b>	<b>38.79</b>	<b>25,910.29</b>
<b>3A</b>		<b>Ganado</b>	-	<b>557.57</b>	<b>1.21</b>	<b>12,084.69</b>
	<b>3A1</b>	<b>Fermentación entérica</b>	-	<b>545.85</b>	-	<b>11,462.85</b>
	3A1a	Ganado vacuno	-	419.37	-	8,806.84
	3A1ai	Ganado vacuno lechero	-	93.45	-	1,962.47
	3A1aii	Otro ganado vacuno	-	325.92	-	6,844.37
	3A1b	Búfalos	-	-	-	-
	3A1c	Ovino	-	57.25	-	1,202.32
	3A1d	Caprino	-	9.40	-	197.37
	3A1e	Llama y alpaca	-	43.39	-	911.27
	3A1f	Caballos	-	9.47	-	198.94
	3A1g	Mulas y asnos	-	5.90	-	123.90
	3A1h	Porcinos	-	0.90	-	19.00
	3A1i	Aves	-	-	-	-
	3A1j	Otros: cuyes	-	0.15	-	3.21
	<b>3A2</b>	<b>Manejo del estiércol</b>	-	<b>11.72</b>	<b>1.21</b>	<b>621.84</b>
	3A2a	Ganado vacuno	-	5.57	0.53	282.38
	3A2ai	Ganado vacuno lechero	-	0.93	0.27	103.10
	3A2aii	Otro ganado vacuno	-	4.64	0.26	179.28
	3A2b	Búfalos	-	-	-	-
	3A2c	Ovino	-	1.33	-	27.93
	3A2d	Caprino	-	0.31	-	6.52
	3A2e	Llama y alpaca	-	1.16	0.51	182.21
	3A2f	Caballos	-	0.75	-	15.85
	3A2g	Mulas y asnos	-	0.47	-	9.88

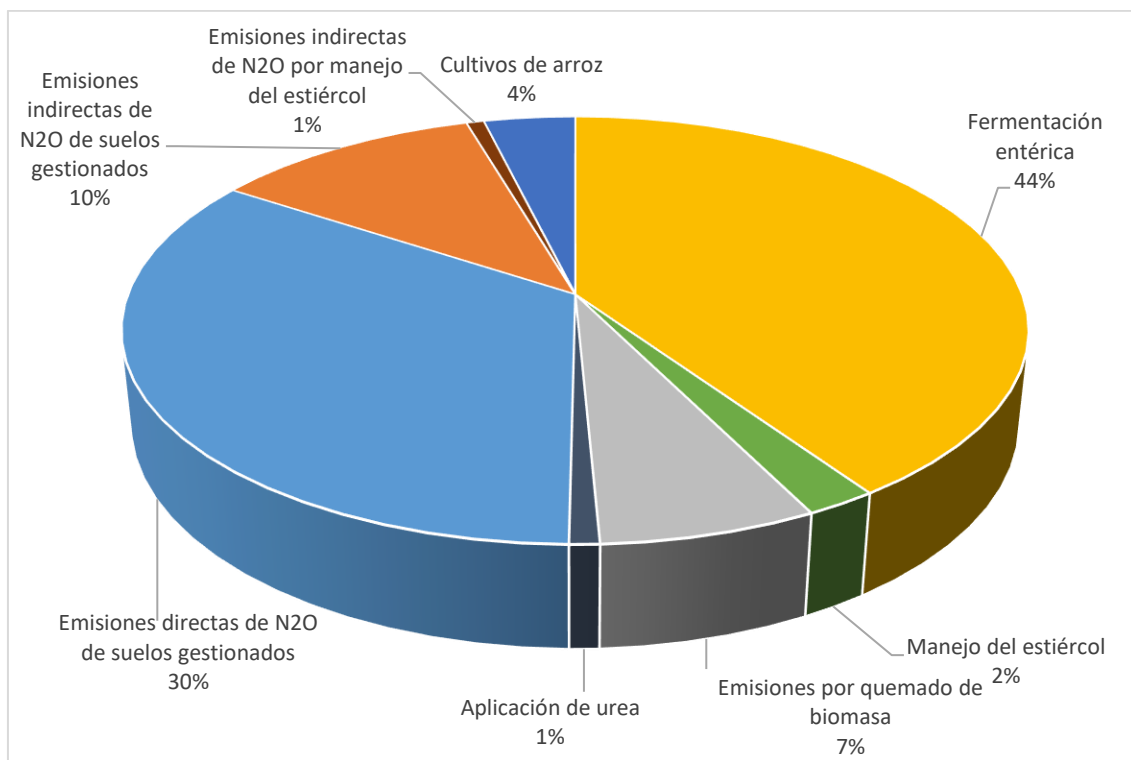


Código de categorías de fuentes 2006	Categorías de fuentes y sumideros	Dióxido de Carbono [Gg CO <sub>2</sub> ]	Metano [Gg CH <sub>4</sub> ]	Óxido nitroso [Gg N <sub>2</sub> O]	Emisiones de GEI [Gg CO <sub>2</sub> eq]
3A2h	Porcinos	-	1.00	0.08	45.38
3A2i	Aves	-	0.96	0.09	48.48
3Aj	Otros: cuyes	-	0.15	-	3.21
<b>3C</b>	<b>Fuentes agregadas y emisiones no-CO<sub>2</sub> en otras tierras</b>	<b>262.54</b>	<b>91.15</b>	<b>37.58</b>	<b>13,825.60</b>
<b>3C1</b>	<b>Emisiones por quemado de biomasa</b>	<b>-</b>	<b>39.48</b>	<b>3.43</b>	<b>1,891.33</b>
3C1b	Quema de biomasa en tierras de cultivo	-	2.73	0.07	79.29
3C1c	Quema de biomasa en Pastizales	-	36.75	3.36	1,812.04
<b>3C2</b>	<b>Encalado</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>3C3</b>	<b>Aplicación de urea</b>	<b>262.54</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>262.54</b>
<b>3C4</b>	<b>Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>24.87</b>	<b>7,709.86</b>
<b>3C5</b>	<b>Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>8.61</b>	<b>2,667.66</b>
<b>3C6</b>	<b>Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O por manejo del estiércol</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.68</b>	<b>209.30</b>
<b>3C7</b>	<b>Cultivos de arroz</b>	<b>-</b>	<b>51.66</b>	<b>-</b>	<b>1,084.91</b>

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

De la tabla anterior, se aprecia que, en el año 2016, las emisiones GEI del sector Agricultura fueron de 25,910.29 Gg CO<sub>2</sub>eq. La principal fuente de emisión fue fermentación entérica con 11,462.85 Gg CO<sub>2</sub>eq que representó el 44.24% del total, seguida por las emisiones directas de óxido nitroso de suelos gestionados con 7,709.86 Gg CO<sub>2</sub>eq, equivalente al 29.76%. Estas dos subcategorías representaron alrededor de 74.00% de las emisiones totales del sector Agricultura. Las demás subcategorías tales como: emisiones indirectas de óxido nitroso de suelos gestionados (10.30%), emisiones por quema de biomasa (7.30%), cultivo de arroz (4.19%), manejo de estiércol (2.40%), aplicación de urea (1.01%) y emisiones indirectas de óxido nitroso de manejo de estiércol (0.81%), representaron un total de 26.00% de las emisiones de GEI en el sector. La Figura N° 3, muestra la distribución de las emisiones de GEI por categorías.

**Figura N° 3. Emisiones por categorías de GEI del Sector Agricultura para el año 2016**



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

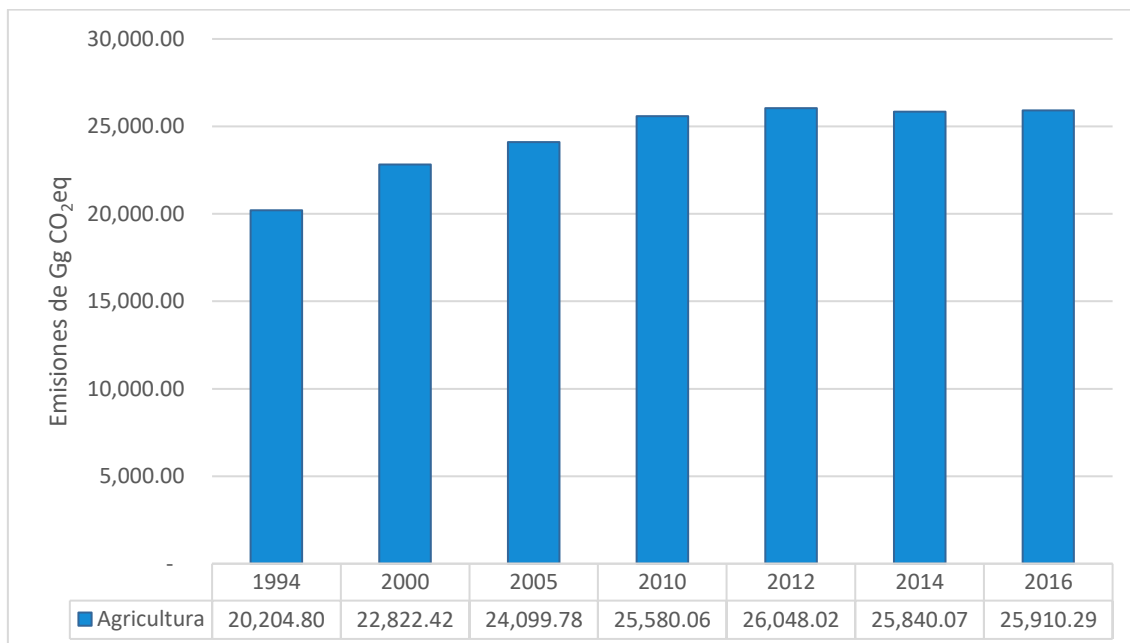
Con relación a los GEI, el principal GEI emitido es el CH<sub>4</sub> que representa el 52.58% de las emisiones totales del sector. Estas emisiones son generadas principalmente por la subcategoría fermentación entérica. El segundo GEI corresponde al N<sub>2</sub>O con un 46.41%, generado principalmente por las subcategorías emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados.

Finalmente, es preciso señalar que el presente RAGEI no incluye las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por el uso de cal en suelos agrícolas (Categoría 3C2 Encalado) debido a que no se cuenta con información sobre el consumo de cal a nivel nacional.

## 5.2. Actualización de la serie temporal sectorial

El RAGEI 2016 presenta una serie temporal de las emisiones de GEI desde el año 1994 al 2016, estimadas con la misma metodología y fuentes de información, tal como se muestra en la Figura N° 4.

Figura N° 4. Serie temporal de emisiones de GEI del Sector Agricultura, 1994- 2016 [Gg CO<sub>2</sub>eq]



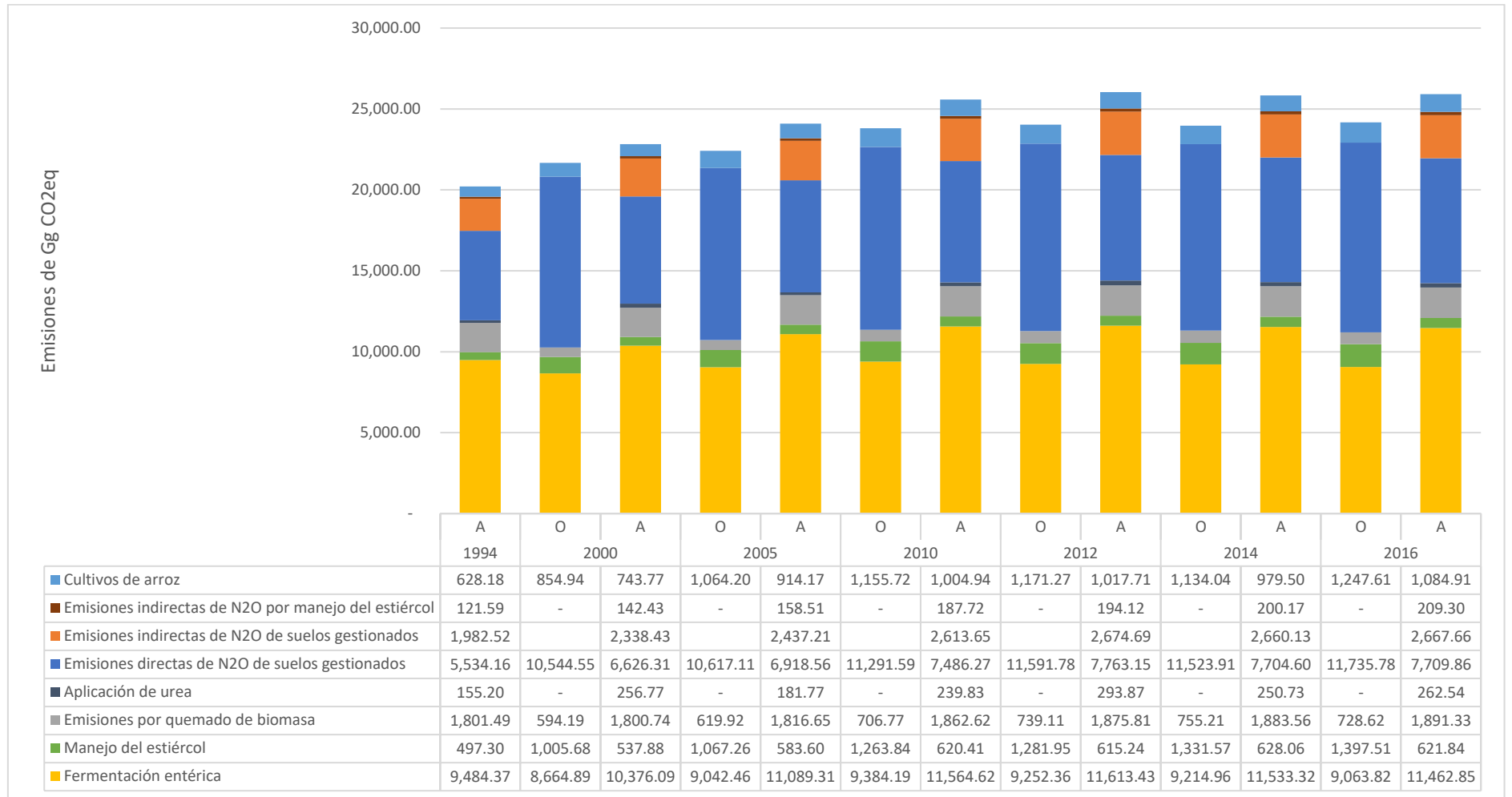
Fuente: DGAAA–MIDAGRI, 2020.

De la figura anterior, se aprecia que las emisiones en el año 1994 fueron de 20,204.80 Gg CO<sub>2</sub>eq, mientras que en el 2016 fueron de 25,910.29 Gg CO<sub>2</sub>eq, lo que representa un incremento del 22.02% de las emisiones. Asimismo, la tendencia muestra que del año 1994 al año 2012 las emisiones fueron progresivamente en aumento. A partir del año 2012 se observa que las emisiones comienzan levemente a disminuir. Del año 2014 al año 2016 las emisiones incrementaron en 0.27%.

Asimismo, la Figura N° 5 muestra que las principales fuentes de emisión, durante el período 1994 - 2016, han sido las categorías de Fermentación Entérica y Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados.

Por otro lado, la Tabla N° 10, presenta la serie temporal (1994 – 2016) reportada en el RAGEI 2016 (con las GL1996), y los valores recalculados aplicando las Directrices del IPCC de 2006 para obtener una serie de tiempo consistente en el presente RAGEI 2016. Al respecto, se aprecia que los resultados de la actualización tienen una variación menor al 9% respecto a los valores originales.

Figura N° 5. Tendencia de las GEI totales del Sector Agricultura, 2000 – 2016 [Gg CO<sub>2</sub>eq]



Nota: O= Original, A=Actualizado

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

Tabla N° 10. Actualización de la serie temporal de emisiones de GEI del sector Agricultura (GgCO<sub>2</sub>eq)

Categorías	1994	2000				2005			2010			2012			2014			2016		
	Emisiones GEI [GgCO <sub>2</sub> eq]	Emisiones GEI [GgCO <sub>2</sub> eq]				Emisiones GEI [GgCO <sub>2</sub> eq]			Emisiones GEI [GgCO <sub>2</sub> eq]			Emisiones GEI [GgCO <sub>2</sub> eq]			Emisiones GEI [GgCO <sub>2</sub> eq]					
	A	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	O	A	Δ %	
3 A Ganado	9.981,67	9.670,58	10.913,90	12,86%	10.109,72	11.672,91	15,46	10.648,02	12.185,00	14,43	10.534,31	12.228,67	16,08	10.546,53	12.161,38	15,31	10.461,33	12.084,69	15,52	
3A1 Fermentación entérica	9.484,37	8.664,89	10.376,00	19,75	9.042,46	11.089,31	22,64	9.384,19	11.564,62	23,24	9.252,36	11.613,43	25,52	9.214,96	11.533,32	25,16	9.063,82	11.462,85	26,47	
3A2 Manejo de estiércol	497,30	1.005,68	537,88	-46,52	1.067,26	583,60	-45,32	1.263,84	620,41	-50,91	1.281,95	615,24	-52,01	1.331,57	628,06	-52,83	1.397,51	621,84	-55,50	
3C Fuentes agregadas y emisiones no-CO <sub>2</sub> en otras tierras	10.223,13	11.993,69	11.908,40	-0,71	12.301,23	12.426,86	1,02	13.154,08	13.395,0	1,83	13.502,16	13.819,35	2,35	13.413,16	13.678,69	1,98	13.712,02	13.825,60	0,83	
3C1 Emisiones por quemado de biomasa	1.801,49	594,19	1.800,74	203,06	619,92	1.816,65	193,04	706,77	1.862,62	163,54	739,11	1.875,81	153,79	755,21	1.883,56	149,41	728,62	1.891,33	159,58	
3C2 Encalado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3C3 Aplicación de urea	155,20	-	256,77	-	-	181,77	-	-	239,83	-	-	293,87	-	-	250,73	-	-	262,54	-	
3C4 Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	5.534,16	10.544,55	6.626,31	-14,98	10.617,11	6.918,56	-11,88	11.291,59	7.486,27	-10,55	11.591,78	7.763,15	-9,95	11.523,91	7.704,60	-10,06	11.735,78	7.709,86	-11,57	
3C5 Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	1.982,52		2.338,43			2.437,21			2.613,65			2.674,69			2.660,13			2.667,66		
3C6 Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O por manejo de estiércol	121,59	-	142,43	-	-	158,51	-	-	187,72	-	-	194,12	-	-	200,17	-	-	209,30	-	
3C7 Cultivos de arroz	628,18	854,94	743,77	-13,00	1.064,20	914,17	-14,10	1.155,72	1.004,94	-13,05	1.171,27	1.017,71	-13,11	1.134,04	979,50	-13,63	1.247,61	1.084,91	-13,04	
<b>TOTAL</b>	<b>20.204,80</b>	<b>21.664,26</b>	<b>22.822,40</b>	<b>5,35%</b>	<b>22.410,95</b>	<b>24.099,78</b>	<b>7,54%</b>	<b>23.802,10</b>	<b>25.580,00</b>	<b>7,47%</b>	<b>24.036,47</b>	<b>26.048,02</b>	<b>8,37%</b>	<b>23.959,69</b>	<b>25.840,07</b>	<b>7,85%</b>	<b>24.173,34</b>	<b>25.910,29</b>	<b>7,19%</b>	

Leyenda: O = Original, A = Actualizado, Δ = Variación con respecto a la estimación original

Nota: O= Original, A=Actualizado

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

## 6. RESULTADOS POR CATEGORÍA / SUBCATEGORÍA

### 6.1. Ganado

#### 6.1.1. Fermentación Entérica (3A1)

##### 6.1.1.1. Método de cálculo

Según las Directrices del IPCC de 2006, la metodología de cálculo establece tres niveles de cálculo para esta subcategoría, cuyas características se describen a continuación:

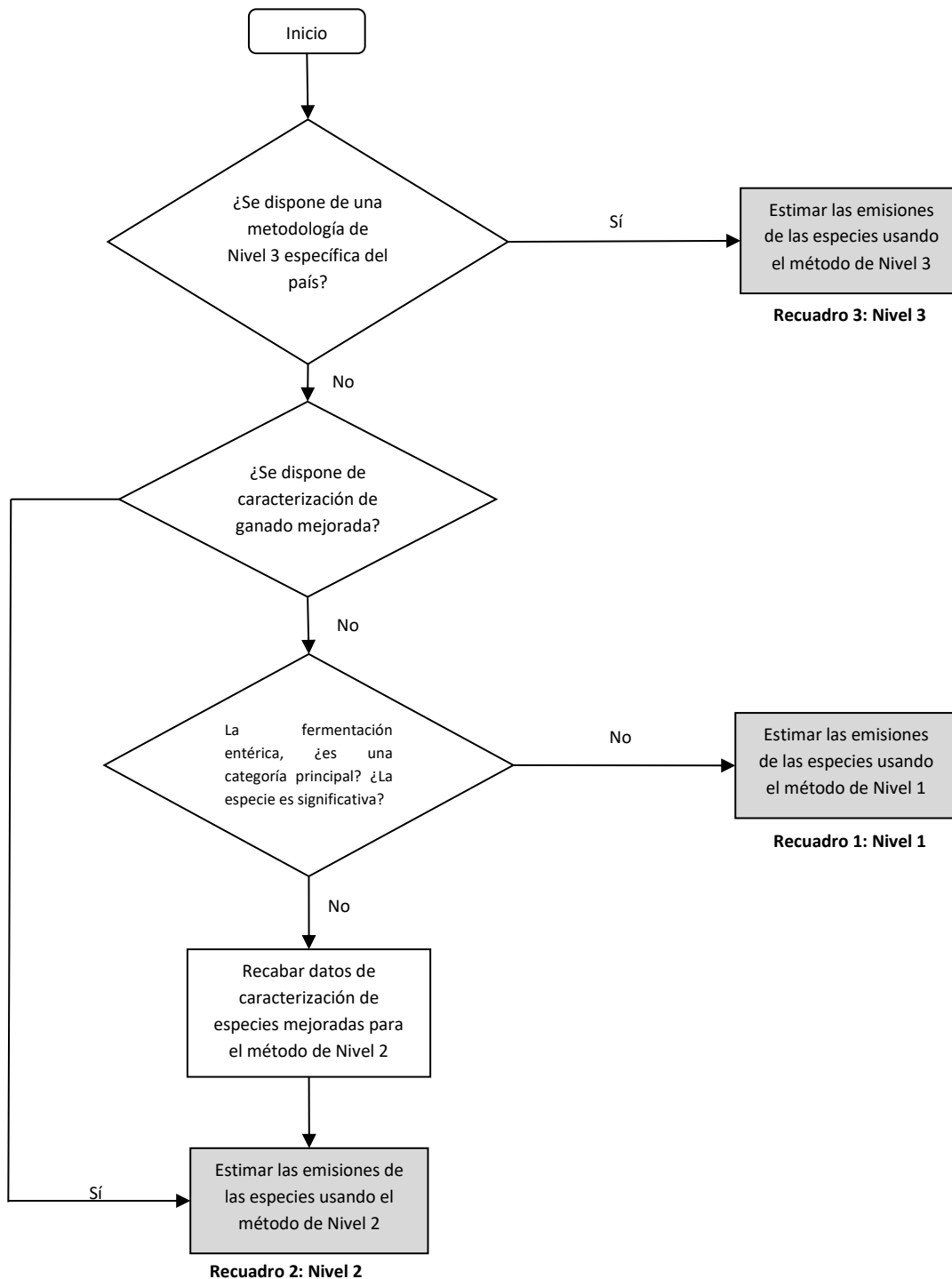
Nivel 1: Estima las emisiones aplicando un método simplificado que se basa en factores de emisión por defecto obtenidos de la bibliografía o calculados utilizando una metodología más detallada de Nivel 2.

Nivel 2: Estima las emisiones aplicando un método más complejo que requiere datos detallados y específicos del país, referido a ingesta de energía bruta y a factores de conversión en metano para categorías específicas de ganado.

Nivel 3: Estima las emisiones aplicando un método que podría implicar el desarrollo de modelos sofisticados en los que se considere la composición de la dieta en detalle, la concentración de productos resultado de la fermentación en los rumiantes, las variaciones estacionales de la población animal o de la calidad y disponibilidad de alimentos, y las posibles estrategias de mitigación.

La Figura N° 6 muestra el árbol de decisiones de las Directrices del IPCC de 2006, el cual facilita la elección del nivel de cálculo para estimar las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>), que se producen en los herbívoros como subproducto de la fermentación entérica.

Figura N° 6. Árbol de decisiones para las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) resultantes de la fermentación entérica



Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Pág. 10.25

Para el análisis del árbol de decisiones se consideró lo siguiente:

- Para el ganado vacuno, se dispone de una caracterización de ganado mejorada.
- Para las otras especies de ganado, no se dispone de información para realizar una caracterización de ganado mejorada.

Por lo anterior, y considerando que las emisiones de metano entérico son una categoría principal, y en línea con las buenas prácticas del IPCC, para el ganado vacuno se calcularon las emisiones de metano utilizando, por primera vez en el RAGEI 2016, el método de cálculo Nivel 2, mientras que, para las otras especies de ganado se aplica el método del Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

Las ecuaciones 10.19 y 10.20 de las Directrices del IPCC de 2006 son aplicadas para estimar las emisiones de metano procedentes de la fermentación entérica.

#### Ecuación N° 10.19. Emisiones por fermentación entérica de una categoría de ganado

$$Emisiones = EF_{(T)} * \left( \frac{N_{(T)}}{10^6} \right)$$

Donde:

- Emisiones = emisiones de metano por fermentación entérica, Gg CH<sub>4</sub> año<sup>-1</sup>  
 EF<sub>(T)</sub> = factor de emisión para la población de ganado definida, kg CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>  
 N<sub>(T)</sub> = cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del país  
 T = especie/categoría de ganado

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.19. Pág. 10.28

#### Ecuación N° 10.20. Emisiones totales por fermentación entérica del ganado

$$Total CH_4 Entérica = \sum_i E_i$$

Donde:

- Total CH<sub>4</sub> Entérica = emisiones totales de metano por fermentación entérica, Gg CH<sub>4</sub> año<sup>-1</sup>  
 E<sub>i</sub> = emisiones de las i categorías y subcategorías de ganado

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.20. Pág. 10.28

#### 6.1.1.2. Datos de actividad

La Tabla N° 11 presenta la información sobre datos de actividad (población animal por especie) utilizada para estimar las emisiones de metano provenientes de la fermentación entérica.



Tabla N° 11. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) provenientes de la fermentación entérica

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generado
3A1	Fermentación entérica	Población media anual de animales vivos	Población Anual de animales vivos por región	cabezas	<p>Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI</p> <p>Propuesta de cálculo para la población de equinos y burros, burras, mulas y cuyes y la superficie de pastos naturales. Orden de Servicio N° 2016- 1187. Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios. MIDAGRI.</p>	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 <sub>4</sub>
		Población media anual de ganado vacuno lechero y otro ganado vacuno	Población Anual de vacas en ordeño por región	cabezas	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI		
		Población de ganado vacuno por subcategoría	Población de ganado vacuno por raza, según departamento y tipo de ganado, 2012	cabezas	CENAGRO 2012	<p>Dato de Actividad para caracterización mejorada (Nivel 2).</p> <p>A partir de la población de ganado vacuno caracterizada según género y edad se calcula un porcentaje de representatividad para desagregar la población de vacunos y obtener las cabezas de ganado vacuno para cada subcategoría.</p> <p>Las cabezas de ganado sirven para que, una vez multiplicados por su respectivo factor de emisión, se determinen las emisiones de GEI por cada clase de ganado.</p>	

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

La información utilizada se detalla a continuación:

**a) Población de ganado**

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, el dato de actividad es el número de cabezas de animales domésticos de distintas especies. En el RAGEI 2016 se utilizaron datos de la población obtenidos de estadísticas nacionales oficiales del sector Agricultura:

- El SIEA -MIDAGRI genera información periódica y anual sobre la población de animales vivos por región de las principales categorías de ganado (vacas lecheras, otro ganado vacuno, ovinos, llamas, alpacas, caprinos, porcinos), los cuales son presentados en la Tabla N° 12.

**Tabla N° 12. Población anual de animales vivos por región, 2016**

Región	Vacuno	Ovino	Caprino	Porcino	Alpaca	Llama
<b>Total nacional</b>	<b>5,535,455.00</b>	<b>11,450,659.00</b>	<b>1,879,713.00</b>	<b>904,700.42</b>	<b>4,319,229.00</b>	<b>1,105,017.00</b>
Amazonas	246,360.00	29,054.00	12,572.00	24,308.79	0.00	0.00
Ancash	309,475.00	672,817.00	177,602.00	50,059.40	10,201.00	0.00
Apurímac	295,400.00	461,957.00	111,584.00	36,944.47	216,265.00	73,479.00
Arequipa	222,440.00	209,159.00	19,062.00	26,325.08	430,271.00	91,070.00
Ayacucho	430,076.00	798,698.00	208,978.00	26,337.45	255,377.00	95,020.00
Cajamarca	657,561.00	465,641.00	96,193.00	82,693.11	1,150.00	0.00
Cusco	417,960.00	1,419,506.00	37,608.00	46,279.68	610,184.00	139,859.00
Huancavelica	175,772.00	704,935.00	180,188.00	39,393.12	273,249.00	131,758.00
Huánuco	290,400.00	634,318.00	102,064.00	116,195.30	6,967.00	3,450.00
Ica	47,321.00	28,131.00	78,936.00	14,817.95	0.00	0.00
Junín	296,450.00	1,234,318.00	10,187.00	44,476.56	82,535.00	52,868.00
La Libertad	255,857.00	357,814.00	108,605.00	45,138.78	7,999.00	0.00
Lambayeque	86,344.00	82,685.00	83,968.00	25,361.10	0.00	0.00
Lima	257,939.00	319,535.00	175,075.00	129,472.77	40,511.00	20,152.00
Loreto	46,053.00	12,191.00	350.00	23,922.74	0.00	0.00
Madre de Dios	57,732.00	9,104.00	0.00	3,768.49	0.00	0.00
Moquegua	23,993.00	47,249.00	8,511.00	3,692.84	147,754.00	39,589.00
Pasco	118,002.00	682,688.00	6,810.00	14,773.36	125,956.00	33,250.00
Piura	290,882.00	302,540.00	382,545.00	45,742.32	82.00	0.00
Puno	726,080.00	2,919,060.00	0.00	32,308.36	2,032,490.00	394,780.00
San Martín	193,965.00	5,422.00	0.00	40,663.77	0.00	0.00
Tacna	20,570.00	37,901.00	18,227.00	9,870.58	78,238.00	29,742.00
Tumbes	22,427.00	6,290.00	60,648.00	8,557.64	0.00	0.00
Ucayali	46,396.00	9,646.00	0.00	13,596.78	0.00	0.00

Fuente: Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA) – MIDAGRI, 2020.

- El RAGEI incluye las poblaciones de caballos, yeguas, mulas y cuyes. Estas categorías de ganado no son registradas en el SIEA, pero sí en el Censo Nacional Agropecuario que desarrolla el INEI. A la fecha, el país ha llevado a cabo el Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) para los años 1994 y 2012. A partir de esta información se ha realizado una proyección mediante regresión lineal corregida de la población de asnos y mulas, caballos y cuyes, por departamento, la misma que se muestra en la Tabla N° 13.

Tabla N° 13. Población anual de animales vivos por región, 2016

Región	Asnos/mulas	Caballos	Cuyes
<b>Total nacional</b>	<b>590,007.71</b>	<b>526,290.56</b>	<b>14,537,707.08</b>
Amazonas	12,505.26	27,291.81	359,134.70
Ancash	80,381.19	39,392.51	1,923,372.50
Apurímac	10,629.87	82,161.57	1,204,315.16
Arequipa	17,834.91	7,725.21	495,062.47
Ayacucho	36,128.51	33,843.90	603,395.41
Cajamarca	81,874.13	49,645.87	2,820,931.81
Cusco	40,806.35	64,631.17	1,998,294.25
Huancavelica	19,801.95	21,285.49	369,628.40
Huánuco	35,256.31	39,975.30	715,436.26
Ica	3,424.05	2,797.64	58,955.06
Junín	29,382.78	10,521.23	1,028,145.44
La Libertad	52,367.09	40,434.51	784,358.51
Lambayeque	12,246.05	6,894.07	274,260.03
Lima	24,667.37	12,397.32	881,708.41
Loreto	473.11	3,809.64	17,602.94
Madre de Dios	22.59	476.54	2,734.82
Moquegua	5,796.44	665.28	159,933.43
Pasco	8,977.70	10,030.31	96,243.55
Piura	43,551.59	32,523.66	114,556.82
Puno	58,066.40	9,935.45	116,704.46
San Martín	11,662.78	24,626.04	377,865.00
Tacna	1,448.61	682.89	119,692.18
Tumbes	2,515.28	2,337.35	2,519.87
Ucayali	187.37	2,205.79	12,855.61

Fuente: DGAAA, MIDAGRI (proyectado en base a CENAGRO 1994 y 2012). 2020.

Para el caso de especies con periodos de vida menores a un año, se realizó un ajuste en los números de la población, estimando la población media anual como el número de animales criados dividido por la cantidad de ciclos de cría por año. Este ajuste fue aplicado a las especies de ganado porcino y de cuyes (MIDAGRI 2020).

#### Ecuación N° 10.1. Población promedio anual

$$APP = \text{Días\_viva} * \left( \frac{NAPA}{365} \right)$$

Donde:

AAP = población promedio anual

NAPA = cantidad de animales producidos anualmente

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.1. Pág. 10.8

La Tabla N° 14 muestra los datos de actividad ajustados según la población media anual.

Tabla N° 14. Población media anual de animales vivos por región, 2016

Región	Vacuno	Ovino	Caprino	Alpaca	Llama	Caballos	Asnos/Mulas	Porcino	Cuyes
<b>Total nacional</b>	<b>5,535,455.00</b>	<b>11,450,659.00</b>	<b>1,879,713.00</b>	<b>4,319,229.00</b>	<b>1,105,017.00</b>	<b>526,290.56</b>	<b>590,007.71</b>	<b>904,700.42</b>	<b>3,584,640.10</b>
Amazonas	246,360.00	29,054.00	12,572.00	0.00	0.00	27,291.81	12,505.26	24,308.79	88,553.76
Ancash	309,475.00	672,817.00	177,602.00	10,201.00	0.00	39,392.51	80,381.19	50,059.40	474,256.23
Apurímac	295,400.00	461,957.00	111,584.00	216,265.00	73,479.00	82,161.57	10,629.87	36,944.47	296,954.42
Arequipa	222,440.00	209,159.00	19,062.00	430,271.00	91,070.00	7,725.21	17,834.91	26,325.08	122,070.20
Ayacucho	430,076.00	798,698.00	208,978.00	255,377.00	95,020.00	33,843.90	36,128.51	26,337.45	148,782.43
Cajamarca	657,561.00	465,641.00	96,193.00	1,150.00	0.00	49,645.87	81,874.13	82,693.11	695,572.23
Cusco	417,960.00	1,419,506.00	37,608.00	610,184.00	139,859.00	64,631.17	40,806.35	46,279.68	492,730.09
Huancavelica	175,772.00	704,935.00	180,188.00	273,249.00	131,758.00	21,285.49	19,801.95	39,393.12	91,141.25
Huánuco	290,400.00	634,318.00	102,064.00	6,967.00	3,450.00	39,975.30	35,256.31	116,195.30	176,408.94
Ica	47,321.00	28,131.00	78,936.00	0.00	0.00	2,797.64	3,424.05	14,817.95	14,536.86
Junín	296,450.00	1,234,318.00	10,187.00	82,535.00	52,868.00	10,521.23	29,382.78	44,476.56	253,515.31
La Libertad	255,857.00	357,814.00	108,605.00	7,999.00	0.00	40,434.51	52,367.09	45,138.78	193,403.47
Lambayeque	86,344.00	82,685.00	83,968.00	0.00	0.00	6,894.07	12,246.05	25,361.10	67,625.76
Lima	257,939.00	319,535.00	175,075.00	40,511.00	20,152.00	12,397.32	24,667.37	129,472.77	217,407.55
Loreto	46,053.00	12,191.00	350.00	0.00	0.00	3,809.64	473.11	23,922.74	4,340.45
Madre de Dios	57,732.00	9,104.00	0.00	0.00	0.00	476.54	22.59	3,768.49	674.34
Moquegua	23,993.00	47,249.00	8,511.00	147,754.00	39,589.00	665.28	5,796.44	3,692.84	39,435.64
Pasco	118,002.00	682,688.00	6,810.00	125,956.00	33,250.00	10,030.31	8,977.70	14,773.36	23,731.29
Piura	290,882.00	302,540.00	382,545.00	82.00	0.00	32,523.66	43,551.59	45,742.32	28,246.89
Puno	726,080.00	2,919,060.00	0.00	2,032,490.00	394,780.00	9,935.45	58,066.40	32,308.36	28,776.44
San Martín	193,965.00	5,422.00	0.00	0.00	0.00	24,626.04	11,662.78	40,663.77	93,172.19
Tacna	20,570.00	37,901.00	18,227.00	78,238.00	29,742.00	682.89	1,448.61	9,870.58	29,513.14
Tumbes	22,427.00	6,290.00	60,648.00	0.00	0.00	2,337.35	2,515.28	8,557.64	621.34
Ucayali	46,396.00	9,646.00	0.00	0.00	0.00	2,205.79	187.37	13,596.78	3,169.88

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

**b) Caracterización mejorada del ganado vacuno**

La aplicación de un método de Nivel 2 se realiza sobre categorías de población de ganado con un mayor nivel de desagregación, por lo cual, se requiere una recopilación detallada de los datos actividad.

En el RAGEI 2016, la población de ganado vacuno fue caracterizada como “vacas lecheras” y “otro ganado vacuno” (Tabla N° 15), a partir de fuentes estadísticas oficiales del sector. El ganado vacuno lechero se refiere exclusivamente a la clase de vacas en ordeño, según lo establecido en las Directrices del IPCC de 2006.

**Tabla N° 15. Población media anual de ganado vacuno lechero y otro ganado vacuno por región, 2016**

Región	Vacas lecheras	Otro ganado vacuno
<b>Total nacional</b>	<b>895,718.00</b>	<b>4,639,737.00</b>
Amazonas	71,212.00	175,148.00
Ancash	13,073.00	296,402.00
Apurímac	32,542.00	262,858.00
Arequipa	74,287.00	148,153.00
Ayacucho	30,053.00	400,023.00
Cajamarca	159,826.00	497,735.00
Cusco	80,923.00	337,037.00
Huancavelica	16,134.00	159,638.00
Huánuco	31,905.00	258,495.00
Ica	10,349.00	36,972.00
Junín	36,691.00	259,759.00
La Libertad	43,042.00	212,815.00
Lambayeque	20,306.00	66,038.00
Lima	77,763.00	180,176.00
Loreto	1,254.00	44,799.00
Madre de Dios	1,610.00	56,122.00
Moquegua	5,302.00	18,691.00
Pasco	26,348.00	91,654.00
Piura	30,915.00	259,967.00
Puno	102,805.00	623,275.00
San Martín	18,813.00	175,152.00
Tacna	5,702.00	14,868.00
Tumbes	422.00	22,005.00
Ucayali	4,441.00	41,955.00

Fuente: Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA) – MIDAGRI, 2020.

A partir de la caracterización en “otro ganado vacuno” y “vacas lecheras”, la población de ganado vacuno fue agrupada en siete subcategorías:

- Vacas adultas lecheras en producción.
- Vacas adultas para producción de carne.
- Toros y bueyes.
- Vaquillas lecheras jóvenes de reemplazo.
- Vaquillas jóvenes de reemplazo para carne.
- Machos jóvenes en crecimiento.
- Ternero/a previo al destete.

La desagregación de las siete subcategorías se realizó utilizando como referencia la fuente oficial del último Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO), realizado en el 2012. La Tabla N° 16, presenta el porcentaje de representatividad de cada clase de ganado vacuno según grupo de edad o género y el número de cabezas de ganado por cada clase analizada.

**Tabla N° 16. Existencias de ganado vacuno por subcategoría de ganado, 2016**

Categoría de edad o genero	Valor de representatividad dentro del clase ganado vacuno	N.º cabezas
Vacas adultas lecheras en producción	16%	895,718.00
Vacas adultas para producción de carne	23%	1,297,774.02
Toros y bueyes	14%	758,420.69
Vaquillas lecheras jóvenes de reemplazo	5%	251,309.66
Vaquillas jóvenes de reemplazo para carne	12%	662,593.96
Machos jóvenes en crecimiento	8%	430,470.30
Ternero/a previo al destete	22%	1,239,378.32

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

### 6.1.1.3. Factores de emisión y conversión

#### A. Factores de emisión

Las Directrices del IPCC de 2006 brindan factores de emisión por defecto para las clases de ganado evaluadas. Sin embargo, para el ganado vacuno, por ser una categoría principal, se utilizan parámetros nacionales, o sea de Nivel 2. La Tabla N° 17, brinda el detalle de los factores de emisión calculados y por defecto que han sido utilizados.

**Tabla N° 17. Factores de emisión de la fermentación entérica**

Fuente de emisión	Factor de emisión	Valor calculado (C) /por defecto (D)	Dato Nacional	Fuente de información
Fermentación entérica	Factores de emisión de metano procedente de la fermentación entérica del ganado vacuno - Nivel 2	C	Población anual media de vacunos por subcategoría sector, edad, género Ingesta de Energía Bruta Energía Bruta convertida en metano	Estadísticas nacionales, Dictamen de expertos (MIDAGRI 2020), Directrices del IPCC de 2006.
	Factores de emisión de metano procedente de la fermentación entérica del ganado de otras especies (ovejas, cabras, caballos, mulas, asnos y cerdos).	D	-	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*

\*Se emplearon factores de las Directrices de 2006 refinadas de 2019, por considerarse más actualizadas y adecuadas a las circunstancias de Perú.

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

### i. Factor de emisión de metano procedente de la fermentación entérica del ganado vacuno

La aplicación de un método de Nivel 2 para emisiones de metano por fermentación entérica, requiere de datos detallados y específicos del país referido a ingesta de energía bruta y de factores de conversión en metano para cada clase de ganado.

Por lo cual, en primer lugar, se identificaron los parámetros necesarios para construir factores de emisión país específicos para cada categoría de ganado vacuno. Esto fue definido a partir de investigación nacional, de consulta de expertos y de revisión de las estadísticas de producción. Una vez identificados los datos faltantes, estos fueron determinados mediante un dictamen de expertos. En la Tabla N° 18, se presentan los parámetros construidos para las siete subcategorías de ganado vacuno.

**Tabla N° 18. Parámetros determinados por dictamen de expertos para determinar los factores de emisión para fermentación entérica del ganado vacuno**

Variable	Peso corporal vivo promedio	Ganancia peso	Peso maduro de una hembra adulta	Digestibilidad de dieta media	Producción media de leche	Grasa media en la Leche	% de Preñez
Categoría	kg/cabeza	kg día	kg/cabeza	%	kg/día	%	%
Vacas adultas lecheras en producción	520.00	0.00	520.00	65.23	5.98*	3.34	58.88
Vacas adultas para producción de carne	431.51	0.00	431.51	59.80	2.35	4.08	55.10
Toros y bueyes	472.45	0.00	431.51	53.72	0.00	0.00	0.00
Vaquillas lecheras jóvenes de reemplazo	300.00	0.40	520.00	56.00	0.00	0.00	0.00
Vaquillas jóvenes de reemplazo para carne	300.00	0.40	431.51	53.72	0.00	0.00	0.00
Machos jóvenes en crecimiento	300.00	0.40	431.51	53.72	0.00	0.00	0.00
Ternero/a previo al destete	80.00	0.50	431.51	63.25	0.00	0.00	0.00

(\*) La producción de leche (kg/día) para vacas adultas lecheras en producción es un valor calculado a partir de la producción de leche cruda de vaca por región, obtenida de la Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA) del MIDAGRI.

Fuente: Dictamen de expertos. MIDAGRI 2020.

Los parámetros requeridos para la caracterización de Nivel 2 del ganado vacuno, se utilizan para obtener la Ingesta de Energía Bruta (GE), la cual posteriormente y agregando el factor de conversión en metano  $Y_m$ , ha sido utilizada para obtener los factores de emisión por subcategoría.

La estimación de la ingesta diaria se realiza según las ecuaciones definidas en el volumen 4, capítulo 10 de las Directrices del IPCC de 2006. A continuación, se presentan las ecuaciones utilizadas.

#### Ecuación N°10.3. Energía neta para mantenimiento

$$NE_m = Cf_i * (Peso)^{0.75}$$

Donde:

- $NE_m$  = energía neta requerida por el animal para su mantenimiento, MJ día<sup>-1</sup>  
 $Cf$  = un coeficiente que varía para cada categoría de animales, como se indica en el Cuadro 10.4 (Coeficientes para calcular  $NE_m$ ), MJ día<sup>-1</sup> kg<sup>-1</sup>  
 Peso = peso vivo del animal, kg

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.3. Pág. 10.15

#### Ecuación N°10.5. Energía neta para actividad

$$NE_a = C_a * (peso)$$

Donde:

- $NE_a$  = energía neta para la actividad animal, MJ día<sup>-1</sup>  
 $C_a$  = coeficiente correspondiente a la situación alimentaria del animal (Cuadro 10.5, Coeficientes de actividad)  
 $NE_m$  = energía neta requerida por el animal para su mantenimiento (Ecuación 10.3), MJ día<sup>-1</sup>

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.5. Pág. 10.16

#### Ecuación N°10.6. Energía neta para crecimiento

$$NE_g = 22.02 * \left( \frac{BW}{C * MW} \right)^{0.75} * WG^{1.097}$$

Donde:

- $NE_g$  = energía neta para el crecimiento, MJ día<sup>-1</sup>  
 $BW$  = peso corporal vivo promedio (BW) de los animales de la población, kg  
 $C$  = es un coeficiente con un valor de 0,8 para hembras, 1,0 para castrados y 1,2 para toros (NRC, 1996)  
 $MW$  = peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada, kg  
 $WG$  = aumento de peso diario promedio de los animales de la población, kg día<sup>-1</sup>

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.6. Pág. 10.17

#### Ecuación N° 10.8. Energía neta para lactancia

$$NE_l = Leche * (1.47 + 0.40 * Grasa)$$

Donde:

- $NE_l$  = energía neta para lactancia, MJ día<sup>-1</sup>  
 Leche = cantidad de leche producida, kg de leche día<sup>-1</sup>  
 Grasa = contenido graso de la leche, % por peso

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.8. Pág. 10.18



**Ecuación N° 10.11. Energía neta para el trabajo**

$$NE_{trabajo} = 0.10 * NE * Horas$$

Donde:

$NE_{trabajo}$  = energía neta para el trabajo, MJ día<sup>-1</sup>

$NE_m$  = energía neta requerida por el animal para su mantenimiento (Ecuación 10.3), MJ día<sup>-1</sup>

Horas = cantidad de horas de trabajo por día

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.11. Pág. 10.19

**Ecuación N° 10.13. Energía neta para preñez**

$$NE = C_{preñez} * NE_m$$

Donde:

$NE_p$  = energía neta para la preñez, MJ día<sup>-1</sup>

$C_{preñez}$  = coeficiente de preñez (véase el Cuadro 10.7 del volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006)

$NE_m$  = energía neta requerida por el animal para su mantenimiento (Ecuación 10.3), MJ día<sup>-1</sup>

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.13. Pág. 10.20

**Ecuación N° 10.14. Relación entre la energía disponible en una dieta para mantenimiento y la energía digerible consumida**

$$REM = \left[ 1123 - (4092 * 10^{-3} * DE\%) + [1126 * 10^{-5} * (DE\%)^2] - \left( \frac{25.4}{DE\%} \right) \right]$$

Donde:

REM = relación entre la energía neta disponible en una dieta para mantenimiento y la energía digerible consumida

DE% = energía digerible expresada como porcentaje de la energía bruta

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.14. Pág. 10.20

**Ecuación N° 10.15. Relación entre la energía disponible en una dieta para crecimiento y la energía digerible consumida**

$$REG = \left[ 1164 - (5610 * 10^{-3} * DE\%) + [1308 * 10^{-5} * (DE\%)^2] - \left( \frac{37.4}{DE\%} \right) \right]$$

Donde:

REG = relación entre la energía neta disponible en la dieta para crecimiento y la energía digerible consumida

DE% = energía digerible expresada como porcentaje de la energía bruta

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.15. Pág. 10.21

**Ecuación N° 10.16. Energía bruta para vacunos, búfalos y ovinos**

$$GE = \left[ \frac{\left( \frac{NE_m + NE_a + NE_l + NE_{trabajo} + NE_p}{REM} \right) + \left( \frac{NE_g + NE_{lana}}{REG} \right)}{\frac{DE\%}{100}} \right]$$

Donde:

- GE = energía bruta, MJ día<sup>-1</sup>
- NE<sub>m</sub> = energía neta requerida por el animal para su mantenimiento, MJ día<sup>-1</sup>
- NE<sub>a</sub> = energía neta para la actividad animal, MJ día<sup>-1</sup>
- NE<sub>l</sub> = energía neta para lactancia, MJ día<sup>-1</sup>
- NE<sub>trabajo</sub> = energía neta para el trabajo, MJ día<sup>-1</sup>
- NE<sub>p</sub> = energía neta requerida para la preñez, MJ día<sup>-1</sup>
- REM = relación entre la energía neta disponible en una dieta para mantenimiento y la energía digerible consumida
- NE<sub>g</sub> = energía neta para el crecimiento, MJ día<sup>-1</sup>
- NE<sub>lana</sub> = energía neta requerida para producir un año de lana, MJ día<sup>-1</sup>
- REG = relación entre la energía neta disponible en una dieta para crecimiento y la energía digerible consumida
- DE% = energía digerible expresada como porcentaje de la energía bruta

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.16. Pág. 10.21

**Ecuación N° 10.21. Factores de emisión de CH<sub>4</sub> por fermentación entérica de una categoría de ganado**

$$EF = \left[ \frac{GE * \left( \frac{Y_m}{100} \right) * 365}{55.65} \right]$$

Donde:

- EF = factor de emisión, kg CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>
  - GE = ingesta de energía bruta, MJ cabeza<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>
  - Y<sub>m</sub> = factor de conversión en metano, porcentaje de la energía bruta del alimento convertida en metano
- El factor 55,65 (MJ/kg CH<sub>4</sub>) es el contenido de energía del metano

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.21. Pág. 10.31

En la Tabla N° 19 se muestran los factores de emisión calculados para cada clase desagregada de ganado vacuno.

**Tabla N° 19. Factores de Emisión de metano de la fermentación entérica de ganado vacuno**

Variable	Energía bruta	Factor de emisión fermentación entérica
Categoría	MJ/día	kg CH <sub>4</sub> /cabeza/año
Vacas adultas lecheras en producción	198.19	104.33
Vacas adultas para producción de carne	170.78	79.91
Toros y bueyes	205.08	95.96
Vaquillas lecheras jóvenes de reemplazo	163.90	76.69
Vaquillas jóvenes de reemplazo para carne	186.09	87.08
Machos jóvenes en crecimiento	189.51	88.68
Ternero/a previo al destete	59.13	27.67

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

## ii. Factor de emisión de metano procedente de la fermentación entérica de otras especies de ganado

Para las otras especies de ganado se utilizan factores de emisión por defecto, Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006. Al respecto:

- Para ovejas, cabras, caballos, mulas, asnos, cerdos y alpacas; se aplicaron factores de emisión por defecto propuestos en las Directrices del IPCC de 2006.
- Para llamas; se aplicaron factores de emisión por defecto propuestos en las Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019, por considerarlos más adecuados a las circunstancias de Perú.
- Para cuyes, debido a que todavía no tiene métodos de estimación de las emisiones, se calculó un factor de emisión aproximado basado en la fórmula para la Caracterización del ganado sin métodos de estimación de emisiones específicas de las Directrices del IPCC de 2006.

### Caracterización del ganado sin métodos de estimación de emisiones específicas

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, un método para el desarrollo de factores de emisión aproximados para especies animales que no poseen factor de emisión por defecto, es usar el factor de emisión de Nivel 1 de otra especie, y aplicar valores de peso vivo para ajustar.

En ese sentido, se estimó un factor aproximado de emisión de metano por fermentación entérica para cuyes a partir del factor de emisión por defecto para los conejos, que proporcionan las Directrices del IPCC de 2006.

#### Ecuación S/N. Estimación del Factor de Emisión (FE) para cuyes

$$FE \text{ aproximado} = \left[ \frac{\text{peso de cuy}}{\text{peso de conejo}} \right]^{0.75} * FE \text{ de conejo}$$

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Pág. 10.24

El detalle sobre los factores de emisión se presenta en la Tabla N° 20.

**Tabla N° 20. Factores de Emisión de metano de la fermentación entérica de otras especies de ganado**

Tipo de ganado	Fermentación entérica (kg de CH <sub>4</sub> /cabeza/año)	Fuente de información
Ovinos	5.00	Directrices del IPCC de 2006 - Volumen 4 - Capítulo 10 - Cuadro 10.10
Caprinos	5.00	Directrices del IPCC de 2006 - Volumen 4 - Capítulo 10 - Cuadro 10.10
Caballos	18.00	Directrices del IPCC de 2006 - Volumen 4 - Capítulo 10 - Cuadro 10.10
Asnos/Mulas	10.00	Directrices del IPCC de 2006 - Volumen 4 - Capítulo 10 - Cuadro 10.10
Porcinos	1.00	Directrices del IPCC de 2006 - Volumen 4 - Capítulo 10 - Cuadro 10.10
Alpacas	8.00	Directrices del IPCC de 2006 - Volumen 4 - Capítulo 10 - Cuadro 10.10

Tipo de ganado	Fermentación entérica (kg de CH <sub>4</sub> /cabeza/año)	Fuente de información
Llamas	8.00*	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019* - Volumen 4 - Capítulo 10 - Cuadro 10.10
Cuyes	0.043	Valor estimado según fórmula para la Caracterización del ganado sin métodos de estimación de emisiones específicas de las Directrices del IPCC de 2006 – volumen 4, capítulo 10, página 10.25

\*Se emplearon factores de las Directrices de 2006 refinadas de 2019, por considerarse más actualizadas y adecuados a las circunstancias de Perú.

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

### B. Factores de conversión

Para el cálculo de los factores de emisión de la fermentación entérica se aplicaron los factores de conversión incluidos en la Tabla N° 21, Tabla N° 22 y Tabla N° 23.

Tabla N° 21. Densidad de la leche de vaca

ítem	Valor (g/cm <sup>3</sup> )	Fuente de información
Densidad de la leche	1.03	Reglamento de la Leche y Productos Lácteos 2017 - MIDAGRI

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

Tabla N° 22. Energía Bruta convertida en metano por sector (Y<sub>m</sub>)

Clases de interés	%	Fuentes de información
Vacuno lechero	7.875	Revista <i>Livestock Science</i>
Otros vacunos	7.00	Dictamen de expertos (MIDAGRI 2020)

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

Tabla N° 23. Coeficientes para el cálculo de emisiones de la Fermentación Entérica de Vacunos

Coeficiente	MJ d kg	Fuente
C <sub>f</sub> Coeficiente para calcular energía neta mantenimiento animales no lactando	0.322	Tabla 10.4
C <sub>f</sub> Coeficiente para calcular energía neta mantenimiento vacas lactando	0.386	Tabla 10.4
C Coeficiente valor macho castrado	0.37	Tabla 10.4
C <sub>a</sub> Coeficiente de actividad pastoreo de grandes áreas	0.36	Tabla 10.5
C <sub>a</sub> Coeficiente de actividad pastoreo de pequeñas áreas	0.17	Tabla 10.5
C <sub>a</sub> Coeficiente de actividad animales estabulados	0.00	Tabla 10.5
C Coeficiente valor toro	1.20	NRC 1996
C Coeficiente valor macho castrado	1.00	NRC 1996
C Coeficiente valor hembra	0.80	NRC 1996
C <sub>p</sub> Coeficiente de preñez	0.10	Tabla 10.7

Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Volumen 4, Capítulo 10. Varias páginas.

Para expresar las emisiones de metano en CO<sub>2</sub>eq se utilizó el Potencial de Calentamiento Global (PCG)<sup>4</sup> proporcionado por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación basados en los efectos

<sup>4</sup> El Potencial de calentamiento global (PCG) compara el forzamiento radiativo de una tonelada de un gas de efecto invernadero en un período de tiempo dado (p. ej. 100 años) con una tonelada de CO<sub>2</sub>. Directrices del IPCC de 2006, Capítulo 1. Pág. 1.5.

de los GEI en un horizonte temporal de 100 años. El valor utilizado se presenta en la Tabla N° 24.

**Tabla N° 24. PCG utilizado para el metano**

Gas	PCG en un horizonte temporal de 100 años
Metano	21

Fuente: Segundo Reporte de Evaluación AR2 IPCC 1995<sup>5</sup>, Tabla 4 Pág. 22.

#### 6.1.1.4. Análisis de Incertidumbre

Para el caso de Fermentación Entérica, la incertidumbre de los datos de actividad se obtuvo mediante juicio de experto. Mientras que, para la incertidumbre de los factores de emisión de la subcategoría, se utilizaron los valores por defecto que mencionan las Directrices del IPCC del 2006. Los valores resultantes de la incertidumbre se muestran en la **Tabla N° 25**.

Para la fermentación entérica, todas las fuentes de ganado poseen el mismo valor de incertidumbre para datos de actividad, equivalente al 10%. En el caso de la incertidumbre de los factores de emisión de metano, los mayores valores de incertidumbre fueron de parte de las emisiones de metano de otro ganado (otras especies de animal) con 50%, esto debido a que se utilizaron valores por defecto mencionados en las Directrices del IPCC del 2006. Mientras que los menores valores de incertidumbre, le corresponden a las Emisiones de metano de ganado vacuno no lechero, con un 11.26% y las Emisiones de metano de ganado vacuno lechero que con un 29.71% de incertidumbre resultante. Este resultado se debe a que fue utilizada una metodología de Nivel 2, con el fin de mejorar las estimaciones, por lo cual el valor de incertidumbre disminuyó considerablemente.

**Tabla N° 25. Incertidumbre de las emisiones de metano para la categoría Fermentación entérica**

Código de la categoría IPCC	Fuente	Gas	Estimaciones de GEI año t	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	
			Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{(E^2+F^2)}$	
			Gg CO <sub>2</sub> eq	%	%	%	
	<b>Fermentación entérica</b>						
3A1	3A1a	Ganado vacuno	CH <sub>4</sub>	8.806,84	10,00	24,24	26,22
	3A1c	Ovino	CH <sub>4</sub>	1.202,32	10,00	50,00	50,99
	3A1d	Caprino	CH <sub>4</sub>	197,37	10,00	50,00	50,99
	3A1e	Llama y alpaca	CH <sub>4</sub>	911,27	10,00	50,00	50,99
	3A1f	Caballos	CH <sub>4</sub>	198,94	ND	50,00	50,00
	3A1g	Mulas y asnos	CH <sub>4</sub>	123,90	ND	50,00	50,00
	3A1h	Porcinos	CH <sub>4</sub>	19,00	10,00	50,00	50,99
	3A1j	Otros: cuyes	CH <sub>4</sub>	3,21	ND	50,00	50,00

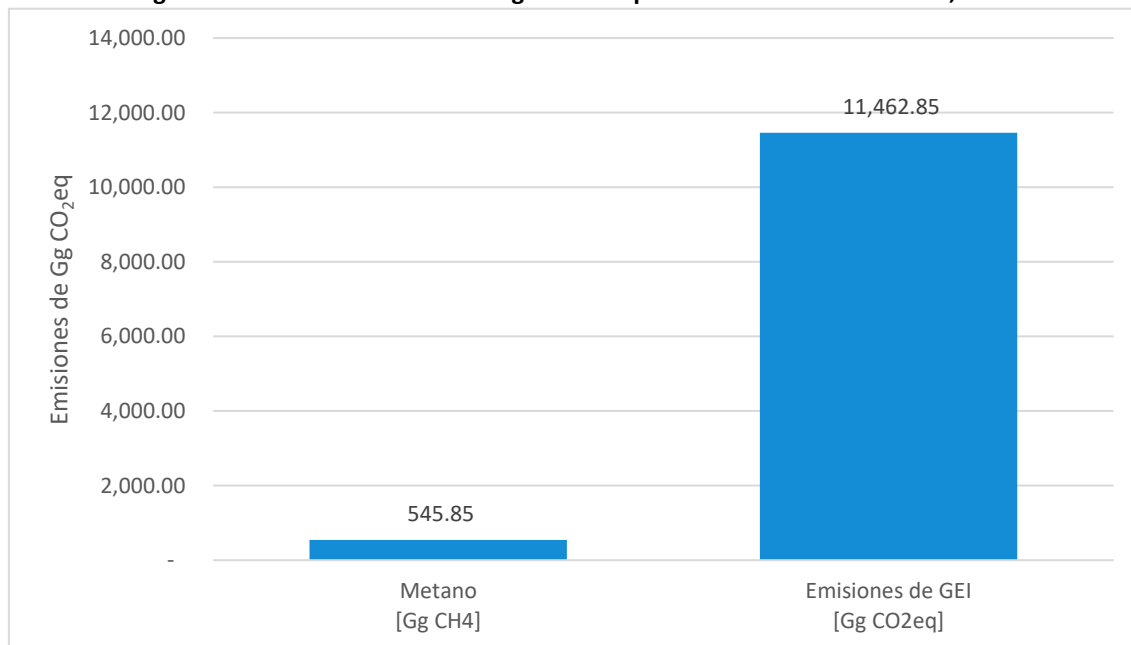
Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

<sup>5</sup> Disponible en [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_sar\\_wg\\_i\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_sar_wg_i_full_report.pdf)

## 6.1.1.5. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de metano generadas por la fermentación entérica fueron de 545.85 Gg de CH<sub>4</sub> que equivalen a 11,462.85 Gg CO<sub>2</sub>eq, representando el 44.24% de las emisiones del sector (Figura N° 7). Cabe resaltar que el 76.83% de las emisiones de gases de metano por la fermentación entérica son producidas por el ganado vacuno.

**Figura N° 7. Emisiones de metano generados por la fermentación entérica, 2016**

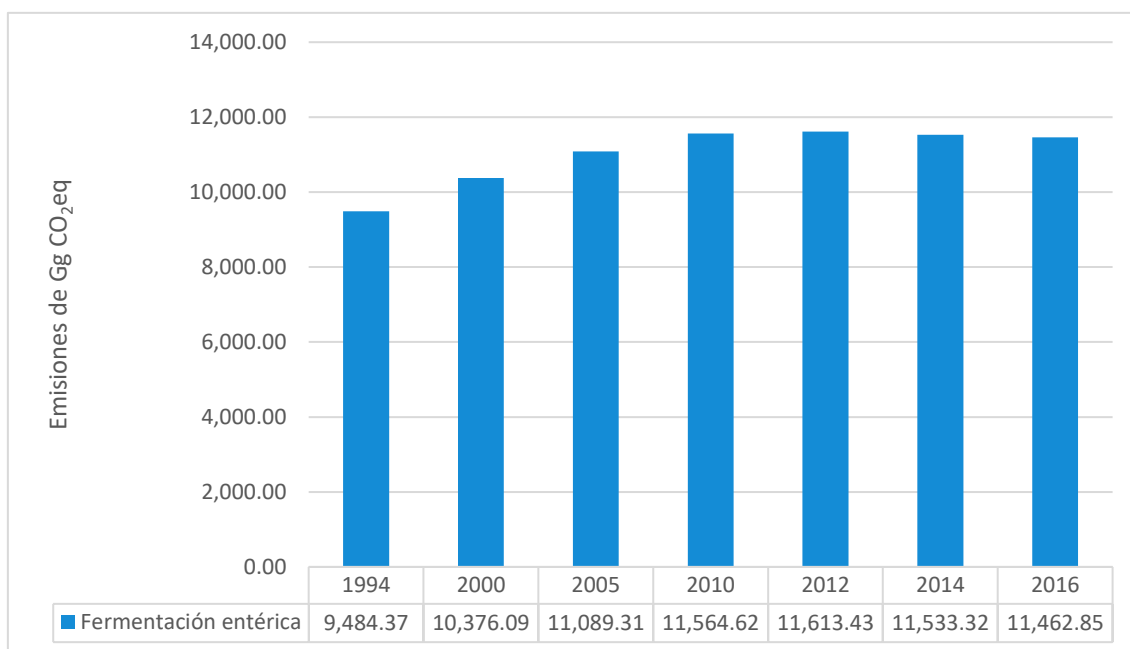


Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

## 6.1.1.6. Actualización de la serie temporal

El RAGEI 2016 presenta una serie temporal de las emisiones de GEI para los años 1994, 2000, 2005, 2010, 2012, 2014 y 2016, estimadas con la misma metodología y fuentes de información, tal como se muestra en la Figura N° 8.

**Figura N° 8. Serie temporal de emisiones de GEI de la categoría fermentación entérica**



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

En la Figura N° 8 se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 0.61% respecto al año 2014 y se incrementaron en un 20.86% respecto al año 1994.

A partir de la tendencia presentada, y el análisis de los resultados por parte de especialistas del sector, se observó que las poblaciones de ganado siguen una tendencia a disminuir a partir del año 2010 al 2016, salvo la población de ovejas que se incrementó debido a la demanda tanto por lana y carne para consumo; y debido a su volumen grande de individuos, lo cual afecta a los resultados totales de emisiones de los diferentes ganados.

### 6.1.2. Manejo del estiércol (3A2)

#### 6.1.2.1. Método de cálculo

Según las Directrices del IPCC de 2006, la metodología de cálculo establece tres niveles de cálculo para esta subcategoría, cuyas características se describen a continuación:

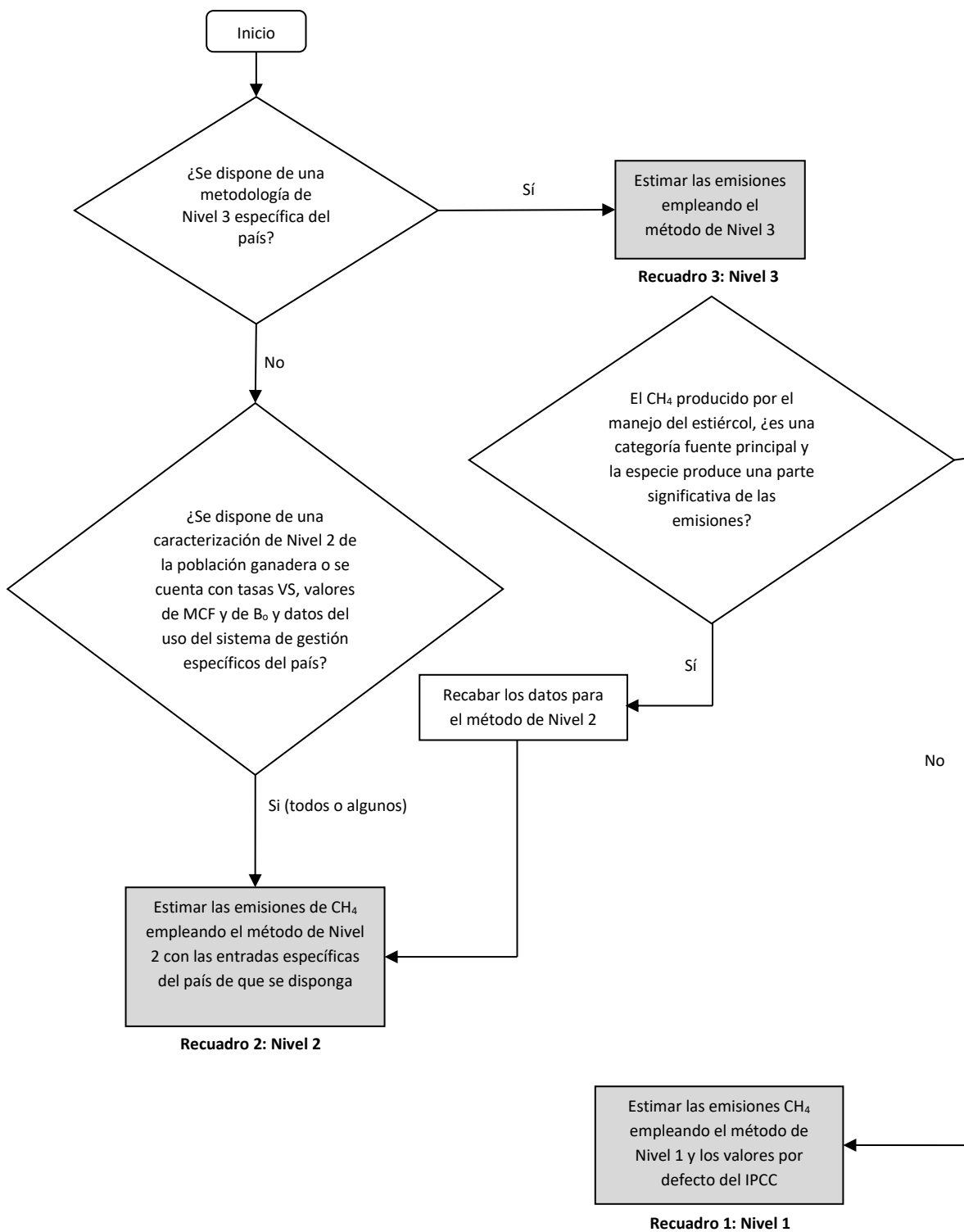
**Nivel 1:** Estima las emisiones aplicando un método simplificado que sólo requiere los datos de la población de ganado por especie/categoría animal y del clima de la región o la temperatura, en combinación con los factores de emisión por defecto del IPCC.

**Nivel 2:** Estima las emisiones aplicando un método más complejo que requiere información detallada, sobre las características de los animales y las prácticas de gestión del estiércol, la que se emplea para desarrollar factores de emisión específicos para las condiciones del país.

**Nivel 3:** Estima las emisiones aplicando un método, que podría implicar el desarrollo de modelos para metodologías específicas del país o emplear métodos basados en mediciones para cuantificar los factores de emisión.

La Figura N° 9, presenta el árbol de decisiones de las Directrices del IPCC de 2006, para estimar las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) procedentes del manejo del estiércol.

Figura N° 9. Árbol de decisión para emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) por manejo del estiércol



Fuente: Directrices del IPCC de 2006, Volumenn 4. Capítulo 10. Pág, 10.36



Para el análisis del árbol de decisiones se consideró lo siguiente:

- No se dispone de datos suficientes para utilizar el método Nivel 2 específico del país.
- Se dispone de información para realizar una “caracterización básica” del ganado. Por ejemplo: especies de ganado, población anual, producción lechera y regiones climáticas.

Por lo anterior, y al no ser una categoría principal, se emplea un método de cálculo Nivel 1. La estimación de la categoría se realiza utilizando la ecuación N° 10.22:

**Ecuación N° 10.22. Emisiones de CH<sub>4</sub> de la gestión del estiércol**

$$CH_{4Estiercol} = \sum_{(T)} \frac{(EF_T * N_T)}{10^6}$$

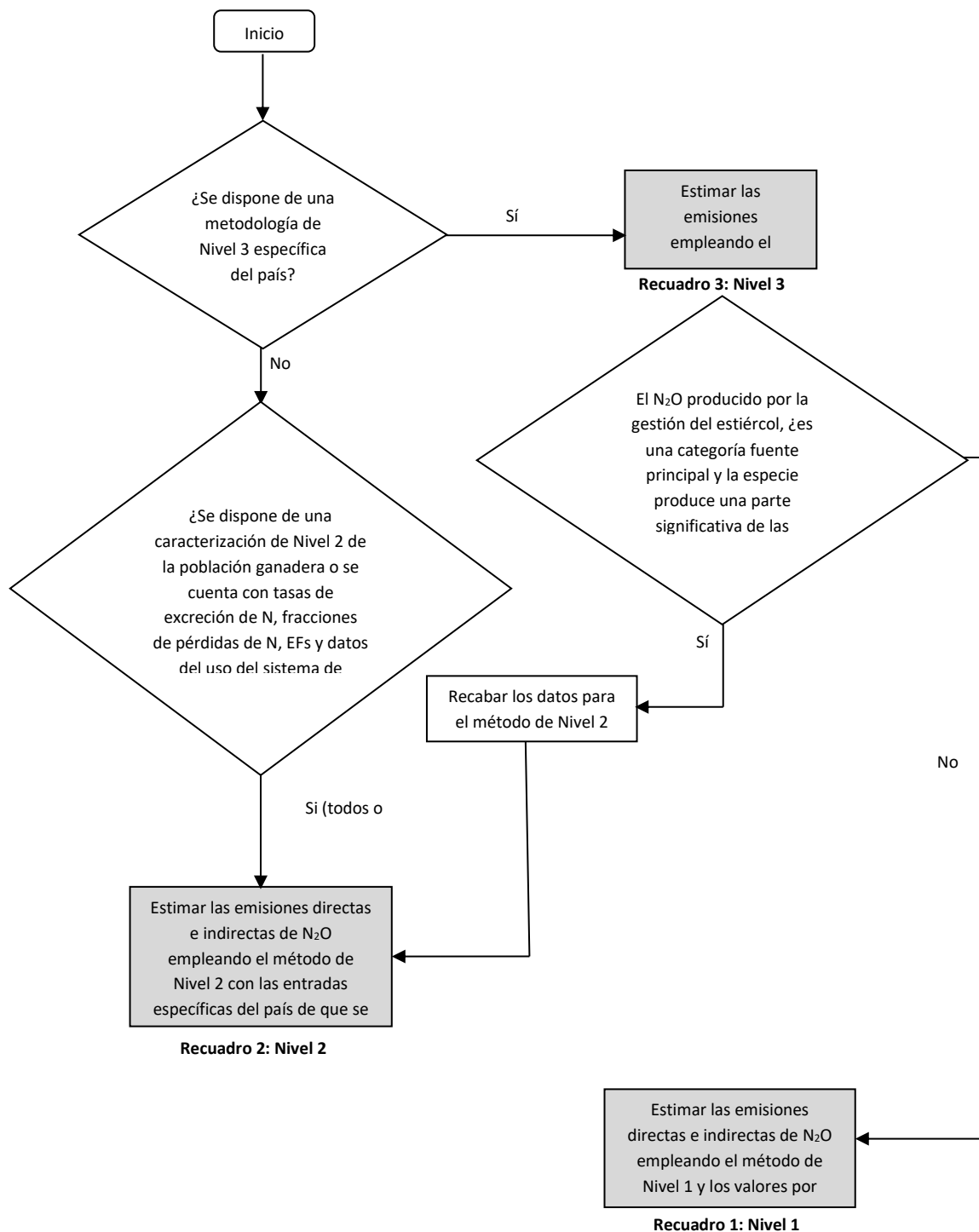
Donde:

- CH<sub>4Estiercol</sub> = emisiones de CH<sub>4</sub> por la gestión del estiércol, para una población definida, Gg CH<sub>4</sub> año<sup>-1</sup>
- EF<sub>(T)</sub> = factor de emisión para la población de ganado definida, kg CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>
- N<sub>(T)</sub> = la cantidad de cabezas de la especie/categoría de ganado T del país
- T = especie/categoría de ganado

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.22. Pág. 10.37

La Figura N° 10 muestra el árbol de decisiones de las Directrices del IPCC de 2006, para estimar las emisiones de óxido nitroso procedentes del manejo del estiércol.

**Figura N° 10. Árbol de decisión de emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) por manejo de estiércol**



Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Pág. 10.55

Para el análisis del árbol de decisiones se consideró lo siguiente:

- No se dispone de datos específico del país.
- No es una categoría principal por lo cual se emplea un método de cálculo Nivel 1.

Por lo anterior, para estimar las emisiones directas de N<sub>2</sub>O del manejo de estiércol del ganado se aplicó el método del Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.

Para estimar las emisiones directas de N<sub>2</sub>O procedentes del manejo de estiércol se aplica la Ecuación N° 10.25:

**Ecuación N° 10.25. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de la gestión del estiércol**

$$N_2O_{D(mm)} = \left[ \sum_S \left[ \sum_T (N_{(T)} * Nex_{(T)} * MS_{T,S}) \right] * EF_{3(S)} \right] * \frac{44}{28}$$

Donde:

- N<sub>2</sub>O<sub>D(mm)</sub> = emisiones directas de N<sub>2</sub>O de la gestión del estiércol del país, kg N<sub>2</sub>O año<sup>-1</sup>  
 N<sub>(T)</sub> = cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del país  
 Nex<sub>(T)</sub> = promedio anual de excreción de N por cabeza de la especie/categoría T en el país, kg N animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>  
 MS<sub>(T,S)</sub> = fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada especie/categoría de ganado T que se gestiona en el sistema de gestión del estiércol S en el país, sin dimensión  
 EF<sub>3(S)</sub> = factor de emisión para emisiones directas de N<sub>2</sub>O del sistema de gestión del =estiércol S en el país, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N en el sistema de gestión del estiércol S  
 S = sistema de gestión del estiércol  
 T = especie/categoría de ganado  
 44/28 = conversión de emisiones de (N<sub>2</sub>O-N)<sub>(mm)</sub> a emisiones de N<sub>2</sub>O<sub>(mm)</sub>

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.25. Pág. 10.54

### 6.1.2.2. Datos de actividad

La Tabla N° 26 presenta la información utilizada para estimar las emisiones de metano y de óxido nitroso provenientes del manejo de estiércol.

Tabla N° 26. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de metano provenientes del manejo de estiércol

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
3A2	Manejo de estiércol.	Población media anual de animales vivos y por región climática (fría, templada, cálida).	Población Anual de animales vivos por región.	cabezas	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI. Propuesta de cálculo para la población de equinos y burros, burras, mulas y cuyes y la superficie de pastos naturales. Orden de servicio N° 2016- 1187. Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios. MIDAGRI.	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 <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O
			Población Anual de vacas en ordeño por región.	cabezas	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI		
		Temperatura anual promedio por región.	Temperatura promedio anual según departamento.	°C	INEI, 2017. Perú, Anuario de Estadísticas Ambientales 2017.	Sirven para determinar de forma conjunta un único factor de emisión de metano por tipo de ganado el cual se deberá multiplicar por su población total.	
		Sistemas de manejo de estiércol del ganado.	Sistemas de manejo de estiércol del ganado por especie.		Dictamen de Expertos 2020. MIDAGRI.	Se utiliza para determinar el nitrógeno total excretado por cada sistema de manejo de estiércol y el factor de emisión de N <sub>2</sub> O a utilizar.	

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

La información utilizada se detalla a continuación:

#### a) Temperatura promedio anual

Los datos de temperatura están basados en las estadísticas meteorológicas nacionales. La Tabla N° 27, presenta los datos de Temperatura promedio anual por región.

**Tabla N° 27. Temperatura Promedio Anual, 2016**

Departamento	°C
Amazonas	15.6
Ancash	13.1
Apurímac	14.9
Arequipa	17.3
Ayacucho	18.8
Cajamarca	15.6
Cusco	13.3
Huancavelica	10.8
Huánuco	21.4
Ica	22.9
Junín	13.0
La Libertad	21.2
Lambayeque	22.4
Lima	20.3
Loreto	27.5
Madre de Dios	27.0
Moquegua	19.9
Pasco	6.0
Piura	26.0
Puno	10.9
San Martín	23.6
Tacna	18.8
Tumbes	26.9
Ucayali	26.0

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017)

#### b) Población media anual de animales vivos y por región climática

Los datos de la población animal han sido obtenidos empleando el método descrito en la Sección 6.1.2. La población promedio anual del ganado se calcula aplicando la Ecuación 10.1. Para estimar las emisiones por el manejo del estiércol, se realizó un ajuste en los números de la población, estimando la población media anual como el número de animales criados dividido por la cantidad de ciclos de cría por año. Este ajuste fue aplicado a las especies de ganado porcino, cuyes y aves.

Asimismo, la población media anual del ganado según tipo fue agrupada en tres regiones climáticas definidas por las Directrices del IPCC de 2006, tomando como base la temperatura promedio anual según departamento reportada por el INEI, tal como se muestra en la Tabla N° 28.

Tabla N° 28. Población animal media anual según especie y por región climática, 2016

Departamento	Región Climática	Vacuno Lechero	Vacuno No Lechero	Ovino	Caprino	Caballos	Asnos/Mulas	Porcino	Alpaca	Llama	Ave	Cuyes
Áncash	Fría (< 15°C)	13,073.00	296,402.00	672,817.00	177,602.00	39,392.51	80,381.19	50,059.40	10,201.00	0.00	823,652.46	474,256.23
Apurímac		32,542.00	262,858.00	461,957.00	111,584.00	82,161.57	10,629.87	36,944.47	216,265.00	73,479.00	97,527.08	296,954.42
Cusco		80,923.00	337,037.00	1,419,506.00	37,608.00	64,631.17	40,806.35	46,279.68	610,184.00	139,859.00	376,992.45	492,730.09
Huancavelica		16,134.00	159,638.00	704,935.00	180,188.00	21,285.49	19,801.95	39,393.12	273,249.00	131,758.00	120,378.42	91,141.25
Junín		36,691.00	259,759.00	1,234,318.00	10,187.00	10,521.23	29,382.78	44,476.56	82,535.00	52,868.00	1,115,732.36	253,515.31
Pasco		26,348.00	91,654.00	682,688.00	6,810.00	10,030.31	8,977.70	14,773.36	125,956.00	33,250.00	43,521.92	23,731.29
Puno		102,805.00	623,275.00	2,919,060.00	0.00	9,935.45	58,066.40	32,308.36	2,032,490.00	394,780.00	540,665.44	28,776.44
<b>Sub-total</b>			<b>308,516.00</b>	<b>2,030,623.00</b>	<b>8,095,281.00</b>	<b>523,979.00</b>	<b>237,957.74</b>	<b>248,046.25</b>	<b>264,234.95</b>	<b>3,350,880.00</b>	<b>825,994.00</b>	<b>3,118,470.13</b>
Amazonas	Templada (15°C - 25°C)	71,212.00	175,148.00	29,054.00	12,572.00	27,291.81	12,505.26	24,308.79	0.00	0.00	460,834.34	88,553.76
Arequipa		74,287.00	148,153.00	209,159.00	19,062.00	7,725.21	17,834.91	26,325.08	430,271.00	91,070.00	5,904,275.77	122,070.20
Ayacucho		30,053.00	400,023.00	798,698.00	208,978.00	33,843.90	36,128.51	26,337.45	255,377.00	95,020.00	265,236.24	148,782.43
Cajamarca		159,826.00	497,735.00	465,641.00	96,193.00	49,645.87	81,874.13	82,693.11	1,150.00	0.00	281,788.29	695,572.23
Huánuco		31,905.00	258,495.00	634,318.00	102,064.00	39,975.30	35,256.31	116,195.30	6,967.00	3,450.00	550,166.34	176,408.94
Ica		10,349.00	36,972.00	28,131.00	78,936.00	2,797.64	3,424.05	14,817.95	0.00	0.00	4,236,193.49	14,536.86
La Libertad		43,042.00	212,815.00	357,814.00	108,605.00	40,434.51	52,367.09	45,138.78	7,999.00	0.00	8,230,005.20	193,403.47
Lambayeque		20,306.00	66,038.00	82,685.00	83,968.00	6,894.07	12,246.05	25,361.10	0.00	0.00	584,068.36	67,625.76
Lima		77,763.00	180,176.00	319,535.00	175,075.00	12,397.32	24,667.37	129,472.77	40,511.00	20,152.00	18,977,471.19	217,407.55
Moquegua		5,302.00	18,691.00	47,249.00	8,511.00	665.28	5,796.44	3,692.84	147,754.00	39,589.00	17,220.63	39,435.64
San Martín		18,813.00	175,152.00	5,422.00	0.00	24,626.04	11,662.78	40,663.77	0.00	0.00	1,367,212.64	93,172.19
Tacna		5,702.00	14,868.00	37,901.00	18,227.00	682.89	1,448.61	9,870.58	78,238.00	29,742.00	360,380.89	29,513.14
<b>Sub-total</b>			<b>548,560.00</b>	<b>2,184,266.00</b>	<b>3,015,607.00</b>	<b>912,191.00</b>	<b>246,979.84</b>	<b>295,211.52</b>	<b>544,877.51</b>	<b>968,267.00</b>	<b>279,023.00</b>	<b>41,234,853.38</b>

Departamento	Región Climática	Vacuno Lechero	Vacuno No Lechero	Ovino	Caprino	Caballos	Asnos/ Mulas	Porcino	Alpaca	Llama	Ave	Cuyes
Loreto	Cálida (>25°C)	1,254.00	44,799.00	12,191.00	350.00	3,809.64	473.11	23,922.74	0.00	0.00	1,248,171.99	4,340.45
Madre de Dios		1,610.00	56,122.00	9,104.00	0.00	476.54	22.59	3,768.49	0.00	0.00	152,183.91	674.34
Piura		30,915.00	259,967.00	302,540.00	382,545.00	32,523.66	43,551.59	45,742.32	82.00	0.00	1,894,498.21	28,246.89
Tumbes		422.00	22,005.00	6,290.00	60,648.00	2,337.35	2,515.28	8,557.64	0.00	0.00	50,050.42	621.34
Ucayali		4,441.00	41,955.00	9,646.00	0.00	2,205.79	187.37	13,596.78	0.00	0.00	1,861,569.46	3,169.88
<b>Sub-total</b>			<b>38,642.00</b>	<b>424,848.00</b>	<b>339,771.00</b>	<b>443,543.00</b>	<b>41,352.98</b>	<b>46,749.94</b>	<b>95,587.97</b>	<b>82.00</b>	<b>0.00</b>	<b>5,206,473.99</b>
<b>TOTAL</b>		<b>895,718.00</b>	<b>4,639,737.00</b>	<b>11,450,659.00</b>	<b>1,879,713.00</b>	<b>526,290.56</b>	<b>590,007.71</b>	<b>904,700.42</b>	<b>4,319,229.00</b>	<b>1,105,017.00</b>	<b>49,559,797.50</b>	<b>3,584,640.10</b>

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

**a) Sistemas de manejo del estiércol (SME)**

Los datos sobre el uso del sistema de manejo del estiércol para estimar las emisiones de N<sub>2</sub>O han sido recopilados a través de un dictamen de expertos. Se ha determinado cuál es la porción de estiércol que se gestiona en cada sistema de gestión del estiércol para cada una de las categorías de ganado. La Tabla N° 29 presenta el porcentaje de participación de cada SME según especie animal.

**Tabla N° 29. Sistemas de Manejo de Estiércol, 2016**

Ganado	Praderas y pastizales	Distribución diaria	Almacenaje de sólidos	Quema como combustible	Parcelas secas	Estiércol de aves de corral con cama	Estiércol de aves de corral sin cama
Vacuno lechero*	79.00%	0.00%	21.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Otro ganado vacuno*	91.00%	0.00%	9.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Ovino**	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Caprino**	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Caballos**	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Asnos/Mulas**	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Porcino**	67.00%	0.00%	33.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Alpaca*	89.00%	0.00%	11.00%	24.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Llama*	89.00%	0.00%	11.00%	24.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Ave*	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	90.00%	10.00%
Cuyes**	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020) \*/ Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2018) \*\*  
 Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2018, 2020.

**6.1.2.3. Factores de emisión y conversión**

**A. Factores de emisión**

En el caso de las emisiones de metano y óxido nitroso por manejo del estiércol, se aplicaron factores de emisión por temperatura anual por defecto establecidos en las Directrices del IPCC de 2006. El detalle sobre los factores de emisión se presenta en la Tabla N° 30. Directrices del IPCC de 2006

**Tabla N° 30. Factores de emisión de las emisiones de metano y óxido nitroso provenientes del manejo del estiércol**

Fuente de emisión	Factor de emisión	Valor calculado (C)/ por defecto (D)	Fuente de información
Manejo del estiércol	Factores de emisión de metano por gestión del estiércol por temperatura.	D	Directrices del IPCC de 2006.



Fuente de emisión	Factor de emisión	Valor calculado (C)/ por defecto (D)	Fuente de información
	Factores de emisión de N <sub>2</sub> O para un sistema de manejo del estiércol	D	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*

\*Se emplearon factores de las Directrices de 2006 refinadas de 2019, por considerarse más actualizadas y adecuados a las circunstancias de Perú.

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

Se estimaron los porcentajes de población animal de las diferentes zonas de temperaturas para calcular un factor de emisión promedio ponderado. En la Tabla N° 31 se presentan los porcentajes de la población animal de cada zona de temperatura.

**Tabla N° 31. Participación de la población del ganado por tipo según región climática**

Región Climática	Fría (< 15°C)	Templada (15°C - 25°C)	Cálida (>25°C)
Vacuno lechero	34.00%	61.00%	4.00%
Otro ganado vacuno	44.00%	47.00%	9.00%
Ovino	71.00%	26.00%	3.00%
Caprino	28.00%	49.00%	24.00%
Caballos	45.00%	47.00%	8.00%
Asnos/Mulas	42.00%	50.00%	8.00%
Porcino	29.00%	60.00%	11.00%
Alpaca	78.00%	22.00%	0.00%
Llama	75.00%	25.00%	0.00%
Ave	6.00%	83.00%	11.00%
Cuyes	46.00%	53.00%	1.00%

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

Las Directrices del IPCC de 2006 no proporcionan factores de emisión por defecto para llamas, alpacas y cuyes. Por ello, se utiliza la fórmula de Caracterización de ganado sin métodos de estimación de emisiones específicas para estimarlos (Ecuación S/N. Capítulo 10. Pág. 10.25. Directrices del IPCC de 2006). En ese sentido, se estimaron factores aproximados de emisión de metano del manejo del estiércol para llamas, alpacas y cuyes a partir de los factores de emisión por defecto que proporcionan las Directrices del IPCC de 2006 de las ovejas y los conejos respectivamente.

La Tabla N° 32 presenta los factores de emisión utilizados para las emisiones de metano por el manejo del estiércol.

**Tabla N° 32. Factores de emisión para emisiones de metano provenientes del manejo del estiércol**

Ganado	Región Climática			Factor de emisión (kg CH <sub>4</sub> /cabeza/año)	Fuente de información Directrices del IPCC de 2006
	Frío (< 15°C)	Templado (15 a 25°C)	Cálido (> 25°C)		
Vacuno lechero	1.00	1.00	2.00	1.04	Volumen 4. Capítulo 10. Cuadros 10.14 - 10.16
Vacuno no lechero	1.00	1.00	1.00	1.00	Volumen 4. Capítulo 10. Cuadros 10.14 - 10.16

Ganado	Región Climática			Factor de emisión (kg CH <sub>4</sub> /cabeza/año)	Fuente de información Directrices del IPCC de 2006
	Frío (< 15°C)	Templado (15 a 25°C)	Cálido (> 25°C)		
Ovinos	0.10	0.15	0.20	0.12	Volumen 4. Capítulo 10. Cuadros 10.14 - 10.16
Caprinos	0.11	0.17	0.22	0.17	Volumen 4. Capítulo 10. Cuadros 10.14 - 10.16
Caballos	1.09	1.64	2.19	1.43	Volumen 4. Capítulo 10. Cuadros 10.14 - 10.16
Asnos/Mulas	0.60	0.90	1.20	0.80	Volumen 4. Capítulo 10. Cuadros 10.14 - 10.16
Porcinos	1.00	1.00	2.00	1.11	Volumen 4. Capítulo 10. Cuadros 10.14 - 10.16
Alpacas	0.17	0.26	0.34	0.19	Volumen 4. Capítulo 10. Página 10.25
Llamas	0.28	0.42	0.56	0.31	Volumen 4. Capítulo 10. Página 10.25
Aves	0.01	0.02	0.02	0.02	Volumen 4. Capítulo 10. Cuadros 10.14 - 10.16
Cuyes	0.04	0.04	0.04	0.04	Volumen 4. Capítulo 10. Página 10.25

Fuente: DGAAA-MIDAGRI para las temperaturas, 2020.

La Tabla N° 33 presenta los factores de emisión utilizados para emisiones de óxido nítrico por manejo del estiércol. Cabe destacar que la elección del valor depende del SME que presente cada uno de los tipos de ganado.

**Tabla N° 33. Factores de Emisión de las emisiones directas de óxido nítrico del manejo del estiércol**

Sistema de Manejo de Estiércol (SME)	Factor de Emisión (kg de N <sub>2</sub> O-N/kg de Nex)	Fuente de información
Praderas y pastizales		Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.21
Distribución diaria	0.000	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.21
Almacenaje de sólidos	0.010	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.21
Quema como combustible		Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadros 10.21

Sistema de Manejo de Estiércol (SME)	Factor de Emisión (kg de N <sub>2</sub> O-N/kg de Nex)	Fuente de información
	relacionadas con la orina depositada en suelos agrícolas y en sistemas de pasturas, prados y praderas se tratan en el Capítulo de Emisiones de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados.	
Parcelas secas	0.020	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadros 10.21
Estiércol de aves de corral con cama	0.001	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadros 10.21
Estiércol de aves de corral sin cama	0.001	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadros 10.21

\*Se emplearon factores de las Directrices de 2006 refinadas de 2019, por considerarse más actualizadas y adecuados a las circunstancias de Perú.

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

Cabe señalar, que se ha aplicado los factores de emisión de las emisiones directas de óxido nitroso de las Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019 porque se considera que representan mejor a las circunstancias nacionales.

**B. Factores de conversión**

A continuación, se presentan los factores de conversión utilizados.

**a) Tasas anuales promedio de excreción de nitrógeno, Nex(T)**

Las tasas de excreción de N por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 se aplican a subcategorías de ganado de diversas edades y etapas de crecimiento empleando el promedio típico de masa animal (TAM) para cada especie de ganado.

**Ecuación N° 10.30. Tasas de excreción anual de N**

$$Nex_T = N_{indice(T)} * \frac{TAM}{1000} * 365$$

Donde:

- Nex(T) = excreción anual de N para la categoría de ganado T, kg N animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>
- N<sub>índice(T)</sub> = tasa de excreción de N por defecto, kg N (1000 kg masa animal)<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> (véase el Cuadro 10.19 del volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006)
- TAM(T) = masa animal típica para la categoría de ganado T, kg animal<sup>-1</sup>

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.30. Pág. 10.57

Los valores de la masa típica (TAM) específicos del país y por defecto se presentan en la Tabla N° 34.

**Tabla N° 34. Masa Animal Típica (kg/animal) o Peso Vivo**

Tipo de ganado	TAM (kg/animal)	Fuente de información
Vacuno lechero	520.00	Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020)
Otro ganado vacuno	306.21	Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020)
Ovino	25.61	Grupo Técnico de Trabajo INFOCARBONO
Caprino	30.00	Directrices del IPCC de 2006 -Volumen 4-Capítulo 10-Anexo 10A.2-Tabla 10A-9
Caballos	238.00	Directrices del IPCC de 2006 -Volumen 4-Capítulo 10-Anexo 10A.2-Tabla 10A-9
Asnos/Mulas	130.00	Directrices del IPCC de 2006 -Volumen 4-Capítulo 10-Anexo 10A.2-Tabla 10A-9
Porcino	28.00	Directrices del IPCC de 2006 -Volumen 4-Capítulo 10-Anexo 10A.2-Tabla 10A-9
Alpaca	52.00	Grupo Técnico de Trabajo INFOCARBONO
Llama	100.10	Grupo Técnico de Trabajo INFOCARBONO
Ave	3.92	Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020)
Cuyes	0.69	FAO-Zaldívar (1997)
Conejos	1.60	Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020)

Fuente: DGAAA-MIINAGRI, 2020.

Las Directrices del IPCC de 2006 no proporcionan tasas de excreción de nitrógeno por defecto para llamas, alpacas y cuyes. Por ello, se utiliza la fórmula de “caracterización de ganado sin métodos de estimación de emisiones específicas para estimarlos” (Ecuación S/N. Capítulo 10. Pág. 10.25. Directrices del IPCC de 2006). En ese sentido, se estimaron tasas aproximadas de excreción de N del manejo de estiércol para camélidos (llamas, alpacas) y cuyes a partir de las tasas de excreción de N por defecto que proporcionan las Directrices del IPCC de 2006 de las ovejas y los conejos, respectivamente. La Tabla N° 35 presenta los valores de  $N_{ex}$  y  $N_{índice}$  por tipo de ganado.

**Tabla N° 35. Tasas de Excreción Anual de Nitrógeno por defecto [(1000 kg animal)<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>]**

Ganado	$N_{índice(T)}$	$N_{ex(T)}$	Fuente de información
Vacuno lechero	0.48	91.10	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.23
Otro ganado vacuno	0.36	40.24	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.23
Ovinos	1.17	10.94	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.23
Caprinos	1.37	15.00	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.23
Caballos	0.46	39.96	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.23
Asnos/Mulas	0.46	21.83	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.23
Porcinos	1.64	16.76	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.23
Alpacas	1.99	37.77	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Página 10.25

Ganado	N <sub>índice(T)</sub>	N <sub>ex(T)</sub>	Fuente de información
Llamas	3.25	118.83	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Página 10.25
Aves	0.82	1.17	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.23
Cuyes	4.32	1.09	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Página 10.25

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

Para expresar las emisiones de metano y óxido nitroso en CO<sub>2</sub>eq se utilizó el Potencial de Calentamiento Global (PCG) proporcionado por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación basados en los efectos de los GEI en un horizonte temporal de 100 años. El valor utilizado se presenta en la Tabla N° 36.

**Tabla N° 36. PCG utilizado para el metano y óxido nitroso**

Gas	PCG en un horizonte temporal de 100 años
Metano	21
Óxido nitroso	310

Fuente: Segundo Reporte de Evaluación AR2 IPCC 1995<sup>6</sup>, Tabla 4 Pág. 22.

#### 6.1.2.4. Análisis de Incertidumbre

La incertidumbre de los datos de actividad para la subcategoría de Manejo de estiércol, se obtuvo mediante dictamen de expertos. Mientras que, para la incertidumbre de los factores de emisión, se utilizaron los valores por defecto que se indican en las Directrices del IPCC del 2006. Los valores resultantes de la incertidumbre se muestran Tabla N° 37.

Para el caso del metano, la fuente que posee menor incertidumbre combinada como porcentaje total de las emisiones, es el Ganado Vacuno con un 26.85%, y la de mayor incertidumbre proviene de otros tipos de ganado como el ovino, caprino, llama, alpaca y porcino con un 31.62% cada uno. Mientras que para el caso del Óxido Nitroso, la fuente con menor incertidumbre combinada fue la de ganado vacuno con 53.50%, seguida de las emisiones de manejo de estiércol de aves con un 75,17% y las de llamas, alpacas y porcinos con 75.66% cada una.

**Tabla N° 37. Incertidumbre de las emisiones de metano y óxido nitroso para la categoría Manejo de estiércol**

Código de la categoría IPCC	Fuente	Gas	Estimaciones de GEI año t	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada
			Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2+F^2}$
			Gg CO <sub>2</sub> eq	%	%	%
3A2	Manejo de estiércol					
	3A2a Ganado vacuno	CH <sub>4</sub>	117,06	8,49	25,47	26,85
		N <sub>2</sub> O	165,33	7,07	53,04	53,50
3A2c Ovino	CH <sub>4</sub>	27,93	10,00	30,00	31,62	

<sup>6</sup> Disponible en [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_sar\\_wg\\_i\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_sar_wg_i_full_report.pdf)

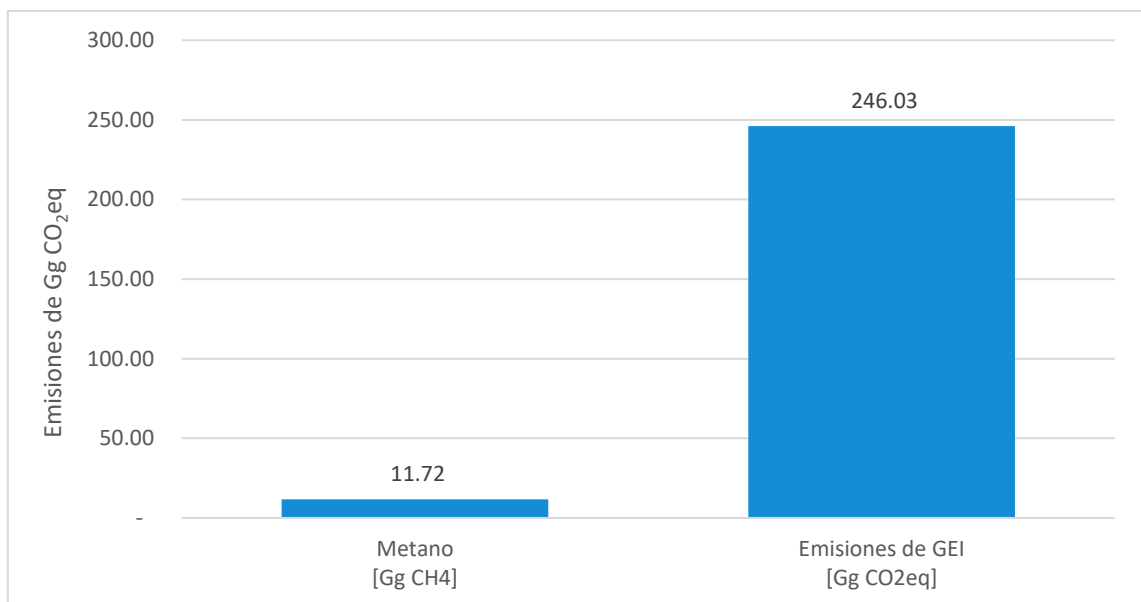
Código de la categoría IPCC	Fuente	Gas	Estimaciones de GEI año t	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada
			Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2+F^2}$
			Gg CO <sub>2</sub> eq	%	%	%
3A2d	Caprino	CH <sub>4</sub>	6,52	10,00	30,00	31,62
3A2e	Llama y alpaca	CH <sub>4</sub>	24,42	10,00	30,00	31,62
		N <sub>2</sub> O	157,79	10,00	75,00	75,66
3A2f	Caballos	CH <sub>4</sub>	15,85	ND	30,00	30,00
3A2g	Mulas y asnos	CH <sub>4</sub>	9,88	ND	30,00	30,00
3A2h	Porcinos	CH <sub>4</sub>	21,01	10,00	30,00	31,62
		N <sub>2</sub> O	24,38	10,00	75,00	75,66
3A2i	Aves	CH <sub>4</sub>	20,16	5,00	30,00	30,41
		N <sub>2</sub> O	28,32	5,00	75,00	75,17
3A2j	Otros: cuyes	CH <sub>4</sub>	3,21	ND	30,00	30,00

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

#### 6.1.2.5. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de metano generadas por el manejo de estiércol fueron de 11.72 Gg de CH<sub>4</sub> que equivalen a 246.03 Gg CO<sub>2</sub>eq (Figura N° 11). Cabe resaltar que el 47.58% de las emisiones de metano generadas por el manejo de estiércol son producidas por el ganado vacuno.

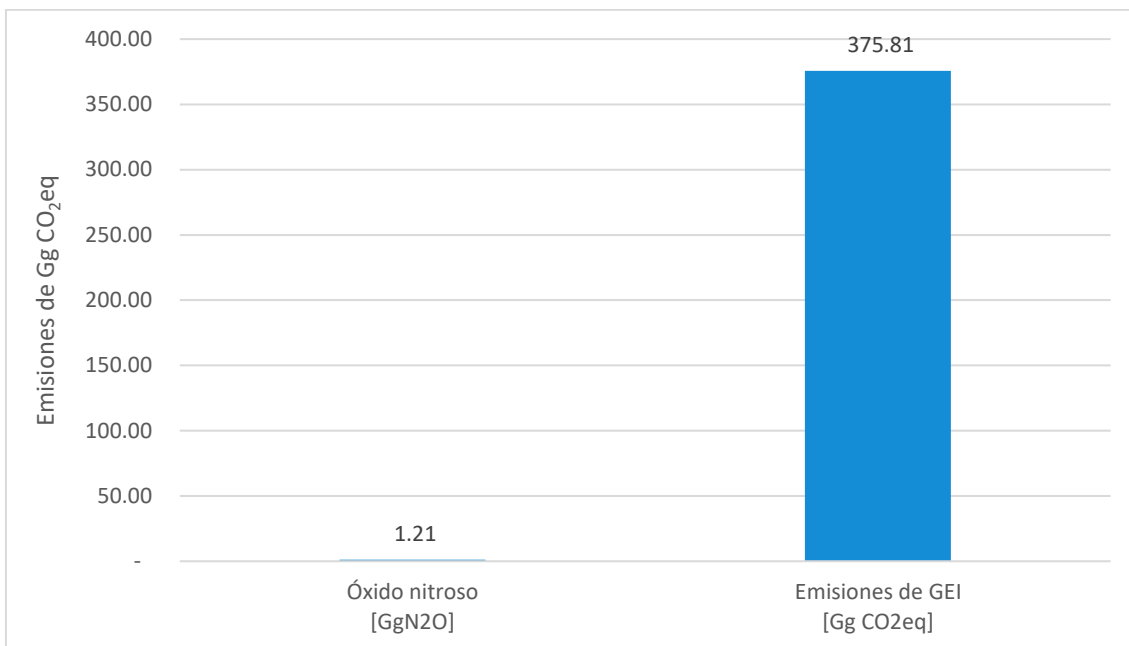
Figura N° 11. Emisiones de metano generados por el manejo de estiércol, 2016



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

Con respecto a las emisiones de óxido nítrico generadas por el manejo de estiércol, en el año 2016 éstas resultaron en 1.21 Gg de N<sub>2</sub>O que equivalen a 375.81 Gg CO<sub>2</sub>eq. Cabe resaltar que el 43.99% de las emisiones de óxido nítrico generadas por el manejo de estiércol son producidas por el ganado vacuno y el 41.99% por llamas y alpacas.

Figura N° 12. Emisiones de óxido nitroso generadas por el manejo de estiércol, 2016

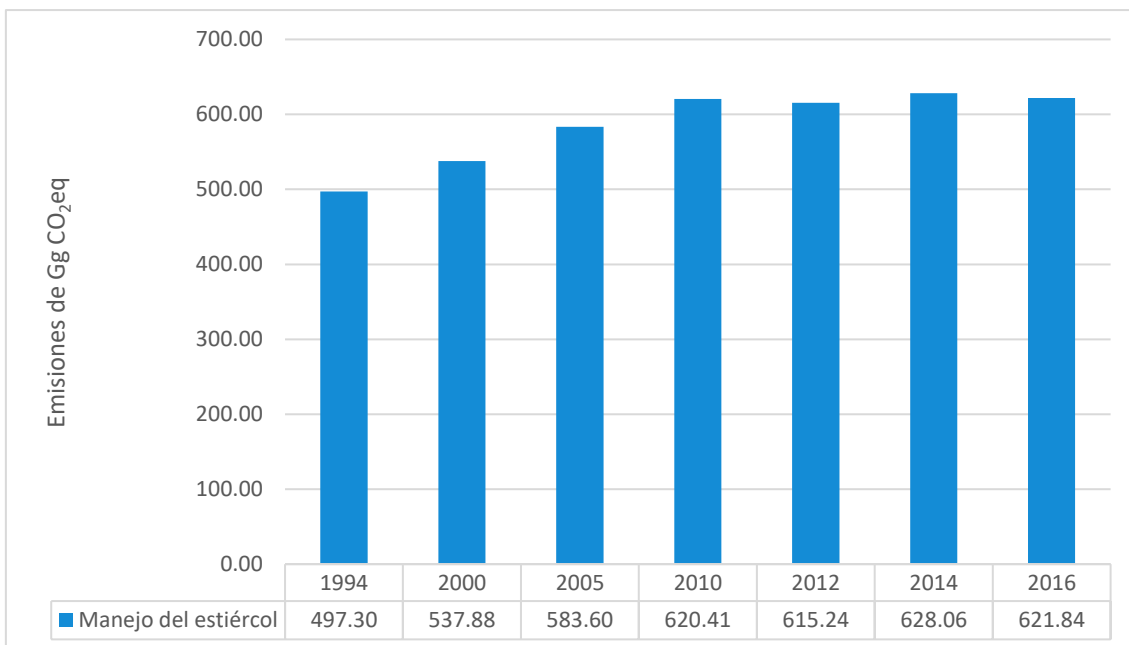


Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

6.1.2.6. Actualización de la serie temporal

El RAGEI 2016 presenta una serie temporal de las emisiones de GEI desde el año 1994 al 2016, estimadas con la misma metodología y fuentes de información, tal como se muestra en la Figura N° 13.

Figura N° 13. Serie temporal de emisiones de GEI de la categoría manejo de estiércol



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

De la figura anterior, se aprecia que las emisiones del año 2016 son prácticamente idénticas a las de 2014 (disminuyeron en un 1.00%) y se incrementaron en un 20.03% respecto al año base 1994.

## **6.2. Fuentes agregadas y fuentes de emisión no-CO<sub>2</sub> en otras tierras**

### **6.2.1. Emisiones por quemado de biomasa (3C1b y 3C1c)**

#### **6.2.1.1. Método de cálculo**

Según las Directrices del IPCC de 2006, la metodología de cálculo establece tres niveles de cálculo para estimar las emisiones de la quema de biomasa en Tierras de cultivo y Pastizales (3C1b y 3C1c respectivamente), cuyas características se describen a continuación:

Nivel 1: Normalmente, los datos de la actividad están muy agregados y los factores de combustión y de emisión son los valores por defecto.

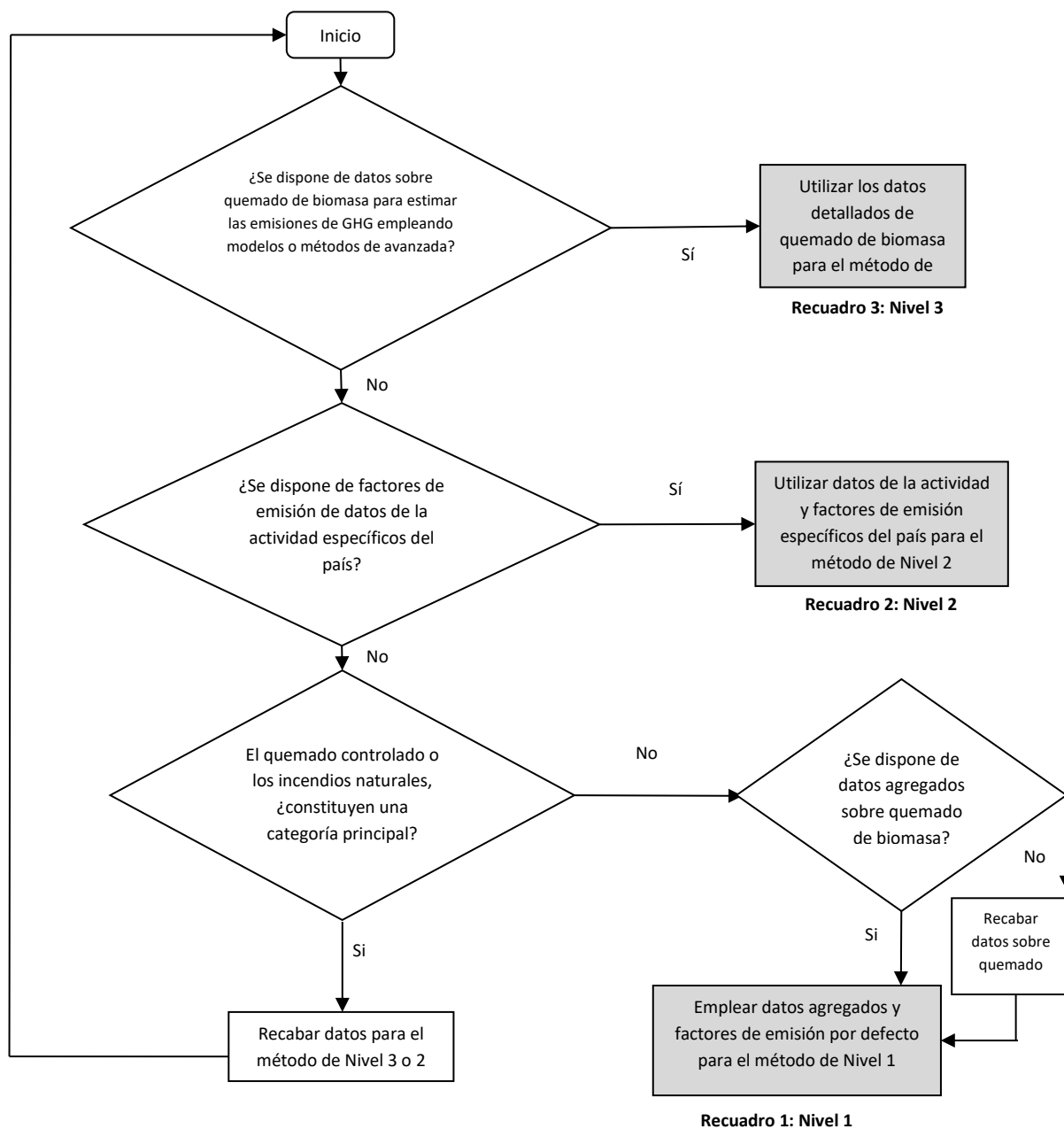
Nivel 2: Las estimaciones se desarrollan para los principales tipos de cultivos por zonas climáticas, empleando tasas de acumulación de residuos y estimaciones de combustión y emisión específicas del país.

Nivel 3: Es un método muy específico del país que incluye la modelización de los procesos y/o las mediciones detalladas.

La **Figura N° 14** presenta el árbol de decisiones de las Directrices del IPCC de 2006 para estimar las emisiones de metano y óxido nitroso procedentes de la quema de biomasa en Tierras de cultivo y pastizales.



Figura N° 14. Árbol de decisión para estimar las emisiones de GEI provocadas por incendios en una categoría de uso de la tierra



Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 2. Pág. 2.14

Para el análisis del árbol de decisiones se consideró lo siguiente:

- No se dispone de datos suficientes para estimar emisiones empleando modelos o métodos avanzados.
- No se dispone de datos o factores de emisión específicos del país.

Por lo anterior, las estimaciones de las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O por la quema de tierras de cultivo y pastizales se realizan aplicando el método de cálculo de Nivel 1.

Se aplica la ecuación N° 2.27.

**Ecuación N° 2.27. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero a causa del fuego**

$$L_{fuego} = A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$$

Donde:

- $L_{fuego}$  = cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero provocada por el fuego, ton de cada gas de efecto invernadero (GEI) (p. ej., CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, etc)
- A = superficie quemada, ha
- $M_B$  = masa de combustible disponible para la combustión, ton ha<sup>-1</sup>. Incluye biomasa, hojarasca molida y madera muerta. Cuando se aplican métodos de Nivel 1, entonces se supone que los depósitos de hojarasca y de madera muerta equivalen a cero, a excepción de los casos en los que hay un cambio en el uso de la tierra
- $C_f$  = factor de combustión, sin dimensión
- $G_{ef}$  = Factor de emisión, g kg<sup>-1</sup> de materia seca quemada.

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 2. Ecuación 2.27. Pág. 2.42

**6.2.1.2. Datos de actividad**

La Tabla N° 38 presenta la información utilizada para estimar las emisiones de metano y óxido nítrico provenientes de la quema de tierras de cultivo y pastizales.

Tabla N° 38. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) provenientes de la quema de tierras de cultivo y pastizales

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
3C1b	Emisiones del quemado de biomasa en Tierras de cultivo.	Área quemada anual de cultivos	Superficie Anual de cultivos que se queman	hectáreas	Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) – MIDAGRI.	El área quemada se calcula con el porcentaje de quema y la superficie anual.	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O CO NO <sub>x</sub>
		Total de producción anual de cosecha del cultivo.	Producción Anual de cultivos que se queman.	toneladas	Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) – MIDAGRI.	Las Directrices del IPCC de 2006 solo proporcionan valores por defecto de masa de combustible disponible para combustión para caña de azúcar, arroz, maíz y trigo. Para otros cultivos se calcula con la siguiente fórmula: $MB = AGR_{(T)} \times FraC_{Brunt(T)}$ (Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019).	
3C1c	Emisiones del quemado de biomasa en Pastizales.	Área quemada anual de pastizales.	Superficies de permanencia y conversión del uso de pastizales.	hectáreas	MINAM - Superficies de permanencia y conversión del uso de pastizales (hectáreas) a partir de la matriz de uso y cambio de uso de la tierra. <ul style="list-style-type: none"> <li>● Mapas de Cambio de Uso del Suelo. Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático (PNCBMCC).</li> <li>● Información satelital de la <i>European Space Agency</i>.</li> </ul>	El área quemada se calcula con el porcentaje de quema y la superficie de permanencia anual.	

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

La información utilizada se detalla a continuación:

**a) Superficie quemada de en Tierras de cultivos**

La superficie quemada en Tierras de cultivo se obtiene de datos provistos por la Dirección General Agrícola (DGA-MIDAGRI). Los valores de porcentajes del área quemada de cada cultivo fueron obtenidos a través de un dictamen de expertos. La Tabla N ° 39 muestra los datos de actividad utilizados para los cálculos.

Tabla N ° 39. Superficie quemada de cultivos, 2016

Región	Caña de azúcar (ha)		Arroz cáscara (ha)		Algodón (ha)		Uva (ha)		Mango (ha)	
	Superficie total	Superficie quemada	Superficie total del cultivo	Superficie quemada	Superficie total del cultivo	Superficie quemada	Superficie total del cultivo	Superficie quemada	Superficie total del cultivo	Superficie quemada
<b>Total</b>	<b>87,697.00</b>	<b>83,312.15</b>	<b>419,564.00</b>	<b>83,912.80</b>	<b>18,099.00</b>	<b>7,239.60</b>	<b>27,945.82</b>	<b>1,397.29</b>	<b>22,091.99</b>	<b>1,104.60</b>
Amazonas	0.00	0.00	41,567.00	8,313.40	0.00	0.00	0.00	0.00	228.00	11.40
Ancash	7,267.00	6,903.65	6,795.00	1,359.00	518.00	207.20	367.00	18.35	915.00	45.75
Apurímac	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.00	2.25
Arequipa	501.00	475.95	19,939.00	3,987.80	107.00	42.80	1,205.00	60.25	12.00	0.60
Ayacucho	0.00	0.00	80.00	16.00	0.00	0.00	15.00	0.75	68.00	3.40
Cajamarca	0.00	0.00	24,886.00	4,977.20	0.00	0.00	141.00	7.05	48.50	2.43
Cusco	0.00	0.00	1,476.00	295.20	0.00	0.00	0.00	0.00	307.00	15.35
Huancavelica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.00	1.05
Huánuco	0.00	0.00	9,151.00	1,830.20	65.00	26.00	0.00	0.00	96.63	4.83
Ica	0.00	0.00	0.00	0.00	12377.00	4,950.80	11,149.77	557.49	668.66	33.43
Junín	0.00	0.00	1,214.00	242.80	0.00	0.00	0.00	0.00	249.00	12.45
La Libertad	41,776.00	39,687.20	32,857.00	6,571.40	36.00	14.40	2,522.05	126.10	295.80	14.79
Lambayeque	25,874.00	24,580.30	49,831.00	9,966.20	3133.00	1,253.20	1,517.00	75.85	3,980.00	199.00
Lima	12,279.00	11,665.05	0.00	0.00	1296.00	518.40	4,050.00	202.50	774.00	38.70
Loreto	0.00	0.00	33,046.00	6,609.20	0.00	0.00	0.00	0.00	292.00	14.60
Madre de Dios	0.00	0.00	2,559.00	511.80	0.00	0.00	0.00	0.00	34.50	1.73
Moquegua	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	417.00	20.85	10.00	0.50
Pasco	0.00	0.00	2,777.00	555.40	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.30
Piura	0.00	0.00	67,373.00	13,474.60	373.00	149.20	5,809.00	290.45	13,376.00	668.80
Puno	0.00	0.00	283.00	56.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
San Martín	0.00	0.00	101,255.00	20,251.00	105.00	42.00	138.50	6.93	90.00	4.50
Tacna	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	601.00	30.05	0.00	0.00
Tumbes	0.00	0.00	14,654.00	2,930.80	0.00	0.00	13.50	0.68	70.83	3.54
Ucayali	0.00	0.00	9,821.00	1,964.20	89.00	35.60	0.00	0.00	504.07	25.20

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

### b) Superficie quemada de pastizales

La quema pastizales es una práctica que se aplica eventualmente para el manejo de pasturas naturales. Debido a que no existe información estadística relevante, el valor del área de pastizales que se quema se propuso como un porcentaje del área total determinado mediante un dictamen de experto.

La superficie nacional de pastizales se obtuvo a partir de las matrices de uso y cambio de uso de las tierras calculadas en base a información espacial y presentada en el RAGEI 2016 del sector UTCUTS. La Tabla N° 40 muestra los datos de actividad utilizados para los cálculos:

**Tabla N° 40. Área quemada de pastizales, 2016**

Región	Superficie nacional de Pastizales (ha)	Porcentaje de quema (%)	Superficie quemada (ha)
<b>Pastizales TOTAL</b>			
<b>Pastizales que siguen siendo pastizales</b>			7,609,128.19
Amazonía	5,302,557.27	20%	1,081,721.68
Sierra	29,135,051.82	20%	5,943,550.57
Costa	2,862,038.88	20%	583,855.93
<b>Tierras convertidas en pastizales</b>			0.00
Amazonía	100,315.89	0%	0.00
Sierra	24,223.86	0%	0.00
Costa	20,084.31	0%	0.00

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

### c) Masa de combustible disponible para combustión ( $M_B$ )

La masa de combustible disponible para combustión es un parámetro asociado a los datos de actividad de la categoría 3C1. Para los factores de combustión asociados a tierras de cultivo y pastizales, se emplean valores por defecto, los cuales son presentados en la Tabla N° 41.

**Tabla N° 41. Masa de combustible disponible para combustión (t/ha)**

Tipo de vegetación	Subcategoría	Media	Referencia
Todos los pastizales de la sabana (quemadas tempranas de la estación seca)		2.10	Directrices del IPCC de 2006 - Volumen 4 - Capítulo 2 - Cuadro 2.4
Residuos agrícolas (quema de campo post-cosecha)	Residuos de trigo	4.00	Directrices del IPCC de 2006 - Volumen 4 - Capítulo 2 - Cuadro 2.4
	Residuos de maíz	10.00	Directrices del IPCC de 2006 - Volumen 4 - Capítulo 2 - Cuadro 2.4
	Residuos de arroz	5.50	Directrices del IPCC de 2006 - Volumen 4 - Capítulo 2 - Cuadro 2.4
	Caña de azúcar	6.50	Directrices del IPCC de 2006 - Volumen 4 - Capítulo 2 - Cuadro 2.4

Tipo de vegetación	Subcategoría	Media	Referencia
	Otros cultivos	$MB = AGR_{(T)} \times Frac_{Brunt(T)}$	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019* - Volumen 4 - Capítulo 2 - Cuadro 2.4

**Nota**

Este valor se utiliza para estimar el producto de las cantidades  $M_B \cdot Cr$ , es decir, una cantidad absoluta

\*Se emplearon factores de las Directrices de 2006 refinadas de 2019, por considerarse más actualizadas y adecuados a las circunstancias de Perú.

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

Para aquellos cultivos sin valor por defecto de Masa de combustible disponible para combustión ( $M_B$ ) se utiliza la Ecuación 2.27 de las Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019.

**Ecuación N° 2.27. Masa de combustible disponible para combustión para otros cultivos**

$$M_B = AGR_{(T)} * Frac_{Brunt(T)}$$

Donde:

$AGR_{(T)}$  = cantidad total anual de residuos de cultivos sobre el suelo para el cultivo T, kg m.s. año<sup>-1</sup>

$Frac_{Brunt(T)}$  = proporción del área de cultivos donde se quema biomasa

Fuente: Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019. Volumen 4. Capítulo 2. Cuadro 2.4. Pág. 2.52 (Ecuación 2.27)

**6.2.1.3. Factores de emisión y conversión**

**A. Factores de emisión**

Se aplicaron factores de emisión por defecto establecidos en las Directrices del IPCC de 2006 para tierras de cultivo y pastizales. El detalle sobre los factores de emisión se presenta en la Tabla N° 42.

**Tabla N° 42. Factores de Emisión para la categoría quemado de biomasa**

Categoría	Residuos de Agricultura (g kg m.s quemada) <sup>-1</sup>	Sabana y pastizales (g kg m.s quemada) <sup>-1</sup>	Fuente de información
CH <sub>4</sub>	2.70	2.30	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 2. Cuadro 2.5
CO	92.00	65.00	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 2. Cuadro 2.5
N <sub>2</sub> O	0.07	0.21	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 2. Cuadro 2.5
NO <sub>x</sub>	2.50	3.90	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 2. Cuadro 2.5

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

**B. Proporción de área quemada por cultivo**

A continuación, la Tabla N° 43 y Tabla N° 44 muestran los factores de conversión utilizados.

Tabla N° 43. Proporción del área de cultivos donde se quema biomasa

Cultivos	Proporción del área total de cada cultivo donde se quema biomasa
Caña para azúcar	0.95
Arroz cáscara	0.20
Algodón	0.40
Uva	0.05
Mango	0.05

Fuente: Dirección General Agrícola- MIDAGRI, 2020.

Tabla N° 44. Porcentaje de quema de pastos

Tipo de vegetación	Proporción del área total de pastizales donde se quema biomasa
Pastos quemados	0.20

Fuente: Dictamen de Expertos AILAC 2018

Para expresar las emisiones de metano y óxido nítrico en CO<sub>2</sub>eq se utilizó, como indican las decisiones de la CMNUCC para los países no Anexo I, el Potencial de Calentamiento Global (PCG) proporcionado por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación (AR2, de 1995) basados en los efectos de los GEI en un horizonte temporal de 100 años. El valor utilizado se presenta en la Tabla N° 45.

Tabla N° 45. PCG utilizado para el metano y el óxido nítrico

Gas	PCG en un horizonte temporal de 100 años
Metano	21
Óxido nítrico	310

Fuente: Segundo Reporte de Evaluación AR2 IPCC 1995. Tabla 4. Pág. 22.

#### 6.2.1.4. Análisis de Incertidumbre

La incertidumbre de los datos de actividad de la subcategoría Emisiones por quema de biomasa, se obtuvo mediante dictamen de expertos para el parámetro “Superficie anual de cultivos por región” y mediante valores por defecto de la OBP2003 para el parámetro “Superficie anual de pastizales por región”. Mientras que, para la incertidumbre de los factores de emisión de la subcategoría, se utilizaron los valores por defecto tanto de las Directrices del IPCC del 2006 como de las OBP2000.

Los valores de incertidumbre combinada resultante para metano y óxido nítrico son descritos en la **Tabla N° 46**. Para ambos gases, el menor valor de incertidumbre resultante fue el de las emisiones de quema de biomasa en tierras de cultivo con un 22.36%. Mientras que para las emisiones de quema de biomasa en pastizales el valor de incertidumbre fue mayor, con un 41,08% para CH<sub>4</sub> y 49,23% para N<sub>2</sub>O.



Tabla N° 46. Incertidumbre de las emisiones de metano y óxido nitroso para la categoría Emisiones por quema de biomasa

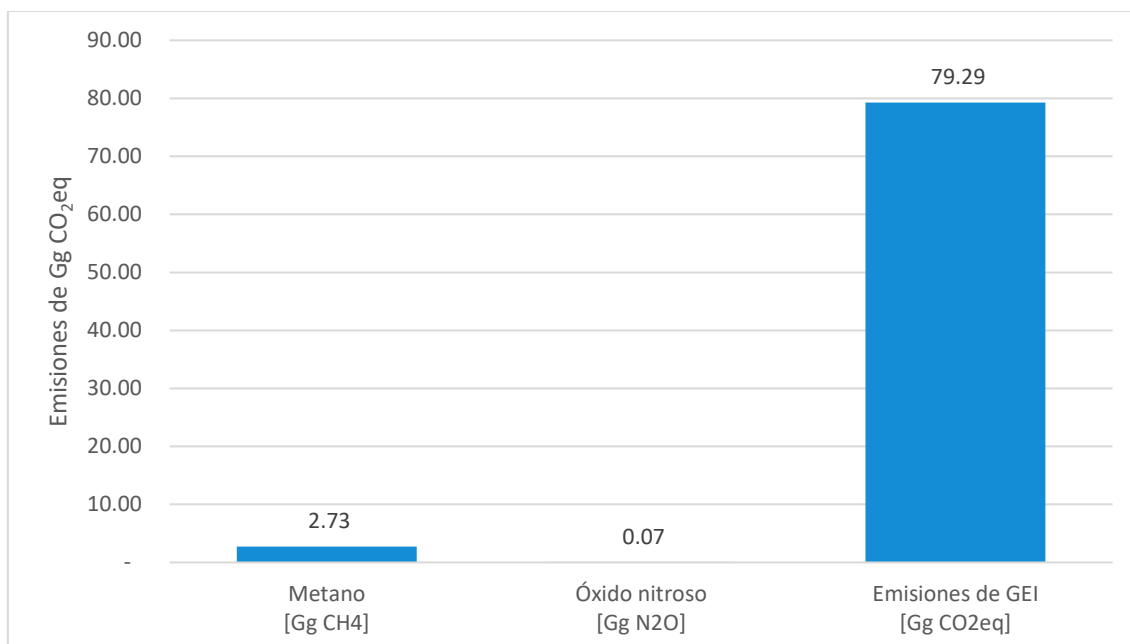
Código de la categoría IPCC	Fuente	Gas	Estimaciones de GEI año t	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	
			Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{(E^2+F^2)}$	
			Gg CO <sub>2</sub> eq	%	%	%	
3C1	Emisiones por quema de biomasa						
	3C1b	Quema de biomasa en tierras de cultivo	CH <sub>4</sub>	57,35	10,00	20,00	22,36
			N <sub>2</sub> O	21,95	10,00	20,00	22,36
	3C1c	Quema de biomasa en pastizales	CH <sub>4</sub>	771,79	12,50	39,13	41,08
			N <sub>2</sub> O	1.040,24	12,50	47,62	49,23

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

6.2.1.5. Análisis de resultados

En el año 2016, como muestra la Figura N° 15, las emisiones de metano y óxido nitroso generadas por la quema de biomasa en tierras de cultivo fueron de 2.73 Gg de CH<sub>4</sub> y 0.07 Gg de N<sub>2</sub>O que equivalen a 79.29 Gg CO<sub>2</sub>eq (Figura N° 15), que representa el 0.31% de las emisiones totales del sector.

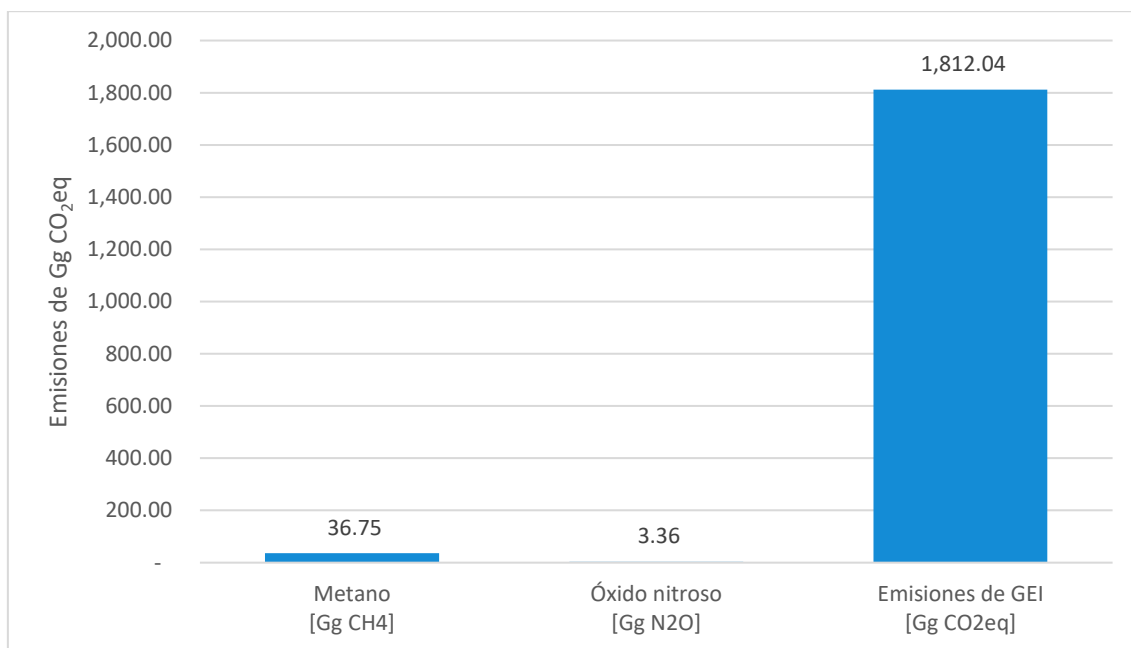
Figura N° 15. Emisiones de metano y óxido nitroso generados por quemado de biomasa en Tierras de cultivo, 2016



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

Asimismo, en el año 2016, las emisiones de metano y óxido nitroso generadas por la quema de biomasa en Pastizales fueron de 36.75 Gg de CH<sub>4</sub> y 3.36 Gg de N<sub>2</sub>O que equivalen a 1,812.04 Gg CO<sub>2</sub>eq (Figura 16), que representa el 6.99% de las emisiones totales del sector.

**Figura N° 16. Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) generados por quemado de biomasa en Pastizales, 2016**

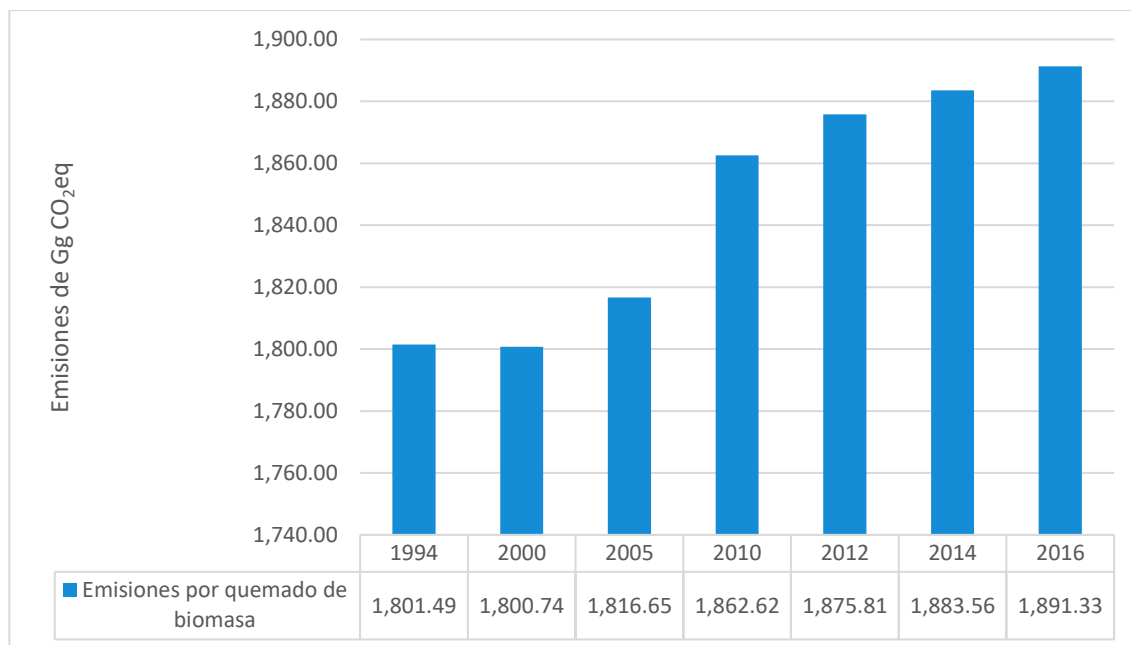


Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

### 6.2.1.6. Actualización de la serie temporal

El RAGEI 2016 presenta una serie temporal de las emisiones de GEI desde el año 1994 al 2016, estimadas con la misma metodología de las Directrices del IPCC de 2006 y fuentes de información, tal como se muestra en la Figura N° 17.

**Figura N° 17. Serie temporal de emisiones de GEI de la categoría quemado de biomasa en Tierra de cultivos y Pastizales**



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

De la figura anterior, se aprecia que las emisiones del año 2016 no aumentaron prácticamente (+ 0.41%) respecto al año 2014 y se incrementaron en un 4.75% respecto al año base de 1994.

De acuerdo con el análisis de los resultados realizado por especialistas del sector, el incremento observado respecto al año base es debido al incremento progresivo de las extensiones de áreas de pastizales y cultivos agrícolas y por ende se generan mayores volúmenes de residuos agrícolas quemados.

## **6.2.2. Aplicación de urea (3C3)**

### **6.2.2.1. Método de cálculo**

Según las Directrices del IPCC de 2006, la metodología de cálculo establece tres niveles de cálculo para esta subcategoría, cuyas características se describen a continuación:

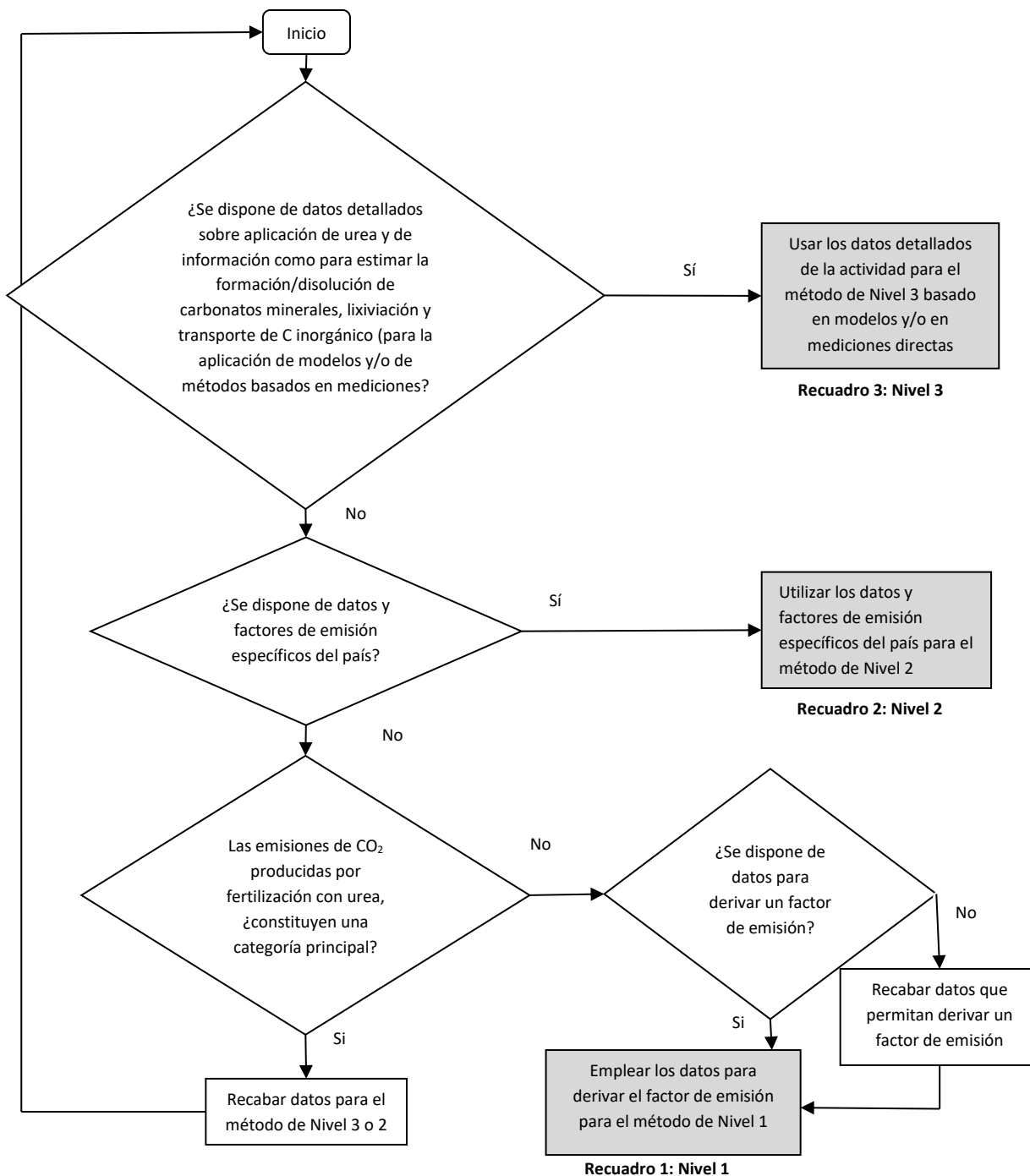
Nivel 1: Estima las emisiones aplicando un método simplificado que sólo requiere los datos de la cantidad total de urea aplicada anualmente en el suelo del país con un factor de emisión por defecto del IPCC.

Nivel 2: Estima las emisiones aplicando la ecuación del Nivel 1 e incorpora información específica del país para estimar los factores de emisión.

Nivel 3: Estima las emisiones aplicando modelos o mediciones basados en información sobre aplicación de urea y de información para estimar la formación/disolución de carbonatos minerales, lixiviación y transporte de C inorgánico.

La Figura N° 18 presenta el árbol de decisiones de las Directrices del IPCC de 2006 para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes por la aplicación de urea.

Figura N° 18. Árbol de decisión para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes aplicación de urea



Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Pág. 11.33

Para el análisis del árbol de decisiones se considera lo siguiente:

- No se dispone de factores de emisión país específico para estimar emisiones de CO<sub>2</sub> por aplicación de urea.
- La aplicación de urea no es una categoría principal.

Por lo anterior, las estimaciones de las emisiones CO<sub>2</sub> se realizan aplicando el método de cálculo de Nivel 1.

Se aplica la ecuación N° 11.13 de las Directrices del IPCC de 2006.

**Ecuación N° 11.13. Emisiones anuales de CO<sub>2</sub> por aplicación de urea**

$$CO_2 - C \text{ Emisión} = M * EF$$

Donde:

- Emisión de CO<sub>2</sub>-C = emisiones anuales de C por aplicación de urea, ton C año<sup>-1</sup>
- M = cantidad anual de fertilización con urea, ton urea año<sup>-1</sup>
- FE = EF, por sus siglas en inglés. Factor de emisión, ton de C (ton de urea)<sup>-1</sup>

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Ecuación 11.13. Pág. 11.32

**6.2.2.2. Datos de actividad**

La Tabla N° 47 presenta la información utilizada para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la aplicación de urea.

**Tabla N° 47. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la aplicación de urea**

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
3C3	Aplicación de urea	Cantidad anual de aplicación de urea	Cantidad anual de importaciones de fertilizante de Urea	toneladas	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Anuarios Estadísticos de Insumos y Servicios Agropecuarios	La cantidad se multiplica por su respectivo factor de emisión, para determinar las emisiones de GEI	CO <sub>2</sub>

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

La información utilizada se detalla a continuación:

**a) Cantidad anual de aplicación de urea**

Debido a que no se cuenta actualmente con información detallada sobre la cantidad de urea aplicada por año a nivel nacional, se utilizan los datos de importaciones anuales de fertilizante

de urea (Tabla N° 48), asumiendo que todo el fertilizante importado en un año de inventario es utilizado en los sistemas productivos.

Esta información se encuentra disponible en los Anuarios Estadísticos de Insumos y Servicios Agropecuarios del MIDAGRI.

**Tabla N° 48. Cantidad anual de Importaciones de Urea 2016**

Fertilizante	Cantidad (t)
Urea	358,008.42

Fuente: Anuarios Estadísticos de Insumos y Servicios Agropecuarios – MIDAGRI, 2020.

### 6.2.2.3. Factores de emisión y conversión

#### A. Factores de emisión

Se aplicaron factores de emisión por defecto tomados de las Directrices del IPCC de 2006. El detalle sobre los factores de emisión se presenta en la Tabla N° 49.

**Tabla N° 49. Factores de Emisión de metano procedentes de la aplicación de urea**

Tipo de fertilizante	Aplicación de Urea t de C (t de insumo) <sup>-1</sup>	Fuente de información
Urea	0.20	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Pág. 11.36

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

### 6.2.2.4. Análisis de Incertidumbre

Para el caso de la incertidumbre de los datos de actividad de la subcategoría Aplicación de urea, al trabajar con datos directos de importaciones, se consideró que la incertidumbre en el dato de actividad es cero. Para la incertidumbre de los factores de emisión, se utilizaron los valores por defecto de las Directrices del IPCC del 2006.

Los valores de incertidumbre combinada para óxido nitroso son descritos en la **Tabla N° 50**. El único valor resultante para la incertidumbre combinada fue del 50%.

**Tabla N° 50. Incertidumbre de las emisiones de óxido nitroso provenientes de la aplicación de urea**

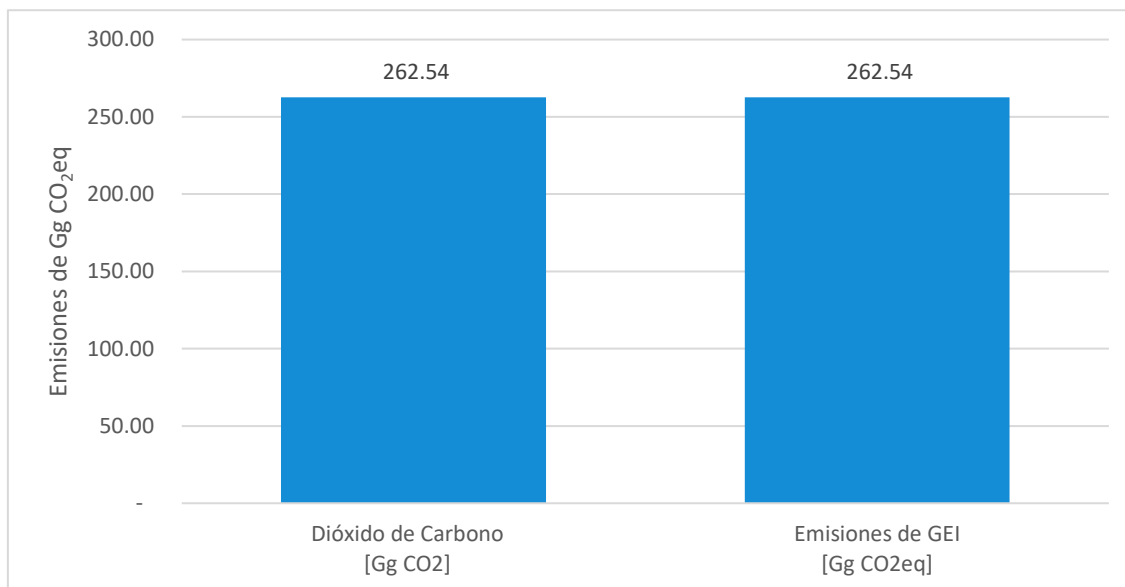
Código de la categoría IPCC	Fuente	Gas	Estimaciones de GEI año t	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada
			Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{(E^2+F^2)}$
			Gg CO <sub>2</sub> eq	%	%	%
3C6	Aplicación de urea	CO <sub>2</sub>	262,54	0,00	50,00	50,00

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

## 6.2.2.5. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de dióxido de carbono generadas por la aplicación de urea fueron de 262.54 Gg CO<sub>2</sub> (Figura N° 19), que representa el 1.01% de las emisiones del sector.

**Figura N° 19. Emisiones de dióxido de carbono generados por la aplicación de urea, 2016**

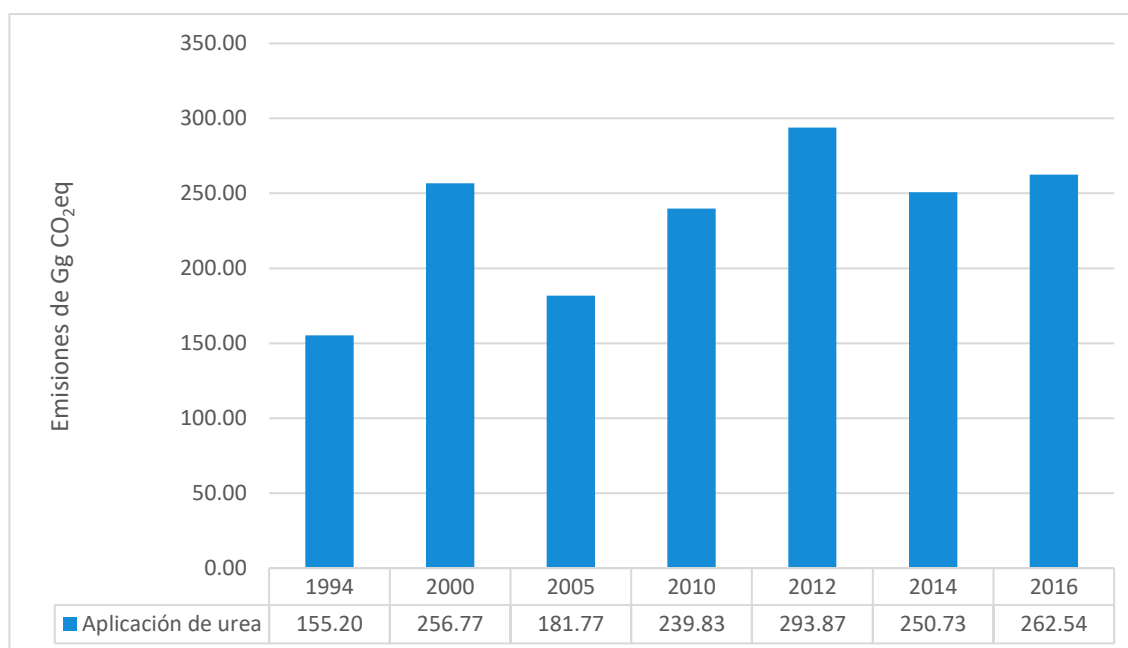


Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

## 6.2.2.6. Actualización de la serie temporal

El RAGEI 2016 presenta una serie temporal recalculada de las emisiones de GEI desde el año 1994 al 2016, estimadas con la misma metodología (Directrices del IPCC de 2006) y fuentes de información, tal como se muestra en la Figura N° 20.

**Figura N° 20. Serie temporal de emisiones de GEI de la categoría Aplicación de Urea**



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

De la figura anterior, se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 4.50% respecto al año 2014 y se incrementaron en un 40.89% respecto al año 1994.

### **6.2.3. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados (3C4)**

#### **6.2.3.1. Método de cálculo**

Según las Directrices del IPCC de 2006, la metodología de cálculo establece tres niveles de cálculo para esta subcategoría, cuyas características se describen a continuación:

Nivel 1: Estima las emisiones empleando datos de actividad: i) específicos del país o ii) de la FAO sobre el uso de fertilizantes de N mineral y las poblaciones ganaderas, y la opinión de expertos para los demás datos de actividad. El factor de emisión por defecto se utiliza en ambos casos.

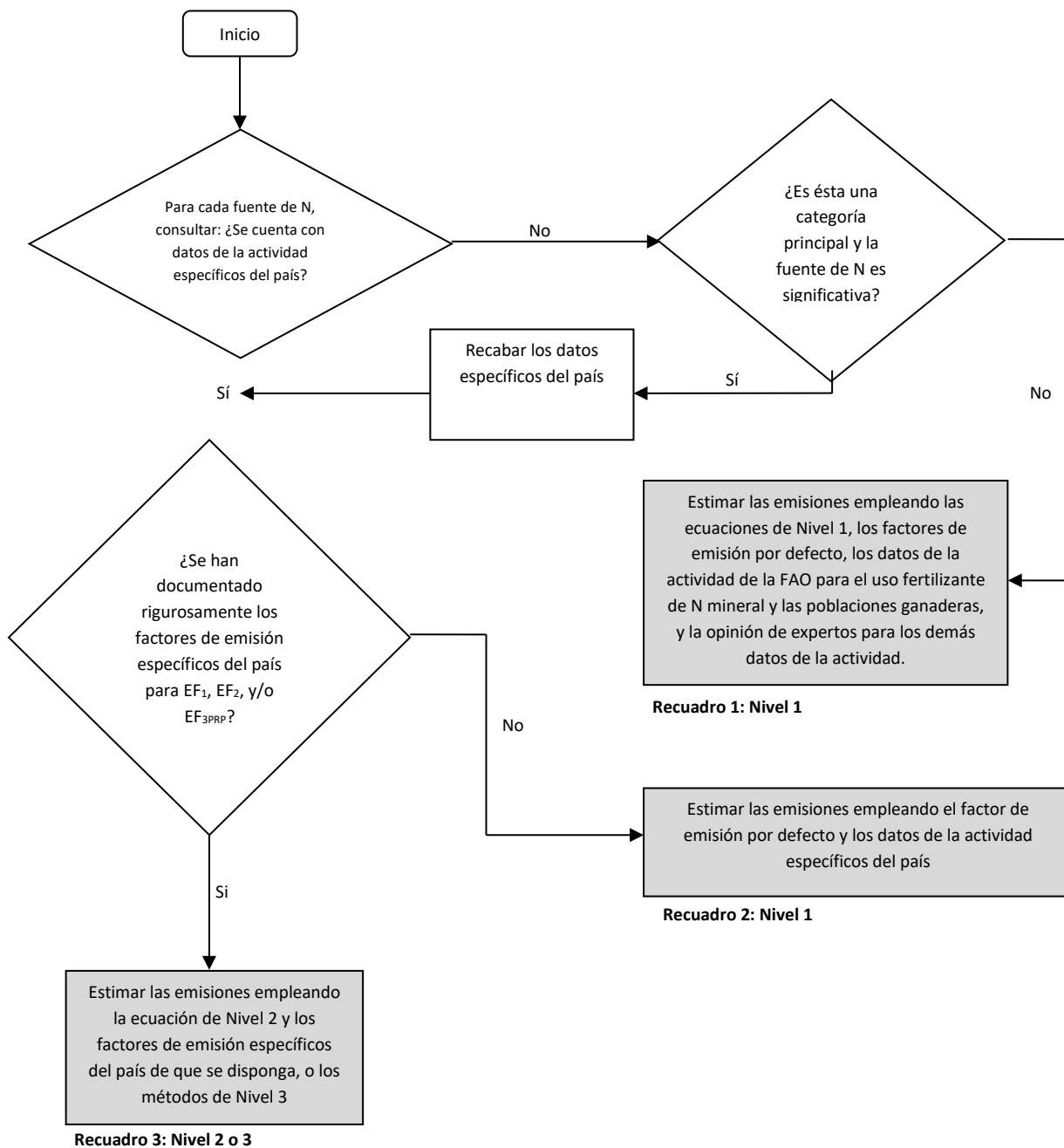
Nivel 2: Estima las emisiones empleando factores de emisión específicos del país y datos de actividad con mayor detalle.

Nivel 3: Estima las emisiones aplicando modelos o mediciones.

La Figura N° 21 presenta el árbol de decisiones de las Directrices del IPCC de 2006 para estimar las emisiones de N<sub>2</sub>O procedentes de la gestión de los suelos.



Figura N° 21. Árbol de decisión de emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados



Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Pág. 11.9

Para el análisis del árbol de decisiones se considera lo siguiente:

- No se cuenta con datos de actividad y factores de emisión específico del país

Por lo anterior, las estimaciones de las emisiones directas de N<sub>2</sub>O procedentes de suelos gestionados se realizan aplicando el método de cálculo de Nivel 1.

Se aplica la ecuación N° 11.1.

**Ecuación N° 11.1. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados**

$$N_2O_{Directas} - N = N_2O - N_{N\ aportes} + N_2O - N_{OS} + N_2O - N_{PRP}$$

Donde:

$$N_2O - N_{N\ aportes} = [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) * EF_1] + [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM})_{FR} * EF_{1FR}]$$

$$N_2O - N_{OS} = [(F_{OSCG,Temp} * EF_{2CG,Temp}) + (F_{OS,CG,Trop} * EF_{2CG,Trop}) + (F_{OS,F,Temp,NR} * EF_{2F,Temp,NR}) + (F_{OS,F,Temp,NP} * EF_{2F,Temp,NP}) + (F_{OS,F,Trop} * EF_{2F,Trop})]$$

$$N_2O - N_{PRP} = [(F_{PRP, CPP} * EF_{3PRP, CPP}) + (F_{PRP, PRP, SO} * EF_{3PRP, SO})]$$

Donde:

- N<sub>2</sub>O<sub>Directas</sub>-N = emisiones directas anuales de N<sub>2</sub>O-N producidas a partir de suelos gestionados, kg N<sub>2</sub>O-N año<sup>-1</sup>
- N<sub>2</sub>O-N<sub>aportesN</sub> = emisiones directas anuales de N<sub>2</sub>O-N producidas por aportes de N a suelos gestionados, kg N<sub>2</sub>O-N año<sup>-1</sup>
- N<sub>2</sub>O-N<sub>OS</sub> = emisiones directas anuales de N<sub>2</sub>O-N de suelos orgánicos gestionados, kg N<sub>2</sub>O-N año<sup>-1</sup>
- N<sub>2</sub>O-N<sub>PRP</sub> = emisiones directas anuales de N<sub>2</sub>O-N de aportes de orina y estiércol a tierras de pastoreo, kg N<sub>2</sub>O-N año<sup>-1</sup>
- F<sub>SN</sub> = cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizante sintético, kg N año<sup>-1</sup>
- F<sub>ON</sub> = cantidad anual de estiércol animal, compost, lodos cloacales y otros aportes de N aplicada a los suelos (Nota: Si se incluyen los barros cloacales, realizar una verificación cruzada con el Sector Desechos para asegurarse de que no hay cómputo doble de las emisiones de N<sub>2</sub>O del N contenido en los barros cloacales), kg N año<sup>-1</sup>
- F<sub>CR</sub> = cantidad anual de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y la renovación de forraje/pastura, que se regresan a los suelos, kg N año<sup>-1</sup>
- F<sub>SOM</sub> = cantidad anual de N en suelos minerales que se mineraliza, relacionada con la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo como resultado de cambios en el uso o la gestión de la tierra, kg N año<sup>-1</sup>
- F<sub>OS</sub> = superficie anual de suelos orgánicos gestionados/drenados, ha (Nota: los subíndices CG, F, Temp, Trop, NR y NP se refieren a Tierras de cultivo y

	Pastizales, Tierras forestales, Templado, Tropical, Rico en nutrientes y Pobre en nutrientes, respectivamente).
$F_{PRP}$	cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por los animales en pastoreo sobre pasturas, prados y praderas, $\text{kg N año}^{-1}$ (Nota: los subíndices CPP y SO se refieren a Vacunos, Aves de corral y Porcinos, y a Ovinos y Otros animales, respectivamente).
$EF_1$	= factor de emisión para emisiones de $\text{N}_2\text{O}$ de aportes de N, $\text{kg N}_2\text{O-N (kg aporte de N)}^{-1}$ Cuando se conoce la cantidad total anual de N aplicada al arroz bajo fangueo, este aporte de N puede multiplicarse por un factor de emisión por defecto más bajo aplicable a este cultivo, $EF_{1FR}$ (Akiyama et al., 2005) o, donde se haya determinado un factor de emisión específico del país, por este factor en lugar de aquél. Aunque hay cierta evidencia de que las inundaciones intermitentes pueden incrementar las emisiones de $\text{N}_2\text{O}$ , los datos científicos actuales señalan que el factor $EF_{1FR}$ se aplica también a situaciones de inundaciones intermitentes.
$EF_{1FR}$	= es el factor de emisión para emisiones de $\text{N}_2\text{O}$ de aportes de N en plantaciones de arroz inundadas, $\text{kg N}_2\text{O-N (kg aporte de N)}^{-1}$
$EF_2$	= factor de emisión para emisiones de $\text{N}_2\text{O}$ de suelos orgánicos drenados/gestionados, $\text{kg N}_2\text{O-N ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (Nota: los subíndices CG, F, Temp, Trop, NR y NP se refieren a Tierras de cultivo y Pastizales, Tierras forestales, Templado, Tropical, Rico en nutrientes y Pobre en nutrientes, respectivamente).
$EF_{3PRP}$	= factor de emisión para emisiones de $\text{N}_2\text{O}$ del N de la orina y el estiércol depositado en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo, $\text{kg N}_2\text{O-N (kg aporte de N)}^{-1}$ ; (Nota: los subíndices CPP y SO se refieren a Vacunos, Aves de corral y Porcinos, y a Ovinos y Otros animales, respectivamente)

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Ecuación 11.1. Pág. 11.7

### 6.2.3.2. Datos de actividad

La Tabla N° 51 presenta la información utilizada para estimar las emisiones directas de  $\text{N}_2\text{O}$  provenientes de suelos gestionados.

Tabla N° 51. Descripción de las fuentes de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones directas de N<sub>2</sub>O provenientes de suelos gestionados

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
3C4	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	Cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizantes sintético	Cantidad Anual de Importaciones de Principales Fertilizantes Nitrogenados	toneladas	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Anuarios Estadísticos de Insumos y Servicios Agropecuarios.	Se utiliza para determinar el contenido de N en los fertilizantes	N <sub>2</sub> O
		Cantidad anual de N en residuos agrícolas	Superficie Anual de principales cultivos por región	hectáreas	Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) - MIDAGRI	Se utiliza para determinar de N de residuos agrícolas	
			Producción Anual de principales cultivos por región (toneladas)	toneladas			
			Total de superficie anual quemada del cultivo T	ha			
		N mineralizado/inmovilizado asociado a cambios en materia orgánica del suelo debido a cambios en el uso de la tierra	Pérdida promedio anual de carbono del suelo por tipo de uso de la tierra	toneladas	RAGEI UTCUTS - Pérdida promedio anual de carbono del suelo para cada tipo de uso de la tierra (LU) a partir de la matriz de uso y cambio de uso de la tierra	Se utilizan para el cálculo de la cantidad neta anual de N mineralizado en suelos minerales debido a la pérdida de carbono del suelo por cambios de uso de tierras	
		Superficie de suelos orgánicos	NE	NE	NE	Se utiliza para determinar la superficie total anual de suelos orgánicos / drenados gestionados	
Cantidad anual de N por deposición de heces y orina de animales en suelos bajo pastoreo	Población Anual de animales vivos por región	cabezas	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI	Se utiliza para determinar la cantidad anual de N de estiércol animal aplicada a los suelos y la cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada en			

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
					Propuesta de cálculo para la población de equinos y burros, burras, mulas y cuyes y la superficie de pastos naturales. Orden de servicio N° 2016- 1187. Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios. MIDAGRI.	pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo	
			Población Anual de vacas en ordeño por región	cabezas	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI		
			Sistemas de Manejo de Estiércol del ganado por especie		Dictamen de Expertos MIDAGRI (2020) Dictamen de Expertos MIDAGRI (2018)	Se utiliza para determinar cantidad de nitrógeno de estiércol gestionado disponible para su aplicación en suelos gestionados por sistema de manejo de estiércol	

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

La información utilizada se detalla a continuación.

**a) Cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizantes sintético**

La cantidad anual de fertilizante sintético de N aplicado a los suelos se estima a partir de la cantidad total de fertilizante sintético consumida por año. Los datos del consumo anual de fertilizante se recabaron de estadísticas de importación oficiales del sector Agricultura. La Tabla N° 52 presenta la cantidad de importaciones de los principales fertilizantes nitrogenados del país.

**Tabla N° 52. Cantidad anual de Importaciones de Principales Fertilizantes Nitrogenados, 2016**

Fertilizantes Nitrogenados	Cantidad (t)
Urea	358,008.42
Fosfato diamónico	189,004.29
Sulfato de amonio	227,205.05
Nitrato de amonio	119,554.43

Fuente: Anuarios Estadísticos de Insumos y Servicios Agropecuarios – MIDAGRI, 2020.

La cantidad anual de nitrógeno (N) aplicado a los suelos en forma de fertilizantes sintético se calcula considerando el consumo aparente de fertilizantes y el contenido de nitrógeno de cada uno. La Tabla N° 53 presenta el valor de  $F_{SN}$  para el año 2016.

**Tabla N° 53. Contenido de N en kg en los fertilizantes sintéticos**

Tipo de Fertilizantes Nitrogenado	$F_{SN}$ Nitrógeno aplicado (kg N/año)
Urea	164,683,875.22
Fosfato diamónico	34,020,771.75
Sulfato de amonio	47,713,061.50
Nitrato de amonio	40,050,734.05
<b>Total</b>	<b>286,468,442.52</b>

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

Asimismo, se estimó la cantidad de fertilizante aplicado a los cultivos de arroz a través de un dictamen de experto. La Tabla N° 54 presenta la cantidad de N aplicado en los cultivos de arroz.

**Tabla N° 54. Fertilización por región de los cultivos de arroz**

Región	Fertilización (kg N/ha/año)	$F_{SN}$ Nitrógeno aplicado (kg N/año)
Amazonas	150.00	6,235,050.00
Ancash	280.00	1,902,600.00
Apurímac	0.00	0.00
Arequipa	280.00	5,582,920.00
Ayacucho	0.00	0.00
Cajamarca	150.00	3,732,900.00
Cusco	0.00	0.00
Huancavelica	0.00	0.00

Región	Fertilización (kg N/ha/año)	F <sub>SN</sub> Nitrógeno aplicado (kg N/año)
Huánuco	120.00	1,098,120.00
Ica	0.00	0.00
Junín	80.00	97,120.00
La Libertad	280.00	9,199,960.00
Lambayeque	280.00	13,952,680.00
Lima	0.00	0.00
Loreto	32.00	1,057,472.00
Madre de Dios	32.00	81,888.00
Moquegua	0.00	0.00
Pasco	80.00	222,160.00
Piura	280.00	18,864,440.00
Puno	0.00	0.00
San Martín	150.00	15,188,250.00
Tacna	0.00	0.00
Tumbes	280.00	4,103,120.00
Ucayali	80.00	785,680.00
<b>TOTAL</b>	<b>2,554.00</b>	<b>82,104,360.00</b>

Fuente: Dictamen de Experto en Arroz (Carlos Bruzzone) 2020.

## b) Cantidad de N orgánico aplicado como fertilizante

La cantidad de N orgánico aplicado a los suelos proviene de cuatro componentes: aportes de orina y estiércol a tierras de pastoreo ( $F_{AM}$ ), barros cloacales ( $F_{SEW}$ ), compost ( $F_{COMP}$ ) y otros ( $F_{OOA}$ ).

### Ecuación N° 11.3. N de agregados de N orgánico, aplicados a los suelos

$$F_{ON} = F_{AM} + F_{SEW} + F_{COMP} + F_{OOA}$$

Donde:

- $F_{ON}$  = cantidad total anual de fertilizante de N orgánico, aplicada a los suelos, excepto el de animales en pastoreo, kg N año<sup>-1</sup>
- $F_{AM}$  = cantidad anual de N de estiércol animal aplicada a los suelos, kg N año<sup>-1</sup>
- $F_{SEW}$  = cantidad anual de N total de barros cloacales que se aplica a los suelos, kg N año<sup>-1</sup>. No se estima para el presente reporte
- $F_{COMP}$  = cantidad anual del total de N de compost aplicada a los suelos, kg N año<sup>-1</sup>. No se estima para el presente reporte
- $F_{OOA}$  = cantidad anual de otros abonos orgánicos utilizados como fertilizantes (p. ej., desechos, guano, residuos de la fabricación de cerveza, etc.), kg N año<sup>-1</sup>. No se estima para el presente reporte.

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Ecuación 11.3. Pág. 11.12

El  $F_{AM}$  se calcula multiplicando la cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado disponible para aplicación al suelo y para uso como alimento, combustible o en la construcción ( $N_{MMS\_Avb}$ ) por la fracción del estiércol gestionado utilizada para alimento ( $Frac_{ALIM}$ ), para combustible ( $Frac_{COMBUST}$ ), y para la construcción ( $Frac_{CNST}$ ). Como no se dispone de información para las fracciones de estiércol antes nombradas el  $F_{AM}$  resulta ser el parámetro  $N_{MMS\_Avb}$  y en

consecuencia puede estar sobrestimado. En el próximo RAGEI de 2018 se buscará resolver esta falta de información.

**Ecuación N° 11.4. N de estiércol animal aplicado a los suelos**

$$F_{AM} = N_{MMS\ Avb} * [1 - (Frac_{ALIM} + Frac_{COMBUST} + FRAC_{CNST})]$$

Donde:

- F<sub>AM</sub> = cantidad anual de N de estiércol animal aplicada a los suelos, kg N año<sup>-1</sup>
- N<sub>MMS\_Avb</sub> = cantidad de N del estiércol gestionado disponible para aplicación al suelo y para uso como alimento, combustible o en la construcción, kg N año<sup>-1</sup>
- Fra<sub>CALIM</sub> = fracción del estiércol gestionado utilizada para alimento
- Fra<sub>CCOMBUST</sub> = fracción del estiércol gestionado utilizada para combustible
- Fra<sub>CNST</sub> = fracción del estiércol gestionado utilizada para la construcción

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Ecuación 11.4. Pág. 11.13

**Ecuación N° 10.34. N de estiércol gestionado disponible para aplicación en suelos gestionados, como alimento, combustible o en la construcción**

$$N_{MMS\ Avb} = \sum_S \left\{ \sum_{(T)} \left[ (N_T * Nex_T * MS_{(T,S)}) * \left(1 - \frac{Frac_{PérdidaMS}}{100}\right) \right] + [N_{(T)} * MS_{(T,S)} * N_{camaMS}] \right\}$$

Donde:

- N<sub>MMS\_Avb</sub> = cantidad de nitrógeno de estiércol gestionado disponible para su aplicación en suelos gestionados o para alimento, combustible o para la construcción, kg N año<sup>-1</sup>
- N<sub>(T)</sub> = cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del país
- N<sub>ex(T)</sub> = promedio anual de excreción de N por animal de la especie/categoría T en el país, kg N animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>
- MS<sub>(T,S)</sub> = fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada especie/categoría de ganado (T) que se gestiona en el sistema de gestión del estiércol (S) en el país, sin dimensión
- Fra<sub>CpérdidaMS</sub> = cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado para la categoría de ganado T que se pierde en el sistema de gestión del estiércol S, %
- N<sub>camaMS</sub> = cantidad de nitrógeno de las camas (a aplicar para almacenamiento de sólidos y MMS de cama profunda si se utiliza una cama orgánica conocida), kg N animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>
- S = sistema de gestión del estiércol
- T = especie/categoría de ganado

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.34. Pág. 10.65

La cantidad de cabezas de ganado de la especie de ganado representativo fue obtenida de estadísticas nacionales oficiales del sector Agricultura. La Tabla N° 55 presenta la población media anual de animales vivos por cada categoría de ganado representativa.

**Tabla N° 55. Población media anual de animales vivos**

Tipo de ganado	Población
Vacuno lechero	895,718.00
Otro ganado vacuno	4,639,737.00



Tipo de ganado	Población
Ovino	11,450,659.00
Caprino	1,879,713.00
Caballos	526,290.56
Asnos/Mulas	590,007.71
Porcino	904,700.42
Alpaca	4,319,229.00
Llama	1,105,017.00
Ave	49,559,797.50
Cuyes	3,584,640.10

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

El porcentaje de participación de SME según tipo de ganado se presenta en la Tabla N° 56. Los datos sobre el uso del sistema de manejo del estiércol para estimar las emisiones de N<sub>2</sub>O han sido recopilados a través de dictamen de expertos.

**Tabla N° 56. Sistemas de Manejo de Estiércol, 2016**

Ganado	Praderas y pastizales	Distribución diaria	Almacenaje de sólidos	Quema como combustible	Parcelas secas	Estiércol de aves de corral con cama	Estiércol de aves de corral sin cama
Vacuno lechero*	79.00%	0.00%	21.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Otro ganado vacuno*	91.00%	0.00%	9.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Ovino**	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Caprino**	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Caballos**	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Asnos/Mulas**	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Porcino**	67.00%	0.00%	33.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Alpaca*	89.00%	0.00%	11.00%	24.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Llama*	89.00%	0.00%	11.00%	24.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Ave*	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	90.00%	10.00%
Cuyes**	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020) \*/ Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2018) \*\*

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2018, 2020.

### c) Drenaje/ gestión de suelos orgánicos

La superficie de suelos orgánicos drenados/gestionados (F<sub>OS</sub>) se refiere a la superficie total anual (ha) de suelos orgánicos drenados/gestionados y no ha sido estimada porque no se cuenta con datos nacionales de superficie de suelos orgánicos. En el próximo RAGEI de 2018 se buscará resolver esta falta de información.

### d) Cantidad anual de N en residuos agrícolas

La cantidad anual de N en residuos agrícolas (aéreos y subterráneos) incluyendo fijadores de N que se mineraliza durante la renovación del forraje o las pasturas, se estima a partir de estadísticas del rendimiento de cultivos y de factores por defecto de relaciones residuo:

rendimiento aéreo/subterráneo y contenido de N de los residuos. Además, el método tiene en cuenta el efecto del quemado de residuos u otras remociones de residuos.

El  $F_{CR}$  se estima utilizando la ecuación N° 11.6 de las Directrices del IPCC de 2006.

### Ecuación N°11.6. N de residuos agrícolas y renovación de forraje/pasturas

$$F_{CR} = \sum_T \left\{ Cultivo_T * Frac_{Renov(T)} * \left[ (Superf_{(T)} - Superf. quemada_{(T)} * Cf) * R_{AG(T)} * N_{AG(T)} * (1 - Frac_{Remoc(T)}) + Superf_{(T)} * R_{BG(T)} * N_{BG(T)} \right] \right\}$$

Donde:

$F_{CR}$	=	cantidad anual de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y de la renovación de forraje/pastura, devueltos a los suelos, kg N año <sup>-1</sup>
$Cultivo_{(T)}$	=	rendimiento anual de materia seca cosechada para el cultivo T, kg m.s. ha <sup>-1</sup>
$Superf_{(T)}$	=	total de superficie anual de cosecha del cultivo T, ha año <sup>-1</sup>
$Superf quemada_{(T)}$	=	superficie anual del cultivo T quemada, ha año <sup>-1</sup>
$Cf$	=	factor de combustión (sin dimensión)
$Frac_{Renov(T)}$	=	fracción de la superficie total dedicada al cultivo T que se renueva anualmente
$RAG_{(T)}$	=	relación entre la materia seca de los residuos aéreos ( $AG_{DM(T)}$ ) y el rendimiento de cosecha del cultivo T ( $Cultivo_{(T)}$ ), kg m.s. (kg m.s.) <sup>-1</sup> = $AG_{DM(T)} * 1000 / Cultivo_{(T)}$
$NAG_{(T)}$	=	contenido de N de los residuos aéreos del cultivo T, kg N (kg m.s.) <sup>-1</sup>
$Frac_{Remoc(T)}$	=	fracción de los residuos aéreos del cultivo T que se extraen anualmente, como los destinados a alimentos, camas y construcción, kg N (kg cultivo-N) <sup>-1</sup>
$RBG_{(T)}$	=	relación entre residuos subterráneos y rendimiento de cosecha del cultivo T, kg m.s. (kg m.s.) <sup>-1</sup>
$NBG_{(T)}$	=	contenido de N de los residuos subterráneos del cultivo T, kg N (kg m.s.) <sup>-1</sup>
$T$	=	tipo de cultivo o forraje

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Ecuación 11.6. Pág. 11.14

La superficie anual cosechada y la producción anual de los principales cultivos nacionales se obtuvo de estadísticas oficiales del sector Agricultura, las que son presentadas en la Tabla N° 57 y Tabla N° 58.

Tabla N° 57. Superficie Anual de principales cultivos por región (hectáreas), 2016

Región (ha)	Caña para azúcar	Papa	Arroz cáscara	Banana / plátano	Maíz a. duro	Yuca	Cebolla de cabeza	Camote	Quinua	Alcachofa
<b>TOTAL</b>	<b>87,697.00</b>	<b>310,699.00</b>	<b>419,564.00</b>	<b>160,649.00</b>	<b>267,576.00</b>	<b>99,109.00</b>	<b>18,094.00</b>	<b>15,142.00</b>	<b>64,224.00</b>	<b>6,093.00</b>
Amazonas	0.00	3,840.00	41,567.00	13,232.00	12,171.00	9,268.00	2.00	40.00	61.00	0.00
Ancash	7,267.00	10,709.00	6,795.00	147.00	16,440.00	163.00	290.00	1,150.00	352.00	132.00
Apurímac	0.00	22,165.00	0.00	88.00	2,157.00	105.00	177.00	126.00	4,100.00	10.00
Arequipa	501.00	10,410.00	19,939.00	2.00	194.00	26.00	9,931.00	137.00	1,831.00	1,762.00
Ayacucho	0.00	20,596.00	80.00	284.00	863.00	798.00	409.00	32.00	11,515.00	0.00
Cajamarca	0.00	26,162.00	24,886.00	5,489.00	18,507.00	7,493.00	160.00	1,184.00	878.00	0.00
Cusco	0.00	30,136.00	1,476.00	3,501.00	2,866.00	3,544.00	596.00	32.00	3,088.00	712.00
Huancavelica	0.00	24,915.00	0.00	101.00	268.00	0.00	13.00	8.00	1,213.00	71.00
Huánuco	0.00	37,122.00	9,151.00	17,972.00	10,864.00	4,726.00	73.00	268.00	834.00	0.00
Ica	0.00	2,366.00	0.00	99.00	17,741.00	118.00	1,651.00	968.00	8.00	1,657.00
Junín	0.00	23,540.00	1,214.00	16,737.00	5,588.00	7,092.00	308.00	0.00	2,008.00	303.00
La Libertad	41,776.00	22,595.00	32,857.00	486.00	19,083.00	1,126.00	681.00	410.00	2,044.00	997.00
Lambayeque	25,874.00	590.00	49,831.00	604.00	16,532.00	510.00	595.00	2,573.00	3.00	0.00
Lima	12,279.00	4,713.00	0.00	303.00	21,626.00	993.00	1,811.00	6,935.00	15.00	449.00
Loreto	0.00	0.00	33,046.00	24,161.00	36,446.00	39,501.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Madre de Dios	0.00	0.00	2,559.00	1,636.00	4,135.00	723.00	0.00	40.00	0.00	0.00
Moquegua	0.00	530.00	0.00	2.00	51.00	0.00	83.00	0.00	67.00	0.00
Pasco	0.00	8,766.00	2,777.00	6,176.00	3,911.00	4,061.00	0.00	0.00	5.00	0.00
Piura	0.00	1,473.00	67,373.00	14,324.00	16,608.00	1,101.00	225.00	919.00	0.00	0.00
Puno	0.00	59,695.00	283.00	1,174.00	2,435.00	1,927.00	482.00	204.00	35,694.00	0.00
San Martín	0.00	0.00	101,255.00	29,489.00	46,616.00	6,290.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tacna	0.00	376.00	0.00	4.00	21.00	0.00	607.00	39.00	508.00	0.00
Tumbes	0.00	0.00	14,654.00	4,810.00	1,024.00	108.00	0.00	4.00	0.00	0.00
Ucayali	0.00	0.00	9,821.00	19,828.00	11,429.00	9,436.00	0.00	73.00	0.00	0.00

Fuente: Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) – MIDAGRI.

Región (ha)	Algodón	Piña	Maíz choclo	Espárrago	Maíz amiláceo	Tomate	Trigo	Cebada grano	Palma aceitera	Café pergamino
<b>TOTAL</b>	<b>18,099.00</b>	<b>14,884.00</b>	<b>44,394.00</b>	<b>31,967.00</b>	<b>197,312.00</b>	<b>6,070.00</b>	<b>127,180.00</b>	<b>135,745.00</b>	<b>51,057.00</b>	<b>383,973.00</b>
Amazonas	0.00	1,078.00	1,081.00	0.00	7,511.00	29.00	474.00	137.00	0.00	53,258.00
Ancash	518.00	0.00	4,094.00	2,915.00	8,932.00	230.00	12,262.00	7,325.00	0.00	0.00
Apurímac	0.00	0.00	2,366.00	0.00	22,035.00	173.00	4,761.00	4,349.00	0.00	0.00
Arequipa	107.00	0.00	2,167.00	0.00	2,346.00	911.00	1,638.00	394.00	0.00	0.00
Ayacucho	0.00	127.00	1,706.00	0.00	17,013.00	117.00	8,655.00	12,476.00	0.00	5,866.00
Cajamarca	0.00	362.00	9,112.00	0.00	37,673.00	137.00	28,344.00	10,478.00	0.00	53,038.00
Cusco	0.00	841.00	2,426.00	0.00	24,589.00	47.00	10,338.00	14,455.00	0.00	50,402.00
Huancavelica	0.00	0.00	639.00	0.00	16,176.00	23.00	4,318.00	13,863.00	0.00	10.00
Huánuco	65.00	786.00	706.00	0.00	13,596.00	62.00	7,746.00	6,043.00	2,398.00	16,202.00
Ica	12,377.00	0.00	1,370.00	13,899.00	72.00	1,032.00	52.00	78.00	0.00	0.00
Junín	0.00	6,089.00	6,376.00	0.00	7,826.00	68.00	5,164.00	10,529.00	0.00	79,808.00
La Libertad	36.00	1,124.00	821.00	12,284.00	14,486.00	158.00	28,704.00	27,359.00	0.00	202.00
Lambayeque	3,133.00	0.00	2,637.00	1,015.00	2,616.00	378.00	1,473.00	25.00	0.00	2,407.00
Lima	1,296.00	0.00	2,651.00	1,854.00	477.00	1,653.00	145.00	93.00	0.00	0.00
Loreto	0.00	2,043.00	4,681.00	0.00	0.00	544.00	0.00	0.00	8,898.00	176.00
Madre de Dios	0.00	208.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	31.00
Moquegua	0.00	0.00	48.00	0.00	640.00	9.00	66.00	106.00	0.00	0.00
Pasco	0.00	36.00	817.00	0.00	1,573.00	0.00	202.00	138.00	0.00	10,794.00
Piura	373.00	0.00	276.00	0.00	15,447.00	80.00	11,318.00	317.00	0.00	7,979.00
Puno	0.00	737.00	11.00	0.00	3,824.00	0.00	1,501.00	27,580.00	0.00	10,858.00
San Martín	105.00	890.00	0.00	0.00	0.00	110.00	0.00	0.00	24,023.00	87,163.00
Tacna	0.00	0.00	171.00	0.00	480.00	225.00	19.00	0.00	0.00	0.00
Tumbes	0.00	0.00	238.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ucayali	89.00	563.00	0.00	0.00	0.00	77.00	0.00	0.00	15,738.00	5,779.00

Fuente: Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) – MIDAGRI.

Región (ha)	Cacao	Alfalfa	Arveja gr. Verde	Arveja grano seco	Frijol grano seco	Haba grano seco	Pallar grano seco	frijol castilla /caupi	tarwi	Haba grano verde	Soya
<b>TOTAL</b>	<b>125,582.00</b>	<b>6,636,695.34</b>	<b>120,125.33</b>	<b>50,153.91</b>	<b>80,886.75</b>	<b>71,918.59</b>	<b>13,099.82</b>	<b>24,200.33</b>	<b>14,019.22</b>	<b>64,340.52</b>	<b>1,371.22</b>
Amazonas	7,302.00	125.00	273.00	702.00	8,192.00	152.00	0.00	0.00	120.00	318.00	270.00
Ancash	0.00	7,902.00	1,460.00	807.00	937.00	1,645.00	42.00	0.00	643.00	130.00	0.00
Apurímac	0.00	2,761.00	1,358.00	1,024.00	3,769.00	3,502.00	2.00	0.00	787.00	1,367.00	0.00
Arequipa	0.00	40,284.00	31.00	1,148.00	3,452.00	218.00	147.00	0.00		794.00	0.00
Ayacucho	6,903.00	7,951.00	4,153.00	1,519.00	1,943.00	6,364.00	18.00	0.00	279.00	1,569.00	0.00
Cajamarca	1,231.00	2,212.00	16,752.00	10,895.00	17,214.00	4,156.00	0.00	0.00	464.00	1,466.00	4.00
Cusco	18,138.00	2,175.00	2,900.00	365.00	1,413.00	10,483.00	0.00	0.00	2,331.00	548.00	63.00
Huancavelica	0.00	10,367.00	3,116.00	6,295.00	3,950.00	6,031.00	0.00	0.00	436.00	2,426.00	0.00
Huánuco	10,449.00	745.00	1,070.00	2,245.00	4,430.00	3,063.00	0.00	0.00	1,073.00	487.00	0.00
Ica	0.00	5,764.00	0.00	85.00	244.00	0.00	3,837.00	222.00	0.00	88.00	0.00
Junín	17,799.00	3,112.00	946.00	4,296.00	3,959.00	1,571.00	0.00	0.00	397.00	2,543.00	64.00
La Libertad	26.00	5,484.00	9,051.00	1,182.00	2,088.00	4,834.00	17.00	347.00	3,248.00	364.00	0.00
Lambayeque	44.00	2,602.00	553.00	1,593.00	1,573.00	131.00	3,369.00	1,275.00	0.00	45.00	0.00
Lima	0.00	10,344.00	4.00	715.00	1,023.00	96.00	0.00	1,549.00	0.00	530.00	0.00
Loreto	582.00	0.00	0.00	0.00	4,148.00	0.00	0.00	5,684.00	0.00	0.00	0.00
Madre de Dios	433.00	0.00	0.00	0.00	352.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Moquegua	0.00	9,348.00	0.00	15.00	30.00	175.00	0.00	0.00	0.00	109.00	0.00
Pasco	1,036.00	163.00	91.00	658.00	973.00	611.00	0.00	0.00	18.00	366.00	0.00
Piura	1,318.00	161.00	5,215.00	380.00	5,388.00	588.00	0.00	6,756.00	0.00	0.00	309.00
Puno	291.00	47,180.00	1,180.00	0.00	473.00	10,293.00	0.00	0.00	1,321.00	480.00	31.00
San Martín	48,814.00	0.00	0.00	0.00	3,919.00	0.00	0.00	1,084.00	0.00	0.00	17.00
Tacna	0.00	11,094.00	0.00	28.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	134.00	0.00
Tumbes	625.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.00	0.00	0.00	19.00
Ucayali	10,591.00	0.00	0.00	0.00	1,477.00	0.00	0.00	309.00	0.00	0.00	14.00

Fuente: Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) – MIDAGRI.

Tabla N° 58. Producción Anual de principales cultivos por región (toneladas) 2016

Región (t)	Caña para azúcar	Papa	Arroz cáscara	Banana / plátano	Maíz a. duro	Yuca	Cebolla de cabeza	Camote	Quinua	Alcachofa
<b>TOTAL</b>	<b>9,832,526.00</b>	<b>4,514,240.00</b>	<b>3,165,749.00</b>	<b>2,073,996.00</b>	<b>1,232,381.00</b>	<b>1,180,955.00</b>	<b>705,632.00</b>	<b>269,670.00</b>	<b>79,269.00</b>	<b>108,801.00</b>
Amazonas	0.00	58,267.00	307,947.00	137,909.00	27,938.00	143,468.00	14.00	294.00	63.00	0.00
Ancash	1,001,408.00	113,944.00	65,150.00	1,650.00	107,605.00	3,371.00	6,295.00	23,134.00	402.00	5,950.00
Apurímac	0.00	387,486.00	0.00	377.00	3,963.00	1,126.00	1,114.00	1,063.00	6,394.00	60.00
Arequipa	45,368.00	348,793.00	250,051.00	12.00	1,367.00	474.00	453,990.00	1,498.00	6,206.00	26,282.00
Ayacucho	0.00	304,181.00	201.00	2,289.00	1,919.00	8,114.00	3,590.00	574.00	16,657.00	0.00
Cajamarca	0.00	310,251.00	195,641.00	39,061.00	61,636.00	63,179.00	1,732.00	7,514.00	751.00	0.00
Cusco	0.00	369,441.00	2,598.00	32,988.00	4,680.00	34,697.00	8,649.00	229.00	3,937.00	12,293.00
Huancavelica	0.00	259,122.00	0.00	554.00	411.00	0.00	121.00	43.00	1,189.00	585.00
Huánuco	0.00	500,809.00	48,301.00	208,460.00	43,096.00	55,388.00	943.00	3,286.00	661.00	0.00
Ica	0.00	76,642.00	0.00	2,146.00	167,414.00	2,506.00	91,920.00	21,316.00	10.00	31,933.00
Junín	0.00	386,008.00	3,959.00	191,316.00	17,893.00	82,001.00	5,972.00	0.00	3,802.00	4,916.00
La Libertad	5,047,662.00	422,801.00	334,920.00	7,923.00	165,517.00	16,259.00	26,290.00	6,015.00	2,900.00	20,008.00
Lambayeque	2,278,785.00	3,913.00	399,038.00	7,435.00	101,809.00	6,068.00	16,844.00	35,749.00	6.00	0.00
Lima	1,459,303.00	107,127.00	0.00	3,964.00	205,995.00	37,145.00	52,420.00	149,768.00	30.00	6,774.00
Loreto	0.00	0.00	96,716.00	276,148.00	106,771.00	405,682.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Madre de Dios	0.00	0.00	5,425.00	19,873.00	10,543.00	10,126.00	0.00	278.00	0.00	0.00
Moquegua	0.00	6,554.00	0.00	16.00	179.00	0.00	2,624.00	0.00	71.00	0.00
Pasco	0.00	146,916.00	3,881.00	93,202.00	6,562.00	61,067.00	0.00	0.00	5.00	0.00
Piura	0.00	13,951.00	589,687.00	274,342.00	61,666.00	6,924.00	6,334.00	16,048.00	0.00	0.00
Puno	0.00	691,785.00	516.00	11,522.00	4,124.00	20,950.00	8,519.00	1,853.00	35,166.00	0.00
San Martín	0.00	0.00	710,287.00	385,532.00	102,265.00	99,887.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tacna	0.00	6,249.00	0.00	52.00	52.00	0.00	18,261.00	500.00	1,019.00	0.00
Tumbes	0.00	0.00	124,497.00	114,856.00	3,186.00	1,764.00	0.00	37.00	0.00	0.00
Ucayali	0.00	0.00	26,934.00	262,369.00	25,790.00	120,759.00	0.00	471.00	0.00	0.00

Fuente: Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) – MIDAGRI.

Región (t)	Algodón	Piña	Maíz choclo	Espárrago	Maíz amiláceo	Tomate	Trigo	Cebada grano	Palma aceitera	Café pergamino
<b>TOTAL</b>	<b>45,358.00</b>	<b>461,287.00</b>	<b>398,751.00</b>	<b>378,305.00</b>	<b>277,427.00</b>	<b>232,900.00</b>	<b>191,109.00</b>	<b>204,498.00</b>	<b>736,345.00</b>	<b>277,760.00</b>
Amazonas	0.00	8,371.00	6,445.00	0.00	6,568.00	204.00	476.00	128.00	0.00	34,966.00
Ancash	1,484.00	0.00	43,063.00	15,888.00	10,546.00	5,330.00	11,982.00	7,152.00	0.00	0.00
Apurímac	0.00	0.00	18,040.00	0.00	36,873.00	3,141.00	7,338.00	7,288.00	0.00	0.00
Arequipa	680.00	0.00	40,067.00	0.00	7,263.00	42,546.00	11,388.00	1,102.00	0.00	0.00
Ayacucho	0.00	1,767.00	9,578.00	0.00	18,188.00	1,528.00	9,749.00	13,520.00	0.00	3,875.00
Cajamarca	0.00	3,686.00	23,162.00	0.00	28,384.00	943.00	27,697.00	9,785.00	0.00	48,182.00
Cusco	0.00	12,453.00	44,934.00	0.00	60,289.00	787.00	17,871.00	26,753.00	0.00	27,163.00
Huancavelica	0.00	0.00	6,585.00	0.00	25,368.00	240.00	6,614.00	21,256.00	0.00	12.00
Huánuco	38.00	10,019.00	5,411.00	0.00	12,015.00	1,498.00	8,332.00	7,943.00	18,113.00	7,850.00
Ica	31,211.00	0.00	14,097.00	171,411.00	240.00	95,441.00	88.00	164.00	0.00	0.00
Junín	0.00	339,703.00	77,024.00	0.00	17,003.00	837.00	11,673.00	22,187.00	0.00	46,692.00
La Libertad	167.00	22,515.00	9,773.00	164,346.00	23,721.00	6,475.00	59,663.00	57,913.00	0.00	215.00
Lambayeque	6,300.00	0.00	23,713.00	7,143.00	5,288.00	11,074.00	1,550.00	20.00	0.00	1,703.00
Lima	4,040.00	0.00	38,936.00	19,517.00	952.00	50,147.00	227.00	164.00	0.00	0.00
Loreto	0.00	17,275.00	19,845.00	0.00	0.00	1,822.00	0.00	0.00	113,321.00	162.00
Madre de Dios	0.00	3,066.00	0.00	0.00	0.00	28.00	0.00	0.00	0.00	14.00
Moquegua	0.00	0.00	764.00	0.00	779.00	183.00	73.00	114.00	0.00	0.00
Pasco	0.00	410.00	12,173.00	0.00	1,832.00	0.00	247.00	182.00	0.00	10,094.00
Piura	1,197.00	0.00	1,845.00	0.00	15,080.00	1,550.00	14,490.00	265.00	0.00	3,044.00
Puno	0.00	20,811.00	88.00	0.00	6,069.00	0.00	1,598.00	28,562.00	0.00	6,940.00
San Martín	113.00	11,712.00	0.00	0.00	0.00	1,432.00	0.00	0.00	381,665.00	82,319.00
Tacna	0.00	0.00	1,649.00	0.00	969.00	7,324.00	53.00	0.00	0.00	0.00
Tumbes	0.00	0.00	1,559.00	0.00	0.00	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ucayali	128.00	9,499.00	0.00	0.00	0.00	348.00	0.00	0.00	223,246.00	4,529.00

Fuente: Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) – MIDAGRI

Región (t)	Cacao	Alfalfa	Arveja gr. Verde	Arveja grano seco	Frijol grano seco	Haba grano seco	Pallar grano seco	frijol castilla /caupi	tarwi	Haba grano verde	Soya
<b>TOTAL</b>	<b>107,920.00</b>	<b>6,636,697.00</b>	<b>50,154.00</b>	<b>120,126.00</b>	<b>80,889.00</b>	<b>71,918.00</b>	<b>13,099.00</b>	<b>24,200.00</b>	<b>14,019.00</b>	<b>64,341.00</b>	<b>1,372.00</b>
Amazonas	4,224.00	12,260.00	196.00	1,657.00	6,065.00	121.00	0.00	0.00	75.00	751.00	525.00
Ancash	0.00	223,815.00	1,449.00	2,796.00	1,141.00	1,635.00	58.00	0.00	642.00	455.00	0.00
Apurímac	0.00	105,820.00	2,254.00	3,748.00	5,968.00	5,875.00	3.00	0.00	1,463.00	5,264.00	0.00
Arequipa	0.00	2,919,437.00	126.00	11,156.00	6,501.00	480.00	400.00	0.00	0.00	6,467.00	0.00
Ayacucho	5,544.00	212,956.00	3,973.00	3,517.00	2,129.00	6,621.00	28.00	0.00	360.00	4,071.00	0.00
Cajamarca	1,001.00	170,418.00	14,347.00	18,649.00	15,651.00	3,753.00	0.00	0.00	420.00	2,922.00	11.00
Cusco	10,788.00	142,650.00	3,934.00	2,075.00	2,244.00	18,148.00	0.00	0.00	3,048.00	4,063.00	94.00
Huancavelica	0.00	144,452.00	4,767.00	22,216.00	6,107.00	9,297.00	0.00	0.00	631.00	8,441.00	0.00
Huánuco	6,491.00	17,252.00	1,099.00	11,745.00	5,390.00	2,777.00	0.00	0.00	1,011.00	3,668.00	0.00
Ica	0.00	149,631.00	0.00	344.00	415.00	0.00	6,539.00	406.00	0.00	430.00	0.00
Junín	21,400.00	116,141.00	1,854.00	27,288.00	4,593.00	3,169.00	0.00	0.00	523.00	18,176.00	73.00
La Libertad	27.00	227,535.00	10,209.00	4,098.00	3,053.00	6,171.00	47.00	625.00	4,107.00	1,575.00	0.00
Lambayeque	37.00	84,914.00	594.00	4,121.00	1,978.00	113.00	6,024.00	1,311.00	0.00	65.00	0.00
Lima	0.00	403,244.00	5.00	3,080.00	2,577.00	125.00	0.00	3,692.00	0.00	2,222.00	0.00
Loreto	540.00	0.00	0.00	0.00	4,367.00	0.00	0.00	5,649.00	0.00	0.00	0.00
Madre de Dios	324.00	0.00	0.00	0.00	298.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Moquegua	0.00	434,524.00	0.00	68.00	72.00	214.00	0.00	0.00	0.00	357.00	0.00
Pasco	1,338.00	2,196.00	84.00	2,656.00	1,449.00	756.00	0.00	0.00	46.00	2,090.00	0.00
Piura	658.00	3,182.00	4,113.00	772.00	4,235.00	501.00	0.00	10,851.00	0.00	0.00	543.00
Puno	236.00	1,019,036.00	1,150.00	0.00	527.00	12,162.00	0.00	0.00	1,693.00	2,585.00	37.00
San Martín	45,996.00	0.00	0.00	0.00	3,896.00	0.00	0.00	1,087.00	0.00	0.00	39.00
Tacna	0.00	247,234.00	0.00	140.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	739.00	0.00
Tumbes	694.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	116.00	0.00	0.00	30.00
Ucayali	8,622.00	0.00	0.00	0.00	2,233.00	0.00	0.00	463.00	0.00	0.00	20.00

Fuente: Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) – MIDAGRI.



La ecuación 11.7 de las Directrices del IPCC de 2006 se utiliza para el cálculo del rendimiento de materia seca cosechada para cada cultivo, se requiere estimar el rendimiento fresco, el cual se calcula en función a la superficie anual cosechada y la producción anual de los principales cultivos nacionales.

**Ecuación N° 11.7. Corrección de peso en seco de los rendimientos de cosecha declarados**

$$Cultivo_T = RendimFresco_T * SECO$$

Donde:

- Cultivo<sub>(T)</sub> = rendimiento de materia seca cosechada para el cultivo T, kg m.s. ha<sup>-1</sup>
- Rendim\_Fresco<sub>(T)</sub> = rendimiento en fresco cosechado para el cultivo T, kg peso fresco ha<sup>-1</sup>
- SECO = fracción de materia seca del cultivo cosechado T, kg m.s. (kg peso fresco)<sup>-1</sup>

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Ecuación 11.7. Pág. 11.15

**e) Pérdida promedio anual de carbono del suelo para cada tipo de uso de la tierra**

Se obtuvo del estudio Superficies de permanencia y conversión del uso de pastizales (hectáreas) a partir de la matriz de uso y cambio de uso de la tierra del RAGEI del sector UTCUTS (MINAM) estimada con información espacial. Se utiliza para estimar el N mineralizado como consecuencia de la pérdida de C del suelo (F<sub>SOM</sub>), aplicando la Ecuación 11.8.

**Ecuación N° 11.8. N mineralizado en suelos minerales debido a pérdida de c del suelo por cambios en el uso o la gestión del suelo**

$$F_{SOM} = \sum_{LU} \left[ \left( \Delta C_{Minerales,LU} * \frac{1}{R} \right) * 1000 \right]$$

Donde:

- F<sub>SOM</sub> = cantidad neta anual de N mineralizado en suelos minerales debido a la pérdida de carbono del suelo por cambios en el uso o la gestión de la tierra, kg N
- ΔC<sub>Minerales, LU</sub> = pérdida promedio anual de carbono del suelo para cada tipo de uso de la tierra (LU), t C
- R = relación C: N de la materia orgánica del suelo
- LU = tipo de uso de la tierra y/o sistema de gestión

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Ecuación 11.8. Pág. 11.16

La Tabla N° 59 muestra los datos de actividad utilizados para los cálculos.

**Tabla N° 59. Pérdida promedio anual de carbono del suelo para cada tipo de uso de la tierra (LU), 2016**

LU	ΔC Minerales, LU (t C año <sup>-1</sup> )
Tierras Forestales que permanecen como Tierras Forestales	0.00
Tierras convertidas a Tierras Forestales	-34.46
Tierras de Cultivo que permanecen como Tierras de Cultivo	0.00
Tierras que se convierten a Tierras de Cultivo	1,456.69
Pastizales que permanecen como pastizales	0.00
Tierras que se convierten a Pastizales	1,034.87
Asentamientos	-34.89
Otras Tierras	-87.34

Fuente: RAGEI UTCUTS 2016 – MINAM.

**f) Cantidad anual de nitrógeno de la orina y el estiércol depositada en pasturas, prados y praderas**

El  $F_{PRP}$  se estima mediante la ecuación N° 11.5.

**Ecuación N° 11.5. N de la orina y el estiércol depositado por animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas**

$$F_{PRP} = \sum_T [(N_{(T)} * Nex_{(T)}) * MS_{T,PRP}]$$

Donde:

- $F_{PRP}$  = cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada en pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo, kg N año<sup>-1</sup>
- $N_{(T)}$  = cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del país
- $Nex_{(T)}$  = promedio anual de excreción de N por cabeza de la especie/categoría T en el país, kg N animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>
- $MS_{(T,PRP)}$  = fracción del total de la excreción anual de N de cada especie/categoría de ganado T que se deposita en pasturas, prados y praderas

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Ecuación 11.5. Pág. 11.13

La cantidad de cabezas de ganado de la especie de ganado representativo fue obtenida de estadísticas nacionales oficiales del sector Agricultura. La Tabla N° 60 presenta la población media anual de animales vivos por cada categoría de ganado representativa.

**Tabla N° 60. Población media anual de animales vivos**

Tipo de ganado	Población
Vacuno lechero	895,718.00
Otro ganado vacuno	4,639,737.00
Ovino	11,450,659.00
Caprino	1,879,713.00
Caballos	526,290.56
Asnos/Mulas	590,007.71
Porcino	904,700.42
Alpaca	4,319,229.00
Llama	1,105,017.00
Ave	49,559,797.50
Cuyes	3,584,640.10

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

El porcentaje de participación de SME según tipo de ganado han sido recopilados a través de dictamen de expertos, el mismo que se presenta en la Tabla N° 61.

**Tabla N° 61. Sistemas de Manejo de Estiércol, 2016**

Ganado	Praderas y pastizales	Distribución diaria	Almacenaje de sólidos	Quema como combustible	Parcelas secas	Estiércol de aves de corral con cama	Estiércol de aves de corral sin cama
Vacuno lechero*	79.00%	0.00%	21.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Otro ganado vacuno*	91.00%	0.00%	9.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Ovino**	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Caprino**	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Caballos**	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Asnos/Mulas**	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Porcino**	67.00%	0.00%	33.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Alpaca*	89.00%	0.00%	11.00%	24.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Llama*	89.00%	0.00%	11.00%	24.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Ave*	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	90.00%	10.00%
Cuyes**	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020) \*/ Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2018) \*\*

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2018, 2020.

### 6.2.3.3. Factores de emisión y conversión

#### A. Factores de emisión

Se aplicaron factores de emisión por defecto establecidos en las Directrices del IPCC de 2006. El detalle sobre los factores de emisión se presenta en la Tabla N° 62.

Tabla N° 62. Factores de Emisión de las emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados

Factor de Emisión	Emisión directa de N <sub>2</sub> O de suelos manejados [kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup> ]	Referencia
EF1 para aportes de N de fertilizantes minerales, abonos orgánicos y residuos agrícolas, y N mineralizado de suelos minerales a causa de pérdida de carbono del suelo.	0.010	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Cuadro 11.1
EF1FR para arrozales inundado.	0.003	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Cuadro 11.1
EF3PRP, CPP para vacunos (lecheros y no lecheros, y búfalos), aves de corral y porcinos [kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup> ].	0.020	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Cuadro 11.1
EF3PRP, SO para ovinos y «otros animales» [kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup> ].	0.010	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Cuadro 11.1

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

El primer EF (EF<sub>1</sub>) se refiere a la cantidad de N<sub>2</sub>O emitida por las distintas aplicaciones de N sintético y orgánico a los suelos, incluyendo los residuos agrícolas y la mineralización del carbono orgánico del suelo en suelos minerales debida a cambios en el uso o la gestión de la tierra. El segundo EF (EF<sub>2</sub>) se refiere a la cantidad de N<sub>2</sub>O emitida desde los suelos orgánicos de una superficie drenada/gestionada, y en el tercero (EF<sub>3PRP</sub>) se estima la cantidad de N<sub>2</sub>O emitida por el N de la orina y el estiércol depositados por los animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas.

**B. Factores de conversión**

A continuación, se muestran los factores de conversión utilizados.

**a) Concentración de Nitrógeno por tipo de fertilizante**

Para calcular el valor de  $F_{SN}$  se requiere conocer la concentración de N por tipo de fertilizante, tal como se muestra en la Tabla N° 63.

**Tabla N° 63. Concentración de Nitrógeno por tipo de fertilizante**

Tipo de Fertilizante	N en el fertilizante
Urea	46.00%
Fosfato diamónico	18.00%
Sulfato amónico	21.00%
Nitrato amónico	34.00%

Fuente: FAO (s.f.)

**b) Factores por defecto para la estimación del N agregado a los suelos a partir de Residuos Agrícolas**

En la **Tabla N° 64** y **Tabla N° 65** se presenta las variables por defecto que se utilizan para calcular la cantidad de N de residuos agrícolas y renovación de forraje/pasturas.

**Tabla N° 64. Factores por defecto para la estimación del N agregado a los suelos a partir de Residuos Agrícolas**

Cultivos	SECO	Pendiente	Intercepción	NAG	RBG-BIO	NBG
Caña para azúcar	0.900	0.300	0.000	0.015	0.540	0.012
Arroz cáscara	0.890	0.950	2.460	0.007	0.160	0.009
Banana / plátano	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Maíz a. duro	0.870	1.030	0.610	0.006	0.220	0.007
Cebolla de cabeza	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Quinoa	0.880	1.090	0.880	0.006	0.220	0.009
Alcachofa	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Algodón	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Piña	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Maíz choclo	0.870	1.030	0.610	0.006	0.220	0.007
Espárrago	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Maíz amiláceo	0.870	1.030	0.610	0.006	0.220	0.007
Tomate	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Trigo	0.890	1.510	0.520	0.006	0.240	0.009
Cebada grano	0.890	0.980	0.590	0.007	0.022	0.014
Palma aceitera	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Café pergamino	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Cacao	0.940	1.070	1.540	0.016	0.200	0.014
Arveja gr. Verde	0.900	0.360	0.680	0.010	0.190	0.010
Arveja grano seco	0.900	0.360	0.680	0.010	0.190	0.010

Cultivos	SECO	Pendiente	Intercepción	NAG	RBG-BIO	NBG
Frijol grano seco	0.900	0.360	0.680	0.010	0.190	0.010
Haba grano seco	0.900	0.360	0.680	0.010	0.190	0.010
Pallar grano seco	0.900	0.360	0.680	0.010	0.190	0.010
frijol castilla/caupi	0.900	0.360	0.680	0.010	0.190	0.010
tarwi	0.900	0.360	0.680	0.010	0.190	0.010
Haba grano verde	0.900	0.360	0.680	0.010	0.190	0.010
Soya	0.910	0.930	1.350	0.008	0.190	0.008
Papa	0.220	0.100	1.060	0.019	0.200	0.014
Yuca	0.220	0.100	1.060	0.019	0.200	0.014
Camote	0.220	0.100	1.060	0.019	0.200	0.014
Alfalfa	0.900	0.290	0.000	0.270	0.400	0.019

Fuente de información: Directrices del IPCC de 2006 - Volumen 4 - Capítulo 11 - Cuadro 11.2

**Tabla N° 65. Periodos vegetativos (años)**

Cultivos	Años	Fuente de información
Caña para azúcar	5.50	MIDAGRI - <a href="https://www.MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/ficha15-azucar.pdf">https://www.MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/ficha15-azucar.pdf</a>
Arroz cáscara	0.40	Dictamen de Expertos 2020. MIDAGRI.
Banana / plátano	3.50	MIDAGRI - <a href="http://MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/ficha16-platano.pdf">http://MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/ficha16-platano.pdf</a>
Maíz a. duro	0.42	MIDAGRI <a href="https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419902/ficha-tecnica-09-cultivo-mad.pdf">https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419902/ficha-tecnica-09-cultivo-mad.pdf</a>
Cebolla de cabeza	0.33	MIDAGRI <a href="https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419898/ficha-tecnica-05-cultivo-cebolla.pdf">https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419898/ficha-tecnica-05-cultivo-cebolla.pdf</a>
Quinua	0.50	MIDAGRI <a href="https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419903/ficha-tecnica-10-cultivo-quinua.pdf">https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419903/ficha-tecnica-10-cultivo-quinua.pdf</a>
Alcachofa	0.63	MIDAGRI <a href="https://repositorio.MIDAGRI.gob.pe/bitstream/MIDAGRI/472/1/INIA-Cultivo_Alcachofa.pdf">https://repositorio.MIDAGRI.gob.pe/bitstream/MIDAGRI/472/1/INIA-Cultivo_Alcachofa.pdf</a>
Algodón	0.44	MIDAGRI <a href="https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419896/ficha-tecnica-03-cultivo-algodon.pdf">https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419896/ficha-tecnica-03-cultivo-algodon.pdf</a>
Piña	1.00	Correo Electrónico 14 de Agosto del 2020. Dirección Estadística Agraria - MIDAGRI.
Maíz choclo	0.50	MIDAGRI <a href="https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419901/ficha-tecnica-08-cultivo-choclo.pdf">https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419901/ficha-tecnica-08-cultivo-choclo.pdf</a>
Espárrago	9.00	MIDAGRI - <a href="http://MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/ficha18-esparrago.pdf">http://MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/ficha18-esparrago.pdf</a>
Maíz amiláceo	0.67	MIDAGRI <a href="https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419900/ficha-tecnica-07-cultivo-amilaceo.pdf">https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419900/ficha-tecnica-07-cultivo-amilaceo.pdf</a>
Tomate	0.39	MIDAGRI - <a href="https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/ficha%20tecnica%20tomate.pdf">https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/ficha%20tecnica%20tomate.pdf</a>

Cultivos	Años	Fuente de información
Trigo	0.47	MIDAGRI - <a href="https://www.MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/ficha04-trigo.pdf">https://www.MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/ficha04-trigo.pdf</a>
Cebada grano	0.40	MIDAGRI <a href="http://repositorio.MIDAGRI.gob.pe/bitstream/MIDAGRI/292/1/ficha%20tecnica%20cebada.pdf">http://repositorio.MIDAGRI.gob.pe/bitstream/MIDAGRI/292/1/ficha%20tecnica%20cebada.pdf</a>
Palma aceitera	25.00	MIDAGRI <a href="https://www.MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/Cartilla-de-difusion-Palma.pdf">https://www.MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/Cartilla-de-difusion-Palma.pdf</a>
Café pergamino	30.00	Benito, J. 2009. Manejo Integral Del cultivo de café. MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO. INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA -INIA. Lima, Perú. Serie Folleto N° 5 -09.
Cacao	50.00	Benito, J. 2009. Manejo Integral Del cultivo de cacao. MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO. INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA -INIA. Lima, Perú. Serie Folleto N° 4 -09.
Arveja gr. Verde	0.46	MIDAGRI <a href="http://MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/ARVEJA_VERDE.pdf">http://MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/ARVEJA_VERDE.pdf</a>
Arveja grano seco	0.46	MIDAGRI <a href="http://MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/ARVEJA.pdf">http://MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/ARVEJA.pdf</a>
Frijol grano seco	0.58	MIDAGRI <a href="https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419899/ficha-tecnica-06-cultivo-frijol.pdf">https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419899/ficha-tecnica-06-cultivo-frijol.pdf</a>
Haba grano seco	0.46	MIDAGRI <a href="http://MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/HABA.pdf">http://MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/HABA.pdf</a>
Pallar grano seco	0.38	MIDAGRI <a href="http://MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/PALLAR.pdf">http://MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/PALLAR.pdf</a>
frijol castilla /caupi	0.25	MIDAGRI <a href="http://MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/FRIJOL_CASTILLA.pdf">http://MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/FRIJOL_CASTILLA.pdf</a>
tarwi	0.71	MIDAGRI <a href="http://MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/TARWI.pdf">http://MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/TARWI.pdf</a>
Haba grano verde	0.30	MIDAGRI <a href="http://MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/HABA.pdf">http://MIDAGRI.gob.pe/portal/download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasdecultivosemergentes/HABA.pdf</a>
Soya	0.50	Correo Electrónico 14 de Agosto del 2020. Dirección Estadística Agraria - MIDAGRI.
Papa	0.41	MIDAGRI <a href="https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419894/ficha-tecnica-01-cultivo-de-la-papa.pdf">https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419894/ficha-tecnica-01-cultivo-de-la-papa.pdf</a>
Yuca	0.58	Correo Electrónico 14 de Agosto del 2020. Dirección Estadística Agraria - MIDAGRI.
Camote	0.42	MIDAGRI <a href="https://repositorio.MIDAGRI.gob.pe/bitstream/MIDAGRI/291/1/ficha%20tecnica%20camote.pdf">https://repositorio.MIDAGRI.gob.pe/bitstream/MIDAGRI/291/1/ficha%20tecnica%20camote.pdf</a>
Alfalfa	6.00	GOBIERNO REGIONAL LA LIBERTAD - GERENCIA REGIONAL DE AGRICULTURA <a href="http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Cultivo-alfalfa.pdf">http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Cultivo-alfalfa.pdf</a>

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

**c) Tasas anuales promedio de excreción de nitrógeno,  $N_{ex(T)}$**

Las tasas de excreción de N por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 se aplican a subcategorías de ganado de diversas edades y etapas de crecimiento empleando el promedio típico de masa animal (TAM) para cada especie de ganado, y se calcula con la ecuación N° 10.30.

**Ecuación N° 10.30. Tasas de excreción anual de N**

$$N_{ex_T} = N_{\text{índice}(T)} * \frac{TAM}{1000} * 365$$

Donde:

- $N_{ex(T)}$  = excreción anual de N para la categoría de ganado T, kg N animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>
- $N_{\text{índice}(T)}$  = tasa de excreción de N por defecto, kg N (1000 kg masa animal)<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> (véase el Cuadro 10.19 del volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006)
- $TAM_{(T)}$  = masa animal típica para la categoría de ganado T, kg animal<sup>-1</sup>

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.30. Pág. 10.57

Los valores de la masa típica (TAM) específicos del país y por defecto se presentan en la Tabla N° 66.

**Tabla N° 66. Masa Animal Típica (kg/animal) o Peso Vivo**

Tipo de ganado	TAM (kg/animal)	Fuente de información
Vacuno lechero	520.00	Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020)
Otro ganado vacuno	306.21	Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020)
Ovino	25.61	Grupo Técnico de Trabajo INFOCARBONO
Caprino	30.00	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Anexo 10A.2-Tabla 10A-9
Caballos	238.00	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Anexo 10A.2-Tabla 10A-9
Asnos/Mulas	130.00	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Anexo 10A.2-Tabla 10A-9
Porcino	28.00	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Anexo 10A.2-Tabla 10A-99
Alpaca	52.00	Grupo Técnico de Trabajo INFOCARBONO
Llama	100.1	Grupo Técnico de Trabajo INFOCARBONO
Ave	3.92	Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020)
Cuyes	0.69	FAO-Zaldivar (1997)
Conejos	1.60	Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020)

Fuente: DGAAA-MIINAGRI, 2020.

Las Directrices del IPCC de 2006 no proporcionan tasas de excreción de nitrógeno por defecto para llamas, alpacas y cuyes. Por ello, se utiliza la fórmula de Caracterización de ganado sin métodos de estimación de emisiones específicas para estimarlos (Ecuación S/N. Capítulo 10. Pág. 10.25. Directrices del IPCC de 2006). En ese sentido, se estimaron tasas aproximadas de excreción de N del manejo de estiércol para camélidos (llamas, alpacas) y cuyes a partir de las tasas de excreción de N por defecto que proporcionan las Directrices del IPCC de 2006 de las ovejas y los conejos, respectivamente.

La Tabla N° 67 presenta los valores de  $N_{ex}$  y  $N_{\text{índice}}$  por tipo de ganado

Tabla N° 67. Tasas de Excreción Anual de Nitrógeno por defecto [(1000 kg animal)<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>]

Ganado	Níndice(T)	Nex(T)	Fuente de información
Vacuno lechero	0.48	91.10	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.23
Otro ganado vacuno	0.36	40.24	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.23
Ovino	1.17	10.94	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.23
Caprino	1.37	15.00	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.23
Caballos	0.46	39.96	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.23
Asnos/Mulas	0.46	21.83	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.23
Porcino	1.64	16.76	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.23
Alpaca	1.99	37.77	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Página 10.25
Llama	3.25	118.83	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Página 10.25
Ave	0.82	1.17	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Cuadro 10.23
Cuyes	4.32	1.09	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Página 10.25

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

Para expresar las emisiones de óxido nitroso en CO<sub>2</sub>eq se utilizó el Potencial de Calentamiento Global (PCG) proporcionado por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación basados en los efectos de los GEI en un horizonte temporal de 100 años. El valor utilizado se presenta en la Tabla N° 68.

Tabla N° 68. PCG utilizado para el óxido nitroso

Gas	PCG en un horizonte temporal de 100 años
Óxido nitroso	310

Fuente: Segundo Reporte de Evaluación AR2 IPCC 1995, Tabla 4 Pág. 22.

#### 6.2.3.4. Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de los datos de actividad de la subcategoría de Emisiones Directas de N<sub>2</sub>O provenientes de suelos gestionados estuvo basada en dictamen de expertos. Mientras que para la incertidumbre de los factores de emisión, se utilizaron los valores por defecto de las Directrices del IPCC del 2006.

Los valores de incertidumbre combinada para óxido nitroso son descritos en la **Tabla N° 74**. El único valor resultante para la incertidumbre combinada fue del 77.63%.



**Tabla N° 69. Incertidumbre de las emisiones de óxido nitroso provenientes de las Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados**

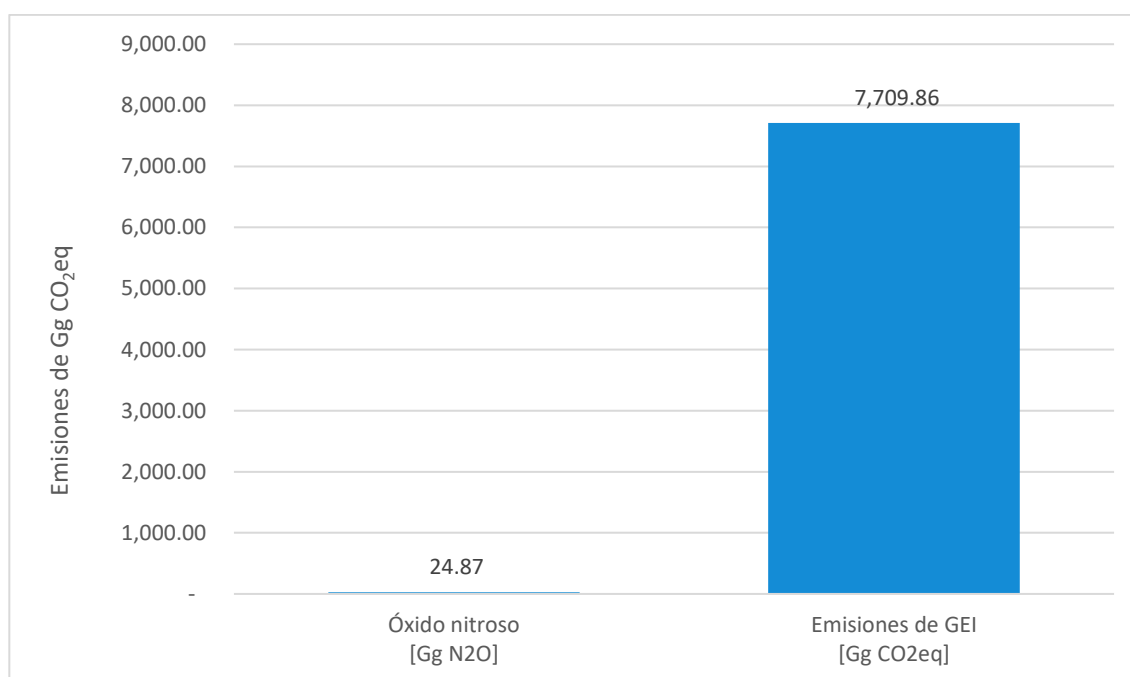
Código de la categoría IPCC	Fuente	Gas	Estimaciones de GEI año t	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada
			Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2+F^2}$
			Gg CO <sub>2</sub> eq	%	%	%
3C4	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	7.709,86	16,85	75,78	77,63

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

**6.2.3.5. Análisis de resultados**

En el año 2016, las emisiones directas de óxido nitroso generadas por suelos gestionados fueron de 24.87 Gg de CH<sub>4</sub> que equivalen a 7,709.86 Gg CO<sub>2</sub>eq (Figura N° 22), que representa el 29.76% de las emisiones del sector.

**Figura N° 22. Emisiones directas de óxido nitroso generadas por suelos gestionados, 2016**

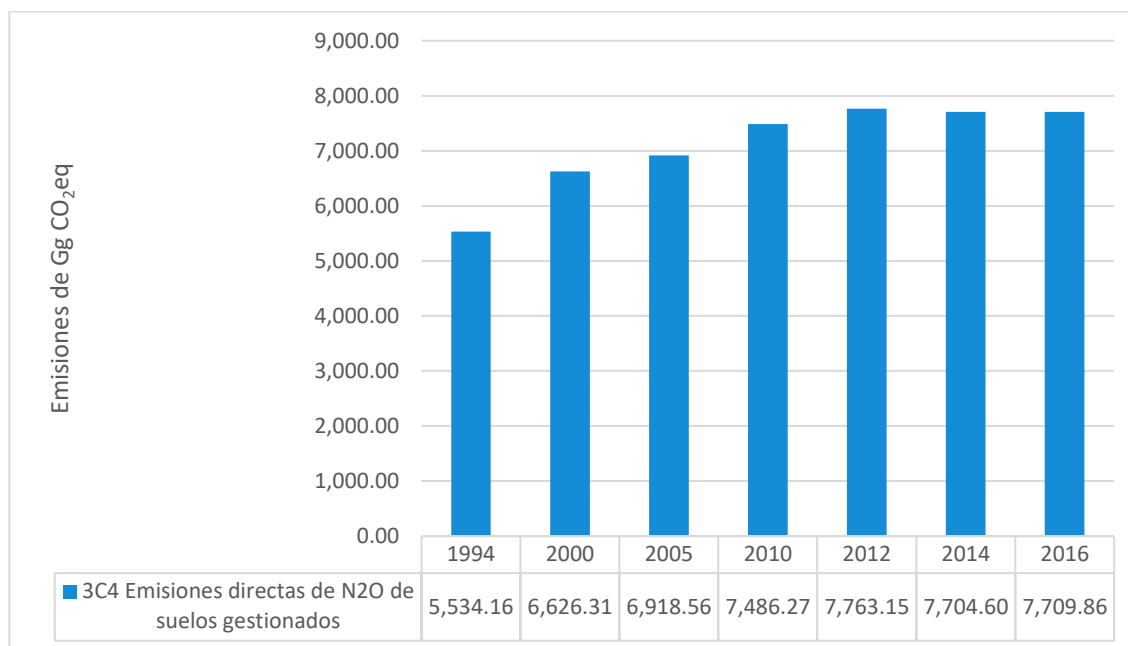


Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

**6.2.3.6. Actualización de la serie temporal**

El RAGEI 2016 presenta una serie temporal de las emisiones de GEI desde el año 1994 al 2016, estimadas con la misma metodología y fuentes de información, tal como se muestra en la Figura N° 23.

**Figura N° 23. Serie temporal de emisiones de GEI de la categoría emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados**



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

De la figura anterior, se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 1.49% respecto al año 2014 y se incrementaron en un 40.39% respecto al año 1994.

#### 6.2.4. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados (3C5)

##### 6.2.4.1. Método de cálculo

Según las Directrices del IPCC de 2006, la metodología de cálculo establece tres niveles de cálculo para esta subcategoría, cuyas características se describen a continuación:

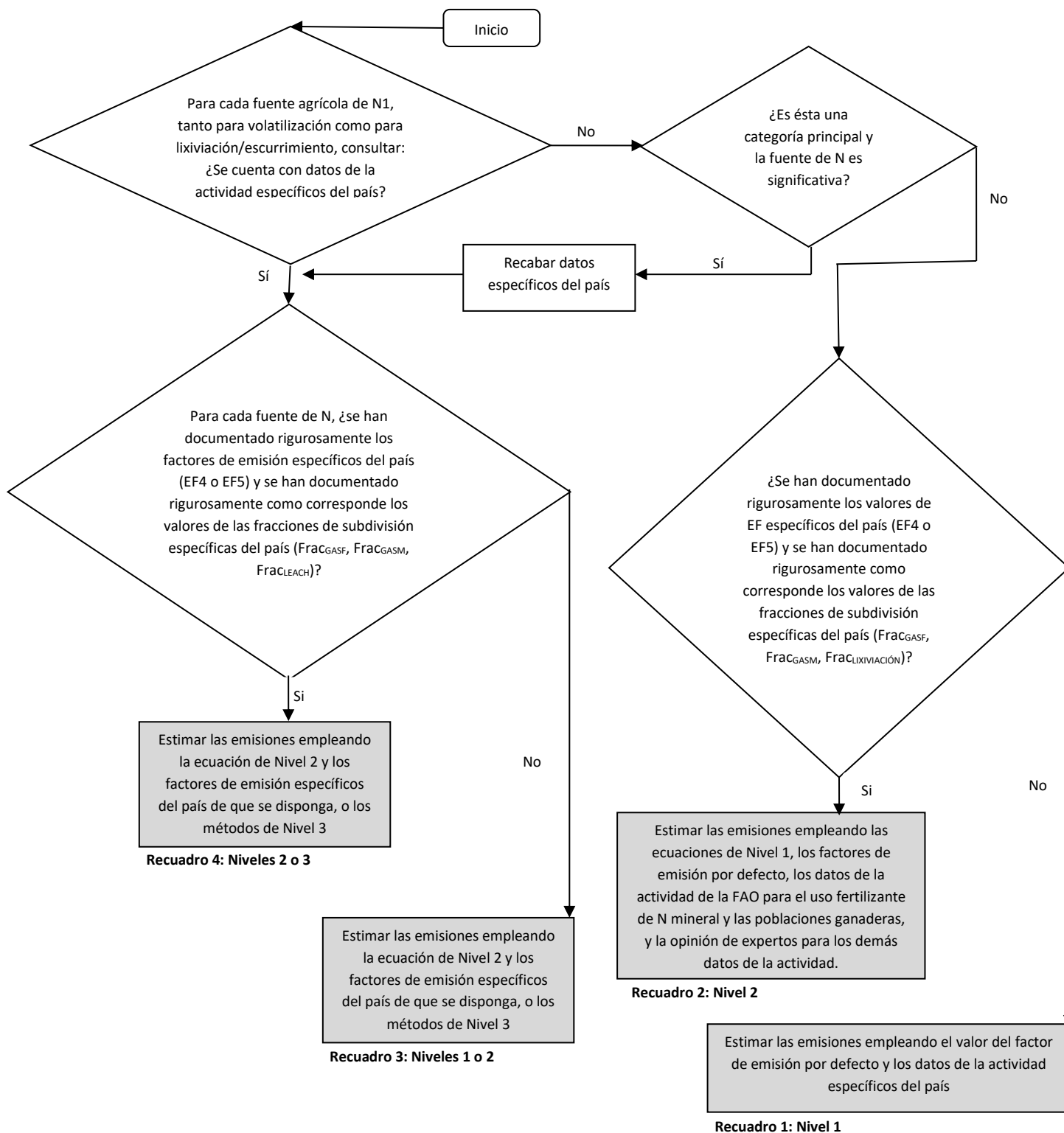
Nivel 1: Estima las emisiones empleando datos de actividad específicos del país y factores de emisión y de subdivisión por defecto, o una mezcla de factores de emisión y subdivisión específicos del país o por defecto.

Nivel 2: Estima las emisiones empleando una mezcla de datos de actividad específicos del país y disponibles de otras fuentes de emisión y de subdivisión específicos del país.

Nivel 3: Estima las emisiones aplicando modelos o mediciones.

La Figura N° 24 presenta el árbol de decisiones de las Directrices del IPCC de 2006 para estimar las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O procedentes de la gestión de los suelos.

Figura N° 24. Árbol de decisión de emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados



Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Pág. 11.20

Para el análisis del árbol de decisiones se considera lo siguiente:

- No se dispone de información suficiente para utilizar el método de Nivel 2.
- Las emisiones de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados es una categoría principal, sin embargo, por falta de información se decidió estimar las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados usando el método de Nivel 1.

Las ecuaciones aplicadas se muestran a continuación:

**Ecuación N° 11.9. N<sub>2</sub>O producido por deposición atmosférica de n volatilizado de suelos gestionados**

$$N_2O_{(ATD)} - N = [(F_{SN} * Frac_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{PRP}) * Frac_{GASM})] * EF_4$$

Donde:

N <sub>2</sub> O <sub>(ATD)</sub> -N	=	cantidad anual de N <sub>2</sub> O-N producida por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados, kg N <sub>2</sub> O-N año <sup>-1</sup>
F <sub>SN</sub>	=	cantidad anual de N de fertilizante sintético aplicado a los suelos, kg N año <sup>-1</sup>
Frac <sub>GASF</sub>	=	fracción de N de fertilizantes sintéticos que se volatiliza como NH <sub>3</sub> y NO <sub>x</sub> , kg N volatilizado (kg de N aplicado) <sup>-1</sup>
F <sub>ON</sub>	=	cantidad anual de estiércol animal gestionado, <i>compost</i> , lodos cloacales y otros agregados de N orgánico, aplicado a los suelos, kg N año <sup>-1</sup>
F <sub>PRP</sub>	=	cantidad anual de N de la orina
Frac <sub>GASM</sub>	=	fracción de materiales fertilizantes de N orgánico (F <sub>ON</sub> ) y de N de orina y estiércol depositada por animales de pastoreo (F <sub>PRP</sub> ) que se volatiliza como NH <sub>3</sub> y NO <sub>x</sub> , kg N volatilizado (kg de N aplicado o depositado) <sup>-1</sup>
EF <sub>4</sub>	=	factor de emisión correspondiente a las emisiones de N <sub>2</sub> O de la deposición atmosférica de N en los suelos y en las superficies del agua [kg N-N <sub>2</sub> O (kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N volatilizado) <sup>-1</sup> ] (

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Ecuación 11.9. Pág. 11.21

**Ecuación N° 11.10. N<sub>2</sub>O producido por deposición atmosférica de n volatilizado de suelos gestionados**

$$N_2O_{(L)} - N = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) * Frac_{LIXIVIACIÓN-(H)} * EF_5$$

Donde:

N <sub>2</sub> O <sub>(L)</sub> -N	=	cantidad anual de N <sub>2</sub> O-N producida por lixiviación y escurrimiento de agregados de N a suelos gestionados en regiones donde se producen estos fenómenos, kg N <sub>2</sub> O-N año <sup>-1</sup>
F <sub>SN</sub>	=	cantidad anual de N de fertilizantes sintéticos aplicada a los suelos en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, kg N año <sup>-1</sup>
F <sub>ON</sub>	=	cantidad anual de estiércol animal gestionado, <i>compost</i> , lodos cloacales y otros agregados de N orgánico, aplicado a los suelos en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, kg N año <sup>-1</sup>
F <sub>PRP</sub>	=	cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por los animales en pastoreo en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, kg N año <sup>-1</sup>
F <sub>CR</sub>	=	cantidad de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y de la renovación de

		forraje/pastura, devuelta a los suelos anualmente en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, $\text{kg N año}^{-1}$
$F_{\text{SOM}}$	=	cantidad anual de N mineralizado en suelos minerales relacionada con la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo, como resultado de cambios en el uso o la gestión de la tierra en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, $\text{kg N año}^{-1}$
$\text{Fra}_{\text{LIXIVIACIÓN-(H)}}$		fracción de todo el N agregado a/mineralizado en suelos gestionados en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, $\text{kg N (kg de agregados de N)}^{-1}$
$\text{EF}_5$	=	factor de emisión para emisiones de $\text{N}_2\text{O}$ por lixiviación y escurrimiento de N, $\text{kg N}_2\text{O-N (kg N por lixiviación y escurrido)}^{-1}$

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Ecuación 11.10. Pág. 11.21

#### 6.2.4.2. Datos de actividad

La Tabla N° 70 presenta la información utilizada para estimar las emisiones indirectas de  $\text{N}_2\text{O}$  provenientes de suelos gestionados.

Tabla N° 70. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O provenientes de suelos gestionados

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
3C4	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	Cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizantes sintético	Cantidad Anual de Importaciones de Principales Fertilizantes Nitrogenados	toneladas	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Anuarios Estadísticos de Insumos y Servicios Agropecuarios.	Se utiliza para determinar el contenido de N en los fertilizantes	N <sub>2</sub> O
		Cantidad anual de N en residuos agrícolas	Superficie Anual de principales cultivos por región	hectáreas	Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) - MIDAGRI	Se utiliza para determinar de N de residuos agrícolas	
			Producción Anual de principales cultivos por región (toneladas)	toneladas			
			Total de superficie anual quemada del cultivo T	ha			
		N mineralizado/inmovilizado asociado a cambios en materia orgánica del suelo debido a cambios en el uso de la tierra	Pérdida promedio anual de carbono del suelo por tipo de uso de la tierra	toneladas	RAGEI UTCUTS - Pérdida promedio anual de carbono del suelo para cada tipo de uso de la tierra (LU) a partir de la matriz de uso y cambio de uso de la tierra	Se utilizan para el cálculo de la cantidad neta anual de N mineralizado en suelos minerales debido a la pérdida de carbono del suelo por cambios de uso de tierras	
		Superficie de suelos orgánicos	NE	NE	NE	Se utiliza para determinar la superficie total anual de suelos orgánicos / drenados gestionados	
Cantidad anual de N por deposición de heces y orina de animales en suelos bajo pastoreo	Población Anual de animales vivos por región	cabezas	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI	Se utiliza para determinar la cantidad anual de N de estiércol animal aplicada a los suelos y la cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada en			

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
					Propuesta de cálculo para la población de equinos y burros, burras, mulas y cuyes y la superficie de pastos naturales. Orden de servicio N° 2016- 1187. Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios. MIDAGRI.	pasturas, prados y praderas por animales en pastoreo	
			Población Anual de vacas en ordeño por región	cabezas	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI		
			Sistemas de Manejo de Estiércol del ganado por especie		Dictamen de expertos MIDAGRI (2020) Dictamen de expertos MIDAGRI (2018)	Se utiliza para determinar cantidad de nitrógeno de estiércol gestionado disponible para su aplicación en suelos gestionados por sistema de manejo de estiércol	

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

Para las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de los diferentes agregados de N a los suelos gestionados, es necesario estimar los parámetros F<sub>SN</sub>, F<sub>ON</sub>, F<sub>PRP</sub>, F<sub>CR</sub> y F<sub>SOM</sub>.

**a) Fertilizante sintético aplicado (F<sub>SN</sub>)**

Se refiere a la cantidad anual de N de fertilizante sintético aplicado a los suelos.

**b) Fertilizantes de N orgánico aplicados (F<sub>ON</sub>)**

Se refiere a la cantidad de fertilizantes de N orgánico que se aplica intencionalmente a los suelos.

**c) Orina y estiércol de animales de pastoreo (F<sub>PRP</sub>)**

Se refiere a la cantidad de N depositado en el suelo por animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas.

**d) N de residuos agrícolas, incluyendo el N de cultivos fijadores de N y renovación de forraje/pasturas, devuelto a los suelos (F<sub>CR</sub>)**

Se refiere a la cantidad de N contenida en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo cultivos fijadores de N, que se devuelve a los suelos anualmente. También incluye el N de forrajes fijadores y no fijadores de N que se mineraliza durante la renovación del forraje o las pasturas.

**e) N mineralizado resultante de la pérdida de existencias de C orgánico del suelo en suelos minerales (F<sub>SOM</sub>)**

Se refiere a la cantidad de N mineralizado de la pérdida de C orgánico del suelo en suelos minerales por cambios en el uso de la tierra o prácticas de gestión.

Al requerir los mismos datos de actividad que la categoría emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados, la información utilizada ha sido detallada en la sección de datos de la actividad respecto a las emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados (sección 6.2.3.2).

### 6.2.4.3. Factores de emisión y conversión

#### A. Factores de emisión

Se aplicaron factores de emisión por defecto establecidos en las Directrices del IPCC de 2006. El detalle sobre los factores de emisión se presenta en la Tabla N° 71.

**Tabla N° 71. Factores de Emisión de las emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados**

Factor de Emisión	Emisión indirecta de N <sub>2</sub> O de suelos manejados [kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup> ]	Fuente de información
EF4 (volatilización y re-deposición de N), kg N <sub>2</sub> O-N (kg NH <sub>3</sub> -N + NOX-N volatilizado) <sup>-1</sup>	0.010	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11 - Cuadro 11.3
EF5 [lixiviación/escurrimiento], kg N <sub>2</sub> O-N (kg N lixiviación/escurrimiento) <sup>-1</sup>	0.011	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*.



Factor de Emisión	Emisión indirecta de N <sub>2</sub> O de suelos manejados [kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup> ]	Fuente de información
		Volumen 4. Capítulo 11. Cuadro 11.3
Fra <sub>CGASF</sub> [Volatilización de fertilizante sintético], (kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N) (kg N aplicado) <sup>-1</sup>	0.110	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*. Volumen 4. Capítulo 11. Cuadro 11.3
Fra <sub>CGASM</sub> [Volatilización de todos los fertilizantes de N orgánicos aplicados, y de estiércol y orina depositados por animales en pastoreo], (kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N) (kg N aplicado o depositado) <sup>-1</sup>	0.210	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*. Volumen 4. Capítulo 11. Cuadro 11.3
Fra <sub>CLEACH-(H)</sub> [N losses by leaching/runoff in wet climates], kg N (kg N additions or deposition by grazing animals) <sup>-1</sup>	0.240	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*. Volumen 4. Capítulo 11. Cuadro 11.3

\*Se emplearon factores de las Directrices de 2006 refinadas de 2019, por considerarse más actualizadas y adecuados a las circunstancias de Perú.

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

### B. Factores de conversión

A continuación, se muestran los factores de conversión utilizados.

Para expresar las emisiones de óxido nitroso en CO<sub>2</sub>eq se utilizó el Potencial de Calentamiento Global (PCG) proporcionado por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación de 1995, basados en los efectos de los GEI en un horizonte temporal de 100 años. El valor utilizado se presenta en la Tabla N° 72.

Tabla N° 72. PCG utilizado para el óxido nitroso

Gas	PCG en un horizonte temporal de 100 años
Óxido nitroso	310

Fuente: Segundo Reporte de Evaluación AR2 IPCC 1995, Tabla 4 Pág. 22.

#### 6.2.4.4. Análisis de Incertidumbre

La incertidumbre de los datos de actividad de la subcategoría de Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O provenientes de suelos gestionados estuvo basada en dictamen de expertos. Mientras que para la incertidumbre de los factores de emisión, se utilizaron los valores por defecto de las Directrices del IPCC del 2006.

Los valores de incertidumbre combinada para óxido nitroso son descritos en la **Tabla N° 78**. El único valor resultante para la incertidumbre combinada fue del 152,46%.

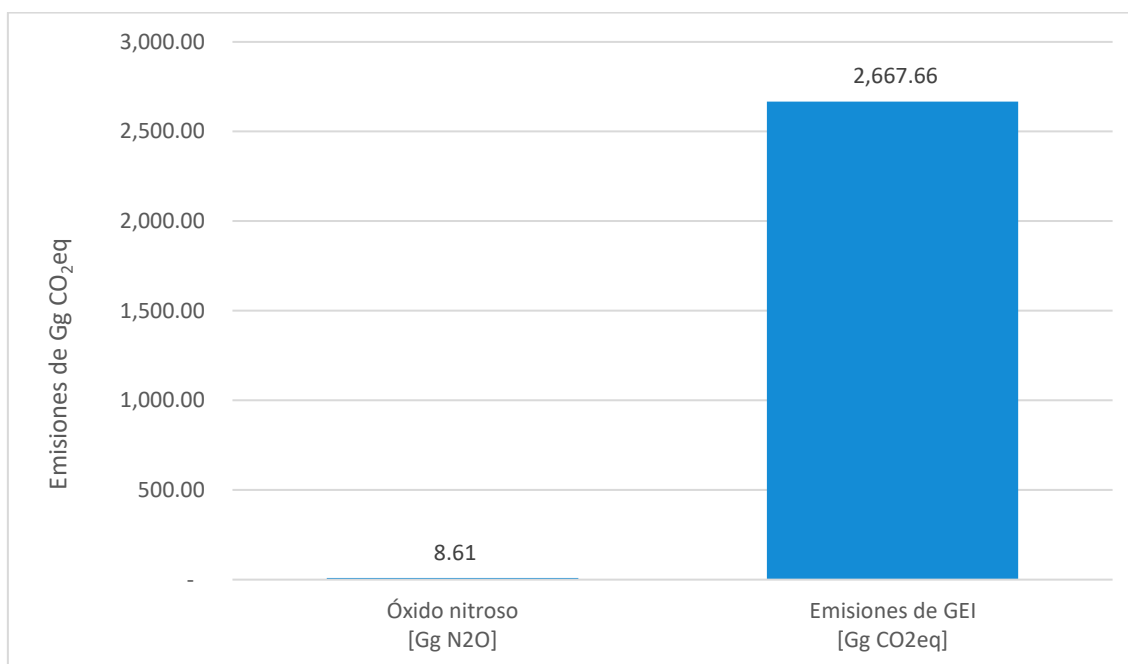
**Tabla N° 73. Incertidumbre de las emisiones de óxido nitroso provenientes de las Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados**

Código de la categoría a IPCC	Fuente	Gas	Estimaciones de GEI año t	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada
			Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{(E^2+F^2)}$
			Gg CO <sub>2</sub> eq	%	%	%
3C5	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	2.667,66	16,85	151,52	152,46

**6.2.4.5. Análisis de resultados**

En el año 2016, las emisiones indirectas de óxido nitroso generadas por suelos gestionados fueron de 8.61 Gg de CH<sub>4</sub> que equivalen a 2,667.66 GgCO<sub>2</sub>eq (Figura N° 25), que representa el 10.30% de las emisiones del sector.

**Figura N° 25. Emisiones indirectas de óxido nitroso generadas por suelos gestionados, 2016**

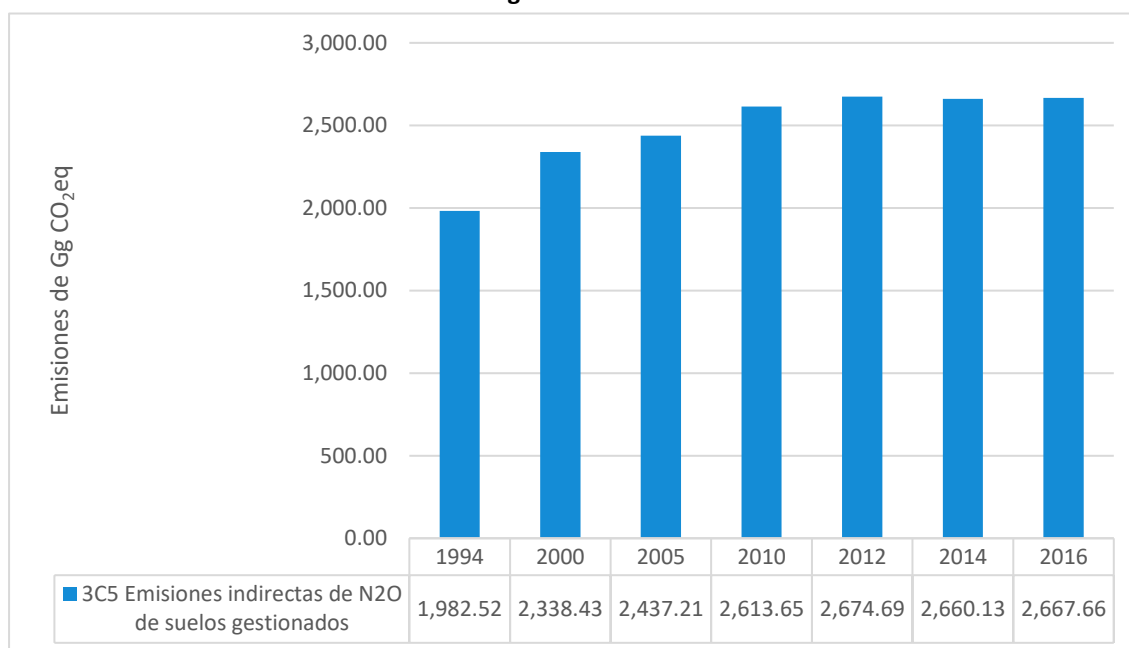


Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

**6.2.4.6. Actualización de la serie temporal**

El RAGEI 2016 presenta una serie temporal de las emisiones de GEI desde el año 1994 al 2016, estimadas con la misma metodología y fuentes de información, tal como se muestra en la Figura N° 26.

**Figura N° 26. Serie temporal de emisiones de GEI de la categoría emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados**



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

De la figura anterior, se aprecia que las emisiones del año 2016 disminuyeron en un 1.21% respecto al año 2014 y se incrementaron en un 33.01% respecto al año 1994.

### 6.2.5. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O por manejo de estiércol (3C6)

#### 6.2.5.1. Método de cálculo

Según las Directrices del IPCC de 2006, la metodología de cálculo establece tres niveles de cálculo para esta subcategoría, cuyas características se describen a continuación:

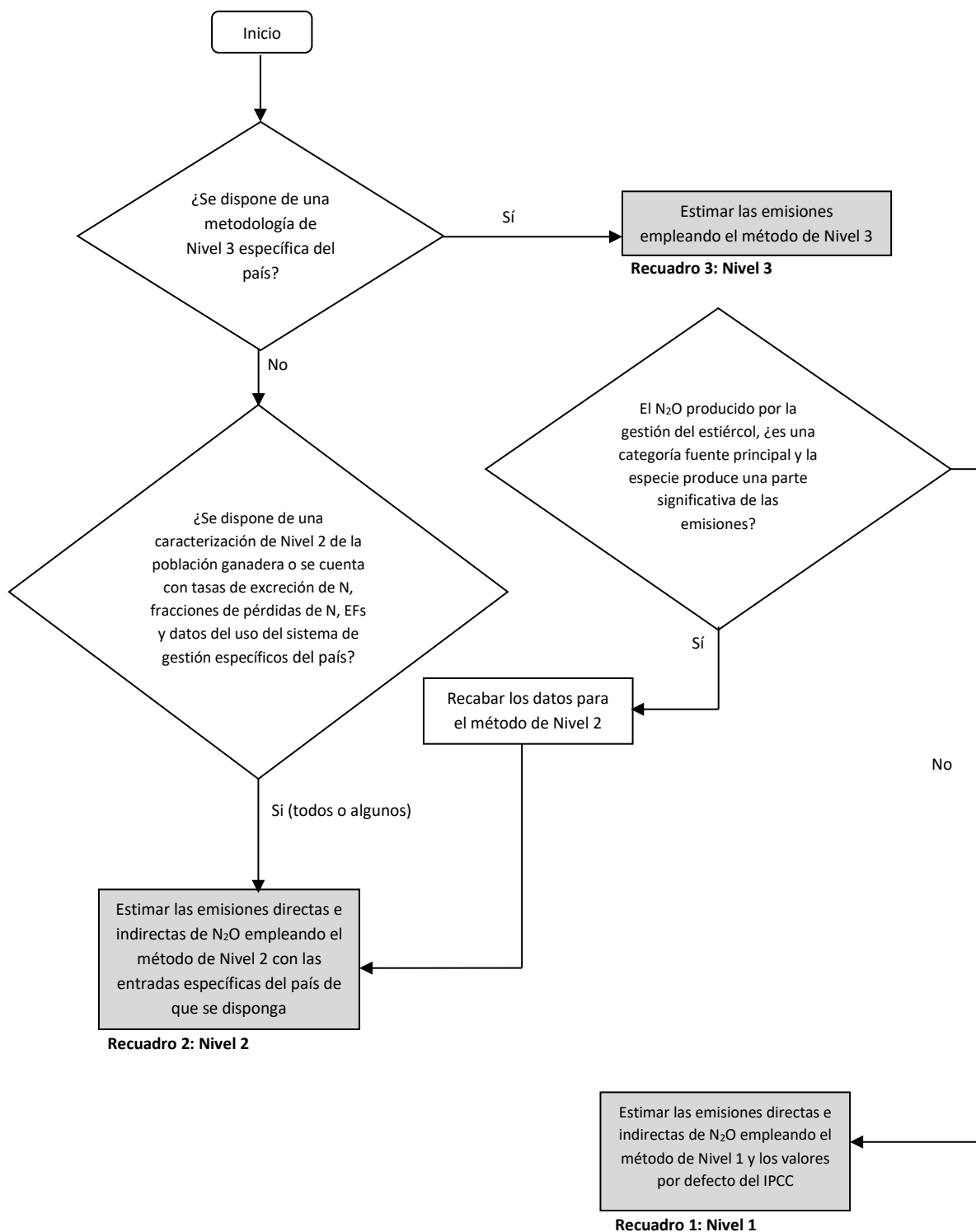
**Nivel 1:** Estima las emisiones empleando la cantidad total de excreción de N (de todas las especies/categorías de ganado) en cada tipo de sistema de gestión del estiércol y un factor de emisión para ese tipo de sistema de gestión del estiércol. Para este nivel, se aplica los factores de emisión de N<sub>2</sub>O por defecto del IPCC, los datos de excreción de nitrógeno por defecto, y los datos de los sistemas de gestión del estiércol por defecto.

**Nivel 2:** Estima las emisiones empleando datos específicos del país para algunas o todas estas variables indicadas en el nivel 1.

**Nivel 3:** Estima las emisiones aplicando procedimientos de estimación alternativos basados en una metodología específica del país.

La Figura N° 27 muestra el árbol de decisiones de las Directrices del IPCC de 2006, para estimar las emisiones indirectas de óxido nitroso procedentes de los sistemas de manejo del estiércol.

Figura N° 27. Árbol de decisión de emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O por manejo de estiércol



Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Pág. 10.55

Para el análisis del árbol de decisiones se considera lo siguiente:

- No se dispone de datos específico del país.
- No es una categoría principal por lo cual se emplea un método de cálculo Nivel 1.

A fin de mantener la consistencia con los datos y factores utilizados con la categoría 3A y esta subcategoría, se utiliza la misma caracterización de ganado aplicada a toda la categoría 3A, considerando un factor de emisión basado en la distribución del ganado en cada una de las regiones climáticas.

La ecuación aplicada para estimar las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O procedentes de la gestión del estiércol es la N° 10.28:

**Ecuación N° 10.28. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O debidas a la volatilización de N de la gestión del estiércol**

$$N_2O_{G(mm)} = (N_{volatilización-MMS} * EF_4) * \frac{44}{28}$$

Donde:

$N_2O_{G(mm)}$  = emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O debidas a la volatilización de N de la gestión del estiércol del país, kg N<sub>2</sub>O año<sup>-1</sup>

$EF_4$  = factor de emisión para emisiones de N<sub>2</sub>O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua, kg N<sub>2</sub>O-N (kg NH<sub>3</sub>-N + NO<sub>x</sub>-N volatilizado)<sup>-1</sup>; el valor por defecto es 0,01 kg N<sub>2</sub>O-N (kg NH<sub>3</sub>-N + NO<sub>x</sub>-N volatilizado)<sup>-1</sup>

44/28 = conversión de emisiones de (N<sub>2</sub>O-N)<sub>(mm)</sub> a emisiones de N<sub>2</sub>O<sub>(mm)</sub>

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 10. Ecuación 10.28. Pág. 10.56

#### 6.2.5.2. Datos de actividad

La Tabla N° 74 presenta los datos de actividad para estimar las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O provenientes del manejo de estiércol.

Tabla N° 74. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O provenientes del manejo de estiércol

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
3A2	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O por manejo de estiércol	Población media anual de animales vivos	Población Anual de animales vivos por región	cabezas	Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI	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.	N <sub>2</sub> O
			Población Anual de vacas en ordeño por región	cabezas	Propuesta de cálculo para la población de equinos y burros, burras, mulas y cuyes y la superficie de pastos naturales. Orden de servicio N° 2016-1187. Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios. MIDAGRI.		
		Sistemas de Manejo de Estiércol del ganado	Sistemas de Manejo de Estiércol del ganado especie	%	Dictamen de Expertos 2020. MIDAGRI		

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

La información utilizada se detalla a continuación:

**a) Población media anual de animales vivos**

De acuerdo con las Directrices del IPCC de 2006, en lo posible se utilizaron datos de la población obtenidos de estadísticas nacionales oficiales del sector Agricultura. Para las especies caballos, asnos/mulas y cuyes, se utilizó una proyección calculada por el MIDAGRI en base a datos de los censos de 1994 y 2012. La población media anual de animales vivos se presenta en la Tabla N° 75.

**Tabla N° 75. Cantidad de existencias de ganado por categorías representativas**

Tipo de ganado	Población
Vacuno lechero	895,718.00
Otro ganado vacuno	4,639,737.00
Ovinos	11,450,659.00
Caprinos	1,879,713.00
Caballos	526,290.56
Asnos/Mulas	590,007.71
Porcinos	904,700.42
Alpacas	4,319,229.00
Llamas	1,105,017.00
Aves	49,559,797.50
Cuyes	3,584,640.10

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

**b) Sistemas de Manejo de Estiércol**

Por dictamen de expertos, se ha recabado cuál es la porción de estiércol que se gestiona en cada sistema de gestión del estiércol para cada una de las categorías de ganado representativas, la cual es definida como la fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada especie/categoría de ganado (T) que se gestiona en el sistema de gestión del estiércol (S) en el país ( $MS_{(T,S)}$ ).

La Tabla N° 76 presenta el porcentaje de participación de SME según tipo de ganado.

**Tabla N° 76. Sistemas de Manejo de Estiércol, 2016**

Ganado	Praderas y pastizales	Distribución diaria	Almacenaje de sólidos	Quema como combustible	Parcelas secas	Estiércol de aves de corral con cama	Estiércol de aves de corral sin cama
Vacuno lechero*	79.00%	0.00%	21.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Otro ganado vacuno*	91.00%	0.00%	9.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Ovino**	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Caprino**	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Caballos**	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Asnos/Mulas**	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Porcino**	67.00%	0.00%	33.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Alpaca*	89.00%	0.00%	11.00%	24.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Ganado	Praderas y pastizales	Distribución diaria	Almacenaje de sólidos	Quema como combustible	Parcelas secas	Estiércol de aves de corral con cama	Estiércol de aves de corral sin cama
Llama*	89.00%	0.00%	11.00%	24.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Ave*	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	90.00%	10.00%
Cuyes**	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2020) \*

Dictamen de Expertos (MIDAGRI 2018) \*\*

Fuente: Elaboración propia (DGAAA-MIDAGRI)

### 6.2.5.3. Factores de emisión y conversión

#### A. Factores de emisión

Se aplicaron factores de emisión por defecto establecidos en las Directrices del IPCC de 2006. El detalle sobre los factores de emisión se presenta en la Tabla N° 77.

Tabla N° 77. Factores de Emisión de las emisiones indirectas de óxido nitroso del manejo de estiércol

Factor de Emisión	Emisión indirecta de N <sub>2</sub> O de la gestión del estiércol [kg N <sub>2</sub> O–N (kg N) <sup>-1</sup> ]	Fuente de información
EF <sub>4</sub> (volatilización y re-deposición de N), kg N <sub>2</sub> O–N (kg NH <sub>3</sub> –N + NO <sub>x</sub> –N volatilizado) <sup>-1</sup>	0.010	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Cuadro 11.3

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

#### B. Factores de conversión

A continuación, en la Tabla N° 78 y Tabla N° 79 se muestran los factores de conversión utilizados:

Tabla N° 78. Valores por defecto para la pérdida de nitrógeno debida a volatilización de NH<sub>3</sub> y NO<sub>x</sub> de la gestión del estiércol

Ganado	Distribución diaria	Almacenaje de sólidos	Parcelas secas	Estiércol de aves de corral con cama	Estiércol de aves de corral sin cama
Vacuno lechero	7.00%	30.00%	-	-	-
Otro ganado vacuno	-	45.00%	-	-	-
Ovino	-	12.00%	-	-	-
Caprino	-	12.00%	-	-	-
Caballos	-	12.00%	-	-	-
Asnos/Mulas	-	12.00%	-	-	-
Porcino	-	45.00%	-	-	-
Alpaca	-	12.00%	-	-	-
Llama	-	12.00%	-	-	-
Ave	-	-	-	40.00%	55.00%
Cuyes	-	12.00%	-	-	-

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.



**Tabla N° 79. Valores por defecto del total de pérdida de nitrógeno producida por la gestión del estiércol**

Ganado	Distribución diaria (%)	Almacenaje de sólidos (%)	Parcelas secas (%)	Estiércol de aves de corral con cama (%)	Estiércol de aves de corral sin cama (%)
Vacuno lechero	22.00%	40.00%	-	-	-
Otro ganado vacuno	-	50.00%	-	-	-
Ovino	-	15.00%	-	-	-
Caprino	-	15.00%	-	-	-
Caballos	-	15.00%	-	-	-
Asnos/Mulas	-	15.00%	-	-	-
Porcino	-	50.00%	-	-	-
Alpaca	-	15.00%	-	-	-
Llama	-	15.00%	-	-	-
Ave	-	-	-	50.00%	55.00%
Cuyes	-	15.00%	-	-	-

Fuente: DGAAA-MIDAGRI, 2020.

Para expresar las emisiones de óxido nitrroso en CO<sub>2</sub>eq, se utilizó el Potencial de Calentamiento Global (PCG) proporcionado por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación de 1995, basados en los efectos de los GEI en un horizonte temporal de 100 años. El valor utilizado se presenta en la Tabla N° 80.

**Tabla N° 80. PCG utilizado para el óxido nitrroso**

Gas	PCG en un horizonte temporal de 100 años
Óxido nitrroso	310

Fuente: Segundo Reporte de Evaluación AR2 IPCC 1995, Tabla 4 Pág. 22.

#### 6.2.5.4. Análisis de Incertidumbre

La incertidumbre de los datos de actividad de la subcategoría de Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O por manejo de estiércol, estuvo basada en dictamen de expertos. Mientras que para la incertidumbre de los factores de emisión, se utilizaron los valores por defecto de las Directrices del IPCC del 2006.

Los valores de incertidumbre combinada para óxido nitrroso son descritos en la **Tabla N° 78**. El único valor resultante para la incertidumbre combinada fue del 240,04%.

**Tabla N° 81. Incertidumbre de las emisiones de óxido nitrroso provenientes de las Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O por manejo de estiércol**

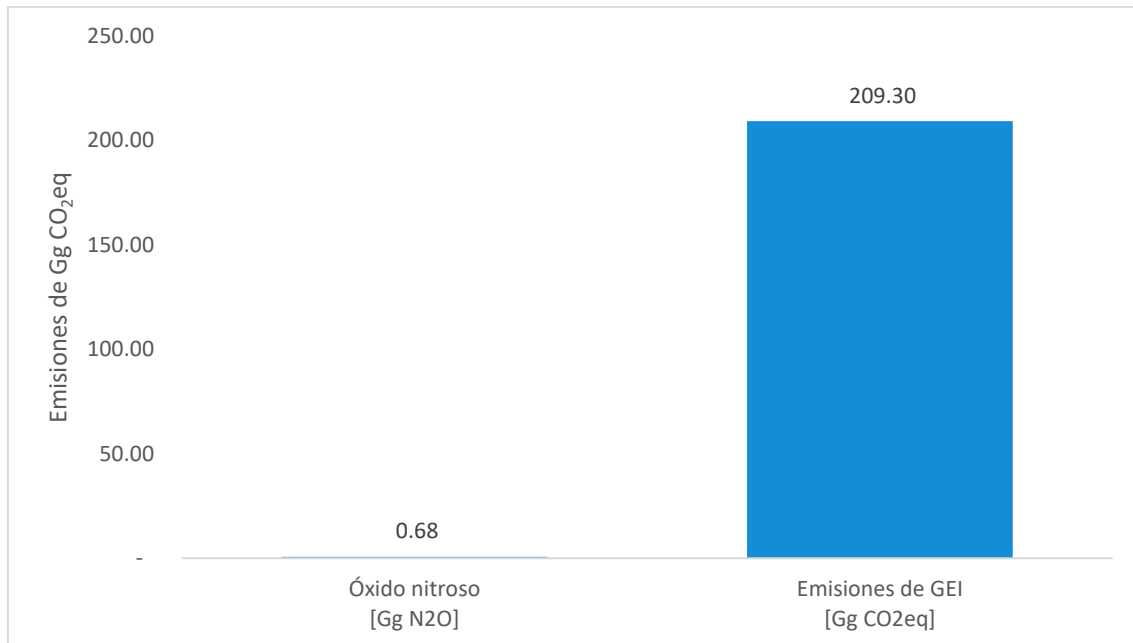
Código de la categoría IPCC	Fuente	Gas	Estimaciones de GEI año t	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada
			Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{(E^2+F^2)}$
			Gg CO <sub>2</sub> eq	%	%	%
3C6	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	209,30	4,21	240,00	240,04

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

## 6.2.5.5. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones indirectas de óxido nitroso generadas por el manejo de estiércol fueron de 0.68 Gg de N<sub>2</sub>O que equivalen a 209.30 GgCO<sub>2</sub>eq (Figura N° 28), que representa el 0.81% de las emisiones del sector.

**Figura N° 28. Emisiones indirectas de óxido nitroso generadas por el manejo de estiércol, 2016**

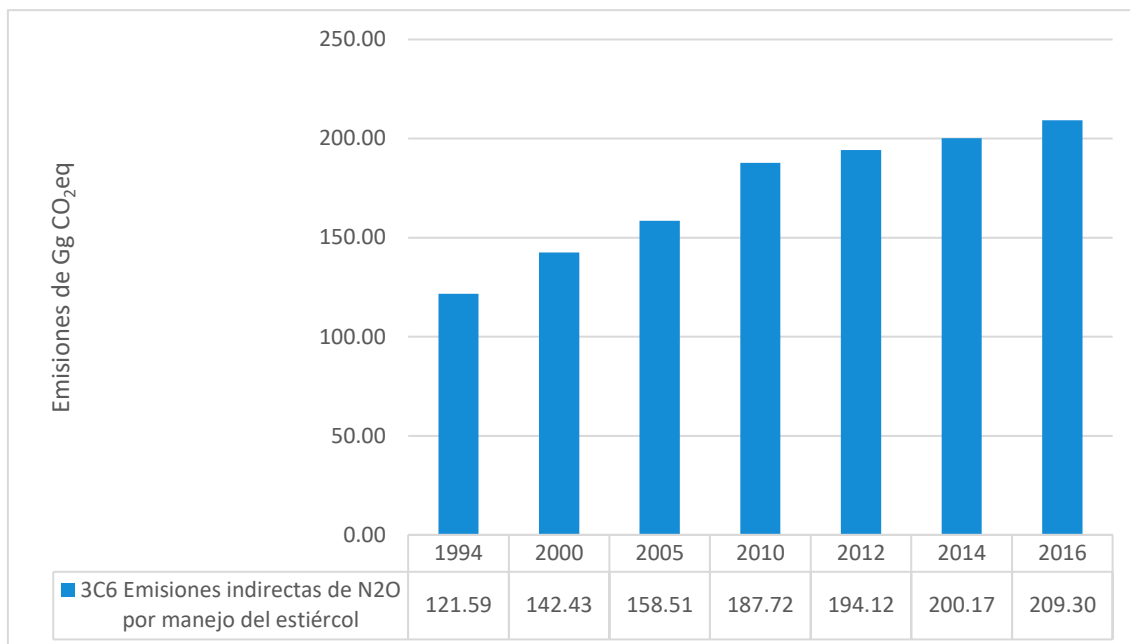


Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

## 6.2.5.6. Actualización de la serie temporal

El RAGEI 2016 presenta una serie temporal de las emisiones de GEI desde el año 1994 al 2016, estimadas con la misma metodología y fuentes de información, tal como se muestra en la Figura N° 29.

**Figura N° 29. Serie temporal de emisiones de GEI de la categoría emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O generadas por el manejo de estiércol**



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

De la figura anterior, se aprecia que las emisiones del año 2016 aumentaron en un 4.37% respecto al año 2014 y se incrementaron en un 41.91% respecto al año 1994.

### 6.2.6. Cultivos de arroz (3C7)

#### 6.2.6.1. Método de cálculo

Según las Directrices del IPCC de 2006, la metodología de cálculo establece tres niveles de cálculo para esta subcategoría, cuyas características se describen a continuación:

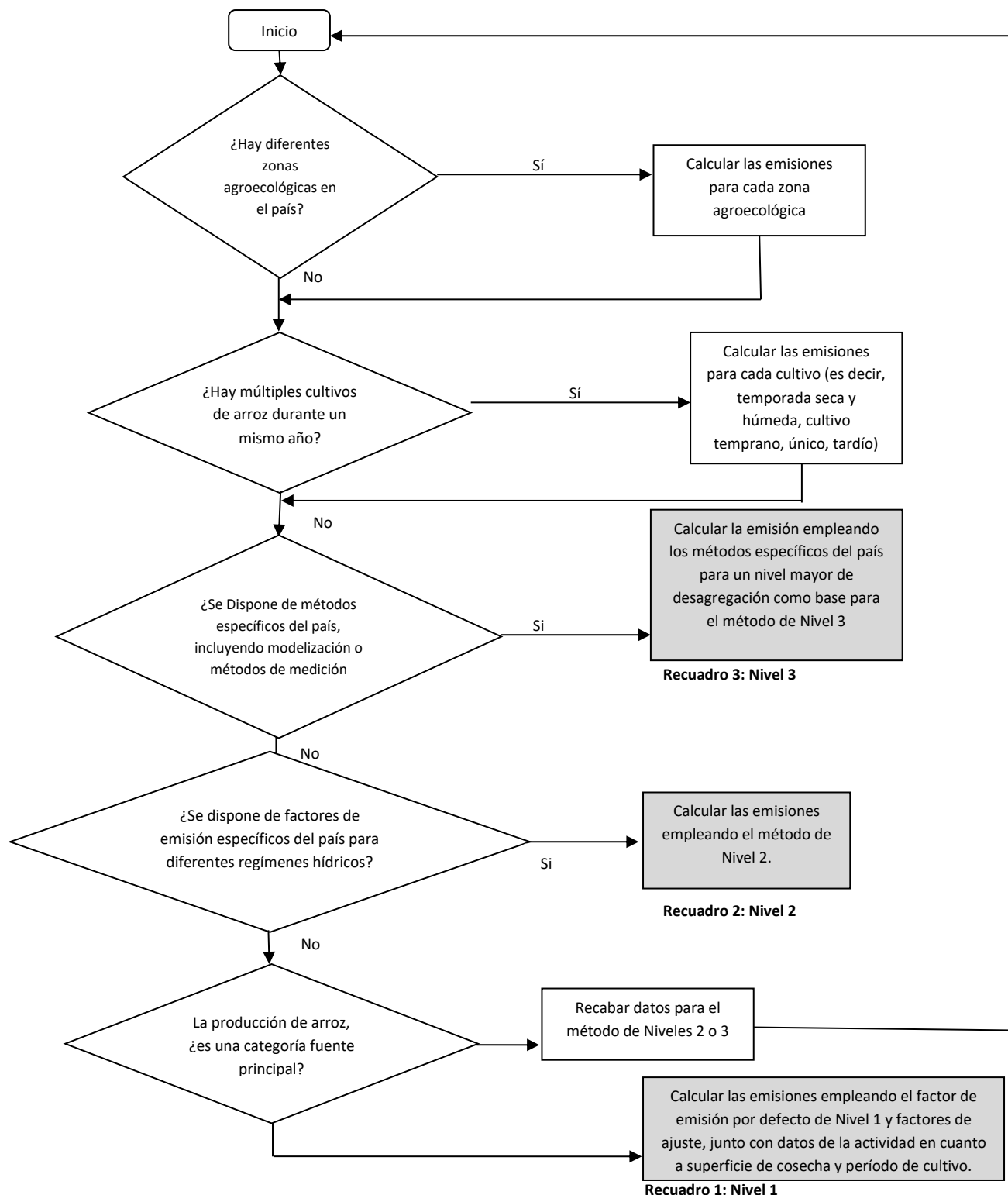
Nivel 1: Estima las emisiones empleando factores de emisión por defecto y factores de ajuste, junto con datos de la actividad en cuanto a superficie de cosecha y período de cultivo.

Nivel 2: Estima las emisiones empleando datos de actividad indicados en el Nivel 1, pero con factores de emisión y/o ajustes específicos del país.

Nivel 3: Estima las emisiones aplicando modelos y redes de monitorización hechas a medida para abordar las circunstancias nacionales del cultivo del arroz, que se repiten a través del tiempo, manejados con datos de la actividad de alta resolución y desagregados a nivel subnacional.

La Figura N° 30 muestra el árbol de decisiones de las Directrices del IPCC de 2006, para estimar las emisiones de metano procedentes de la descomposición anaeróbica de material orgánico en los arrozales inundados.

Figura N° 30. Árbol de decisión para las emisiones de CH<sub>4</sub> resultantes de la producción de arroz



Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Volumen4. Capítulo 5. Pág. 5.47.

Para el análisis del árbol de decisiones se considera lo siguiente:

- No se cuenta con información sobre el manejo de la producción de arroz, no se cuenta con factores de emisiones nacionales del cultivo de arroz, es decir no se cuenta con información suficiente para utilizar el método de Nivel 2.
- No es una categoría principal, por lo cual se emplea un método de cálculo de Nivel 1.

Considerando que las condiciones naturales y la gestión agrícola de la producción de arroz pueden ser muy variables dentro de un mismo país, se aplica la ecuación N° 5.1 para estimar las emisiones de metano procedentes de cultivos de arroz.

**Ecuación N° 5.1. Emisiones de CH<sub>4</sub> producidas por el cultivo del arroz**

$$CH_{4\ Rice} = \sum_{i,j,k} (EF_{i,j,k} * t_{i,j,k} * A_{i,j,k} * 10^{-6})$$

Donde:

- CH<sub>4 Rice</sub> = emisiones anuales de metano producidas por el cultivo del arroz, Gg CH<sub>4</sub> año<sup>-1</sup>
- EF<sub>i,j,k</sub> = un factor de emisión diario para las condiciones i, j y k, kg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>
- t<sub>i,j,k</sub> = período de cultivo del arroz para las condiciones i, j y k, días
- A<sub>i,j,k</sub> = superficie de cosecha anual de arroz para las condiciones i, j, y k, ha año<sup>-1</sup>
- i, j y k = representan los diferentes ecosistemas, regímenes hídricos, tipo y cantidad de abonos orgánicos y otras condiciones bajo las cuales pueden variar las emisiones de CH<sub>4</sub> producidas por el arroz.

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Capítulo 5. Ecuación 5.1. Pág. 5.45

**6.2.6.2. Datos de actividad**

La Tabla N° 82 presenta los datos de actividad requeridos y las fuentes de información para el cálculo de emisiones de metano provenientes de cultivos de arroz.

Tabla N° 82. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones de metano provenientes de cultivos de arroz.

Clasificación	Fuente de emisión	Datos de actividad IPCC	Dato Nacional	Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
3C7	Cultivos de Arroz	Superficie cosechada anual	Superficie cosechada anual por región	hectáreas	Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) - MIDAGRI	Junto con el periodo de cultivo, se utiliza para determinar las emisiones de GEI de los cultivos de arroz	CH <sub>4</sub>
		Período de cultivo de arroz.	Periodo de cultivo de arroz según zona de producción	Días	Dictamen de expertos 2020. MIDAGRI		
		Tipo de régimen de agua a nivel nacional y su participación a nivel nacional	Participación de los cultivos por tipos de sistemas de riego para el cultivo de arroz	%	Dictamen de experto 2020. MIDAGRI		

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020

La información utilizada se detalla a continuación:

**a) Superficie total anual de cosecha de cultivo de arroz**

La superficie anual del cultivo de arroz se obtuvo de estadísticas oficiales del sector Agricultura. La Tabla N° 83 muestra los datos de actividad utilizados para los cálculos.

**Tabla N° 83. Superficie Anual de cultivo de arroz por región en hectáreas, 2016**

Región	Total (ha)
<b>Nacional</b>	<b>419,564.00</b>
Amazonas	41,567.00
Ancash	6,795.00
Apurímac	0.00
Arequipa	19,939.00
Ayacucho	80.00
Cajamarca	24,886.00
Cusco	1,476.00
Huancavelica	0.00
Huánuco	9,151.00
Ica	0.00
Junín	1,214.00
La Libertad	32,857.00
Lambayeque	49,831.00
Lima	0.00
Loreto	33,046.00
Madre de Dios	2,559.00
Moquegua	0.00
Pasco	2,777.00
Piura	67,373.00
Puno	283.00
San Martín	101,255.00
Tacna	0.00
Tumbes	14,654.00
Ucayali	9,821.00

Fuente: Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA) – MIDAGRI.

A fin de una mejor caracterización de los cultivos de arroz nacionales, la superficie de cultivo fue agrupada según zona de producción: selva alta, selva baja, costa norte y costa sur, tal como se aprecia en la Tabla N° 84.

**Tabla N° 84. Superficie Anual de cultivo de arroz por zona de producción (hectáreas), 2016**

Región	Total (ha)
<b>Nacional</b>	<b>419,564.00</b>
<b>Selva Alta</b>	<b>182,689.00</b>
Amazonas	41,567.00
Ayacucho	80.00
Cajamarca	24,886.00
Cusco	1,476.00
Huánuco	9,151.00
Junín	1,214.00

Región	Total (ha)
Pasco	2,777.00
Puno	283.00
San Martín	101,255.00
<b>Selva Baja</b>	<b>45,426.00</b>
Loreto	33,046.00
Madre de Dios	2,559.00
Ucayali	9,821.00
<b>Costa Norte</b>	<b>171,510.00</b>
Ancash	6,795.00
La Libertad	32,857.00
Lambayeque	49,831.00
Piura	67,373.00
Tumbes	14,654.00
<b>Costa Sur</b>	<b>19,939.00</b>
Arequipa	19,939.00

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

#### b) Periodo de cultivo de arroz

El periodo de cultivo para cada zona de producción fue establecido a través de un dictamen de experto. Se calculó un promedio ponderado que represente un valor nacional descrito en la Tabla N° 85.

Tabla N° 85. Periodo de cultivo de arroz por defecto

Región	Representatividad %	Periodo de cultivo (días)
<b>Promedio</b>	<b>100.00%</b>	<b>147.19</b>
Selva Alta	44.00%	138.33
Selva Baja	11.00%	120.00
Costa Norte	41.00%	160.00
Costa Sur	5.00%	180.00

Fuente: Dictamen de Expertos 2020 - MIDAGRI

#### c) Tipo de régimen de agua a nivel nacional y su participación a nivel nacional

La participación de los cultivos por tipos de sistemas de riego para el cultivo de arroz se presenta en la Tabla N° 86.

Tabla N° 86. Tipos de sistemas de riego para el cultivo de arroz

Tipo de riego		Participación (%) Selva Alta	Participación (%) Selva Baja	Participación (%) Costa Norte	Participación (%) Costa Sur	
Tierras altas		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
De regadío	Anegados continuamente	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
	Anegados intermitentemente	Aeración sencilla	39.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		Aeración múltiple	40.00%	100.00%	100.00%	100.00%
De seco	Anegadizos	3.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
	Expuesto a la sequía	3.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
	Profundidad del agua 50-100 cm	15.00%	0.00%	0.00%	0.00%	



Tipo de riego		Participación (%) Selva Alta	Participación (%) Selva Baja	Participación (%) Costa Norte	Participación (%) Costa Sur
Aguas profundas	Profundidad del agua > 100 cm	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Dictamen de Expertos 2020 - MIDAGRI

### 6.2.6.3. Factores de emisión y conversión

#### A. Factores de emisión

El detalle sobre los factores de emisión y los factores de ajuste utilizados se presenta en la Tabla N° 87.

Tabla N° 87. Variables para determinar factores de emisión de cultivos de arroz

Fuente de emisión	Factor de emisión	Valor calculado (C)/ por defecto (D)	Fuente de información
Arroz	Factor ajustado de emisión diaria.	C	Directrices del IPCC de 2006. Volumen 4. Capítulo 5. Ecuación 5.2
	Factor de emisión básico para tierras inundadas permanentemente sin abonos orgánicos.	D	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*. Volumen 4. Capítulo 5. Cuadro 5.11
	Factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el período de cultivo.	D	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*. Volumen 4. Capítulo 5. Cuadro 5.12
	Factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante la temporada previa al cultivo.	D	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*. Volumen 4. Capítulo 5. Cuadro 5.13

\*Se emplearon factores de las Directrices de 2006 refinadas de 2019, por considerarse más actualizadas y adecuados a las circunstancias de Perú.

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

El factor de emisión ajustado de emisión diaria se calculó utilizando la ecuación N° 5.2.

#### Ecuación N° 5.2. Factor ajustado de emisión diaria

$$EF_i = EF_c * SF_w * SF_p * SF_o * SF_{s,r}$$

Donde:

- EF<sub>i</sub> = factor de emisión diaria ajustado para una superficie de cosecha dada
- EF<sub>c</sub> = factor de emisión diaria ajustado para una superficie de cosecha dada
- SF<sub>w</sub> = factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el período de cultivo
- SF<sub>p</sub> = factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante la temporada previa al cultivo
- SF<sub>o</sub> = el factor de ajuste deberá variar según el tipo y a cantidad de abono orgánico aplicado

$SF_{s,r}$  = factor de ajuste para tipo de suelo, cultivar del arroz, etc., si está disponible

Fuente: Directrices del IPCC de 2006. Capítulo 5. Ecuación 5.2. Pág. 5.48

La Tabla N° 88 muestra el factor de emisión básico para tierras inundadas permanentemente sin abonos orgánicos utilizado:

**Tabla N° 88. Factor de emisión por defecto para campos continuamente inundados sin enmiendas orgánicas**

Región	Factor de emisión (kg CH <sub>4</sub> ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	Referencias
Sudamérica	1.27	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*. Volumen 4. Capítulo 5. Cuadro 5.11

\*Se emplearon factores de las Directrices de 2006 refinadas de 2019, por considerarse más actualizadas y adecuados a las circunstancias de Perú.

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

**B. Factores de escala**

A continuación, la Tabla N° 89 y Tabla N° 90 muestran los factores de escala utilizados en el cálculo del factor de emisión:

**Tabla N° 89. Factor de escala para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el período de cultivo de arroz**

Régimen de gestión del agua		Factor de escala (SF <sub>w</sub> )	Fuente de información
Tierras altas		-	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*. Volumen 4. Capítulo 5. Cuadro 5.12
Irrigadas	Inundados permanentemente	1.00	
	Periodo de drenaje simple	0.71	
	Periodo de drenaje múltiple	0.55	
Alimentadas a lluvia y aguas profundas	Alimentación regular por lluvia	0.54	
	Con tendencia a la sequía	0.16	
	Aguas profundas	0.06	

\*Se emplearon factores de las Directrices de 2006 refinadas de 2019, por considerarse más actualizadas y adecuados a las circunstancias de Perú.

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

**Tabla N° 90. Factor de escala para contar diferencias en el régimen hídrico en la pretemporada antes del período de cultivo de arroz**

Régimen de agua antes del cultivo de arroz	Factor de Escala (SF <sub>p</sub> )	Fuente de información
	Agregado	
Pretemporada no inundada <180 d	1.22	Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019*. Volumen 4. Capítulo 5. Cuadro 5.13
Pretemporada no inundada > 180 d		
Pretemporada inundada > 30 d		
Pretemporada no inundada > 365 d		

\*Se emplearon factores de las Directrices de 2006 refinadas de 2019, por considerarse más actualizadas y adecuados a las circunstancias de Perú.

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

Para expresar las emisiones de metano en CO<sub>2</sub>eq se utilizó el Potencial de Calentamiento Global (PCG) proporcionado por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación de 1995, basados en los

efectos de los GEI en un horizonte temporal de 100 años. El valor utilizado se presenta en la Tabla N° 91.

**Tabla N° 91. PCG utilizado para el metano**

Gas	PCG en un horizonte temporal de 100 años
Metano	21

Fuente: Segundo Reporte de Evaluación AR2 IPCC 1995, Tabla 4 Pág. 22.

#### 6.2.6.4. Análisis de Incertidumbre

La incertidumbre de los datos de actividad de la subcategoría de cultivos de arroz, estuvo basada en dictamen de expertos. Mientras que para la incertidumbre de los factores de emisión, se utilizaron los valores por defecto de las Directrices del IPCC del 2006.

Los valores de incertidumbre combinada para óxido nitroso son descritos en la **Tabla N° 92**. El único valor resultante para la incertidumbre combinada fue del 48,43%.

**Tabla N° 92. Incertidumbre de las emisiones de metano provenientes de las emisiones del cultivo de arroz**

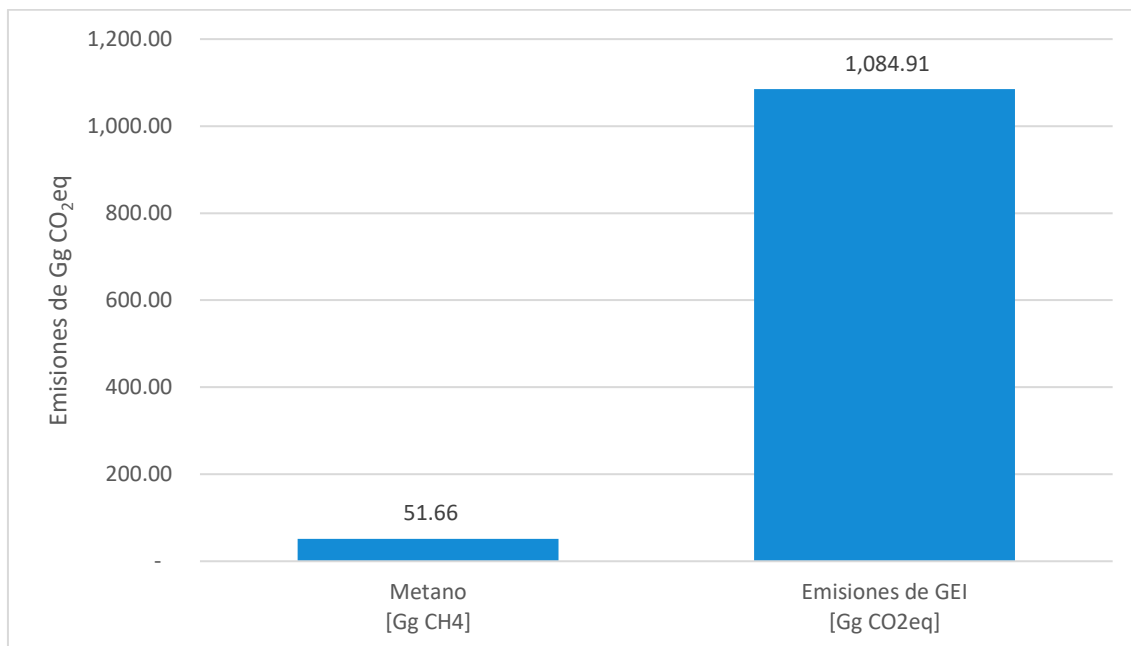
Código de la categoría IPCC	Fuente	Gas	Estimaciones de GEI año t	Incertidumbre en los datos de nivel de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada
			Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{(E^2+F^2)}$
			Gg CO <sub>2</sub> eq	%	%	%
3C7	Arroz	CH <sub>4</sub>	1.084,91	10,00	47,39	48,43

Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

#### 6.2.6.5. Análisis de resultados

En el año 2016, las emisiones de metano generadas por cultivos de arroz fueron de 51.66 Gg de CH<sub>4</sub> que equivalen a 1,084.91 Gg CO<sub>2</sub>eq (Figura N° 31), que representa el 4.19% de las emisiones del sector.

Figura N° 31. Emisiones de metano generados por cultivos de arroz, 2016

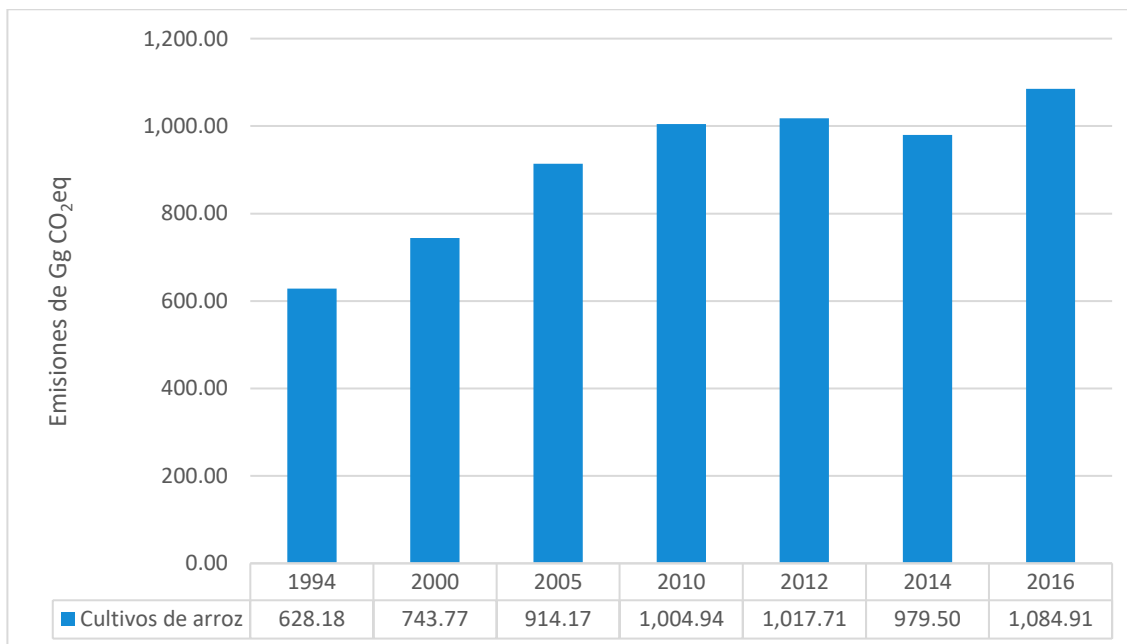


Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

6.2.6.6. Actualización de la serie temporal

El RAGEI 2016 presenta una serie temporal de las emisiones de GEI desde el año 1994 al 2016, estimadas con la misma metodología y fuentes de información, tal como se muestra en la **Figura N° 32**.

Figura N° 32. Serie temporal de emisiones de GEI de la categoría cultivos de arroz



Fuente: DGAAA – MIDAGRI, 2020.

De la figura anterior, se aprecia que las emisiones del año 2016 aumentaron en un 10.76% respecto al año 2014 y se incrementaron en un 46.73% respecto al año 1994.

## 7. CONTROL DE CALIDAD Y GARANTÍA DE LA CALIDAD

### 7.1. Control de calidad

El país, posee un procedimiento de control de calidad (CC) el cual es un sistema de actividades técnicas rutinarias destinado a evaluar y mantener la calidad del inventario a medida que se compila y lo realiza el personal encargado de compilar el inventario.

Para el control de calidad, se aplicaron procedimientos generales y específicos que establecen las Directrices del IPCC de 2006.

El procedimiento de CC está diseñado para lo siguiente:

- Hacer controles rutinarios y coherentes que garanticen la integridad de los datos, su corrección y su exhaustividad;
- Detectar y subsanar errores y omisiones;
- Documentar y archivar el material de los inventarios y registrar todas las actividades de CC.

Las actividades de CC comprenden métodos generales como los controles de exactitud aplicados a la adquisición de los datos y a los cálculos, y la utilización de procedimientos normalizados aprobados para los cálculos de las emisiones y remociones, las mediciones, la estimación de las incertidumbres, el archivo de la información y su reporte. Las actividades de CC comprenden también las revisiones técnicas de las categorías, los datos de la actividad, los factores de emisión, otros parámetros y métodos de estimación.

Así, se pueden diferenciar dos grandes grupos de procedimientos de control de calidad:

- Procedimientos Generales de CC, que son actividades genéricas aplicables a todas las categorías y enfoques metodológicos.
- Procedimientos de Categoría Específica, que son actividades de control de calidad más específicas a las categorías analizadas.

El presente RAGEI fue sometido a un proceso de control de calidad con el procedimiento descrito en el Anexo B. A continuación, en la Tabla N° 93 se proporcionan los principales hallazgos encontrados y el modo cómo han sido abordados.

**Tabla N° 93. Hallazgos producto del proceso de control de calidad**

Hallazgos	Acciones implementadas
La fuente de información base debe ser la fuente primaria, no citar los RAGEI anteriores.	Las fuentes de información han sido citadas utilizando la fuente primaria.
Ajustar las poblaciones medias anuales de las especies con periodos de vida menor a un año	Se verificó con MIDAGRI las especies ganaderas con periodos de vida menor a un año. Se realizó el ajuste necesario para obtener las poblaciones medias anuales para los casos de aves, porcinos y cuyes.
Realizar una verificación cruzada de datos de población ganadera con información reportada en FAOSTAT.	A través de un muestreo al azar, se verificó que la información obtenida para el presente inventario al provenir de fuentes oficiales, por lo que no aplica realizar una comparación con datos de FAOSTAT, al presentar información desactualizada con respecto a la oficial.

Hallazgos	Acciones implementadas
Realizar un control de calidad sobre los datos recabados a través de consulta de expertos.	Se identificó que los valores promedio resultantes del proceso se encontraban distanciados de los valores por defecto por el IPCC Se convocó a la revisión y dictamen directo de los expertos con mayor experiencia en la temática evaluada, instituciones afines y/o expertos internacionales invitados, con lo que se estableció un valor más apropiado para determinadas variables. Este proceso se documenta en el informe de dictamen de expertos.
Revisar las etiquetas asignadas a cada clase de edad dentro del ganado vacuno y buscar que guarden consistencia con las clases nacionales reportadas en las estadísticas oficiales.	Se han asignado nuevas etiquetas que representen una descripción más apropiada para cada clase de edad.
Revisar consistencia entre los datos de actividad de los cultivos que se queman y se reportan en el RAGEI 2016 y los que fueron reportados en el RAGEI 2014.	Se convocó a especialistas en los principales cultivos agrícolas nacionales a fin de validar una lista de cultivos que se queman. Se identificaron nuevos cultivos que han sido agregados a las planillas de cálculo (Caña de azúcar, algodón, arroz, mango y uva).
Comparar los datos específicos del país sobre consumo de fertilizantes sintéticos con los datos de uso de fertilizantes de los portales de la IFA y FAOstat.	A través de un muestreo al azar, se verificó que la información obtenida para el presente inventario es de fuentes oficiales, por lo que no aplica realizar una comparación con datos de otros portales, al identificarse información desactualizada con respecto a la oficial.
Revisar la fórmula de suma de fertilizantes nitrogenados para estimar la variable FSN Nitrógeno aplicado (kgN/año), ya que no incluye la celda correspondiente a la Urea	Se corrigió la sumatoria referida.
Revisar la consistencia entre las categorías 3C1 y 3C4 con respecto a la lista de los cultivos que se queman.	Se aseguró la consistencia entre las categorías 3C4 y 3C1 para el reporte de superficie quemada de cultivos.
Presentar la agrupación de departamentos y su superficie según las regiones de producción de arroz. Verificar que la asignación de los departamentos a las regiones productoras sea la correcta.	Se incluyó una tabla para brindar detalle de los departamentos y la superficie (ha) que se incluyeron en cada región de producción de arroz identificada.

## 7.2. Garantía de calidad

La Garantía de calidad (GC) es un sistema planificado de procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente del proceso de compilación/elaboración del inventario. Las revisiones, efectuadas preferiblemente por terceros independientes, se llevan a cabo sobre un inventario terminado, tras la puesta en práctica de los procedimientos de CC.

El presente RAGEI fue sometido a un proceso de revisión y garantía de calidad. Este procedimiento de revisión y garantía de la calidad fue realizado por el experto Walter Oyhantcabal, revisor de inventarios nacionales para el sector ASOUT.

El GC se enfocó principalmente en observar cómo se aplicaron las Directrices del IPCC de 2006 en este sector, que hasta el inventario de 2014 se reportaba utilizando las Directrices Revisadas del IPCC de 1996.

Se puso especial atención al alineamiento con las mencionadas Directrices y sus metodologías, así como a la Transparencia, la Exactitud, la Exhaustividad, la Coherencia y la Comparabilidad de las estimaciones.

A continuación, la Tabla N° 94 presenta los principales hallazgos encontrados y el modo cómo han sido abordados.

**Tabla N° 94. Hallazgos producto del proceso de garantía de calidad**

Hallazgo	Acciones implementadas
<b>Aspectos generales</b>	
<p>Hasta 2014 Perú reportaba este sector de su inventario utilizando las Directrices Revisadas de 1996 del IPCC. Estas directrices aún se pueden utilizar, de acuerdo con las Decisiones vigentes de la COP de la CMNUCC. Sin embargo, Perú se planteó dar el salto en Agricultura a Directrices más actuales y completas como son las del IPCC de 2006.</p> <p>Desde la perspectiva de este proceso de consultoría corresponde felicitar a Perú por esta decisión aún no obligatoria, enfrentando los desafíos del cambio de metodología y la mejora de la exactitud y exhaustividad de su inventario.</p> <p>1. Se aplicaron íntegramente y de manera correcta las Directrices del IPCC de 2006. En la mayoría de las fuentes se utilizan métodos de Nivel 1. En algunos casos se emplearon factores de Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.</p> <p>En algunos sitios aislados de las planillas preliminares “sobrevivían” menciones a las Directrices de 1996, y OBP de 2000 que deben eliminarse</p> <p>Se recomienda que Perú justifique en el informe de RAGEI por qué consideró más adecuado usar los valores de las Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019. Por ejemplo, Perú puede explicar que como muchos países no Anexo I ha decidido utilizar las Directrices del IPCC de 2006 aprobadas por la CMNUCC, y que, si bien las Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019 aún no fueron aprobadas por la CMNUCC, se entiende que se trata las mismas Directrices de 2006 solo que actualizadas recogiendo nueva literatura científica revisada por pares y por lo tanto más apropiada para los casos en que no se cuenta con factores, parámetros o métodos específicos de Perú. En la justificación se puede hacer referencia a las Decisiones 17/CP.8 y 2/CP.17 de la COP de la CMNUCC.</p>	<p>En el documento RAGEI 2016 se ha justificado la aplicación de factores tomados de las Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019.</p>
<b>3A1. Fermentación entérica</b>	
<p>Esta categoría es principal en el INGEI de Perú. Por lo tanto, se debe determinar y explicitar en el informe del RAGEI qué categorías de animales son significativas. Para las categorías principales, deben respetarse los árboles de decisiones para la caracterización de la</p>	<p>Se ha realizado una caracterización mejorada de la población del ganado vacuno, desagregándola por clases de edad y género, para la utilización de un Nivel 2 en la estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> por fermentación entérica.</p>

Hallazgo	Acciones implementadas
<p>población ganadera, desagregándola, así como para la estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub></p> <p>Esta categoría de fuentes es principal y dentro de ella son particularmente significativas las emisiones de “Otros ganados”.</p> <p>1. Por primera vez Perú utiliza un Nivel 2 para las estimaciones, lo cual está en línea con las buenas prácticas de las Directrices del IPCC de 2006 y significa un gran salto metodológico.</p> <p>Según los resultados de la hoja “Resultados RAGEI 2016” toda la fermentación entérica totaliza 14.074 Gg de CO<sub>2</sub> eq. La subcategoría “Otros ganados” vacunos significa 9.175 Gg. O sea, el 65%, por lo cual es particularmente significativa. Las vacas lecheras significan 2.187 Gg, o sea un 16%.</p> <p>Una subcategoría es significativa dentro de una categoría principal si explica 25-30% o más de las emisiones de esa categoría.</p> <p>Por lo tanto, y según el árbol de decisión, sólo hace falta usar una desagregación de la subcategoría en los datos de actividad para “Otros ganados”, cosa que Perú ha hecho correctamente, en base a los datos estadísticos disponibles.</p>	
<p>2. La categoría “Ganado lechero” debería denominarse “Vacas lecheras” en línea con El Cuadro 10.1 de las Directrices de 2006, dado que refiere únicamente a ganado lechero maduro en dedicado a la producción de leche con fines comerciales.</p>	<p>Se ha corregido la denominación más apropiada en las planillas de cálculo.</p>
<p>3. Los factores de emisión Nivel 2 para “Otros Ganados” resultaron ser mucho más altos que los valores Nivel 1 de las Directrices del IPCC. La digestibilidad influye de una manera muy importante en el FE. Para el Nivel 2 en “Otros ganados”, si se usan valores de la consulta de expertos el valor medio del FE se eleva a 118,3, si se usan valores medios de digestibilidad proporcionados por MIDAGRI, el FE resulta de 85,7. El valor por defecto del IPCC es 56.</p> <p>Se recomienda muy especialmente a Perú revisar la correcta aplicación del método Nivel 2, detectar el error, y corregir el FE para obtener valores correctos.</p>	<p>Se revisó con un experto nacional los resultados del proceso de dictamen de expertos y se determinaron factores de emisión más apropiados y afines con las Directrices del IPCC.</p>
<p>4. No se reporta el cálculo con Nivel 1, lo que sería útil para visualizar el cambio en exactitud que representa pasar a Nivel 2. Tampoco se calculan los factores de emisión para Nivel 2 por el método simplificado, lo que es útil como chequeo.</p> <p>Incluir en las planillas finales estos cálculos y reflejarlos en el RAGEI. Incluir el cálculo por el método simplificado.</p>	<p>Las planillas finales incluyen los cálculos de las emisiones por fermentación entérica con Nivel 1 y los FE calculados por el método simplificado.</p>
<p>5. El valor utilizado para la producción de leche por día en el Nivel 2 de Vacas lecheras (producción comercial) (10,9 litros/día) no coincide con el que resulta de dividir la producción total por el número de vacas lecheras en sistemas comerciales. (6.2). El cambio en el valor de</p>	<p>Se ha consensuado con MIDAGRI el mejor valor para representar la producción de leche, el cual fue aplicado en las planillas de cálculo.</p>



Hallazgo	Acciones implementadas
producción de leche tiene un impacto muy fuerte en el FE de esta categoría: 104,1 si 10,9 litros vs. 85.1 si 6.2	
6. No está claro si se usó la población media anual de las especies cuya vida es menor a un año (caso de pollos, cerdos, cuyes, entre otros) para estimar las emisiones por fermentación entérica.	Se ha aplicado el ajuste para hallar la población media anual de las especies cuya vida es menor a un año (caso de pollos, cerdos y cuyes).
7. Hay un error en el cálculo de la energía bruta del ganado (ecuación 10.16 de las Directrices de 2006) correctamente identificado por el QA de la consultora GAUSS	Se corrigió la ecuación 10.16 de las planillas de cálculo.
8. Hay un error en la elección del valor para T>25 C, que debe ser 2 para las vacas lecheras y no 1 según las Directrices del IPCC 2006.	La planilla de cálculo fue corregida con el factor de emisión correcto.
<b>3A2. Manejo de estiércol</b>	
Se estimaron correctamente las emisiones de esta fuente, salvo en el caso de las aves, cerdos, cuyes, las emisiones de esta fuente con los métodos Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.  En las aves, cerdos y cuyes, no parece que se utilizó como dato de actividad la población media anual de las especies cuya vida es menor a un año, lo cual sobreestima las emisiones.  Se debe calcular la población media anual de las especies cuya vida es menor a un año (caso de pollos, cerdos, cuyes, entre otros).	Se ha aplicado el ajuste para hallar la población media anual de las especies cuya vida es menor a un año (caso de pollos, cerdos y cuyes) para estimar las emisiones por manejo de estiércol, según corresponda.
<b>3C1. Quema de biomasa</b>	
La quema en tierras de cultivo y pastizales no está estimada al faltar el dato de área quemada 1) explicar en el RAGEI las razones de la no estimación. 2) Incluir en el plan de mejora la generación de datos de actividad para reportar esta fuente en el próximo inventario.	Se ha incluido la estimación de esta categoría en la versión final de las planillas.
<b>32. Encalado</b>	
Perú no estimó las emisiones del encalado en las planillas preliminares presentadas. La razón es la no disponibilidad de datos de actividad sobre uso de calcita y dolomita en las tierras 1) explicar en el RAGEI las razones de la no estimación. 2) Incluir en el plan de mejora la generación de datos de actividad para reportar esta fuente en el próximo inventario.	En el presente documento se explican las razones por las cuales no se estima la categoría encalado.
<b>3C3. Aplicación de urea</b>	
Perú estimó las emisiones con datos de actividad de uso de urea y métodos de las Directrices del IPCC de 2006. Se asume que toda la urea es importada. 1) observar si esta fuente es una categoría principal. En cuyo caso es aconsejable usar un FE país específico. 2) Verificar que no exista producción nacional de urea.	Se ha explicado en el documento RAGEI 2016 el uso del dato de actividad empleado. La aplicación de urea no es una categoría principal.
<b>3C4. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados</b>	
Revisar columna C4 de la Hoja de cálculo de INFO procesada.	Por dictamen de experto, se han estimado las emisiones por N en arroz, evitando doble contabilidad.

Hallazgo	Acciones implementadas
<p>No se informan las emisiones de N aplicado al arroz. Muy elevadas en Perú. Dato ya disponible del experto Bruzzone</p> <p>Revisar columna C4 y estimar las emisiones por N en arroz, evitando doble contabilidad en el cuadro</p>	
<p><b>3C5. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados</b></p>	
<p>La estimación del N<sub>MMS_Avb</sub> de la fila 52 debe sustituirse por el resultado de la aplicación de la ecuación 10.34, que incluye el almacenamiento sólido de estiércol y no de estiércol de animales en pastoreo. (QA GAUSS).</p>	<p>Se ha verificado que las planillas de cálculo incluyan la aplicación del N<sub>MMS_Avb</sub> correcto.</p>
<p><b>3C6. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O resultantes de la gestión del estiércol</b></p>	
<p>Ver el informe de QA de la consultora GAUSS.</p> <p>El N<sub>MMS_Avb</sub> correcto puede estimarse a partir de los datos presentados en la hoja de cálculo "3C6 Emisiones". Debe ser la suma de la columna H de las filas 73 a 119.</p> <p>Por favor, usen también el Fra<sub>CCOMBUST</sub> =0, en la fila 51 de la hoja de cálculo "3C4_3C5 INFO PROC" porque la fracción de estiércol quemado no está incluida en el N<sub>MMS_Avb</sub> de la hoja de cálculo "3C6 Emisiones".</p> <p>Además, la estimación de las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O en este cuadro (hoja de cálculo "3C6 Emisiones") debe suprimirse. Porque estas emisiones no están relacionadas con la gestión del estiércol sino con su aplicación al suelo. Por favor, suprima las columnas I a K, filas 73-119.</p> <p>Para futuras emisiones, las adiciones de N del material de cama deben ser incluidas (ecuación 10.34).</p>	<p>Se ha verificado que las planillas de cálculo incluyan la aplicación del N<sub>MMS_Avb</sub> correcto.</p>
<p><b>3C7. Arroz</b></p>	
<p>Se realizó una consulta a expertos en arroz para actualizar la caracterización de aspectos tan relevantes para una estimación adecuada de las emisiones como el manejo del agua. Sin embargo, se observa poca coincidencia entre las opiniones de los expertos.</p> <p>De acuerdo con informaciones posteriores, alguno de dichos expertos tendría un grado de experticia mayor. De ser así, el promedio simple de las opiniones podría no ser el mejor método.</p> <p>Sugerencia: dar mayor peso relativo a las opiniones de él o los expertos más calificados</p>	<p>Se ha dado mayor peso relativo a la opinión del experto más calificado.</p>
<p><b>Transparencia</b></p>	
<p>1. Las planillas finales del inventario en el sector Agricultura para el año 2016 son transparentes. Se incluye suficiente documentación clara para permitir que las personas o los grupos que no sean los compiladores del inventario entiendan qué métodos se usaron, qué fuentes para los datos de actividad, y los factores de emisión y otros parámetros necesarios. Esto permite que un interesado externo pueda reconstruir los resultados y pueda asegurarse de que cumplió con los requisitos de buenas prácticas para los inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero acorde a las Directrices del IPCC de 2006.</p>	<p>La versión final incluye las planillas completas para cada año inventario, desde 1994 hasta el 2016.</p>

Hallazgo	Acciones implementadas
<p>Hallazgo 2: No se presentan las planillas para los inventarios anteriores y se informa solo el cuadro general. Esto representa un problema de transparencia e impide juzgar la coherencia.</p> <p>Recomendación: incluir en el informe final para revisión final las planillas completas para cada año, desagregadas por fuentes (3A y 3C).</p>	
<b>Exactitud</b>	
<p>Para el IPCC la exactitud significa que las emisiones no son ni sobreestimadas ni subestimadas, hasta donde sea posible juzgar.</p> <p>La exactitud requiere esfuerzos para eliminar el sesgo de las estimaciones del inventario en la recolección de datos de actividad (véase, especialmente, el Capítulo 2, Métodos para la recopilación de datos, y el Capítulo 3, Incertidumbres, de los volúmenes 1 y 2 a 5).</p> <p>La revisión de las incertidumbres se hará junto con el informe de RAGEI</p> <p>1. Con la información que contienen las planillas finales puede decirse que el inventario es tan exacto como Perú puede, en tanto que parece haber espacio para más mejora en la exactitud del Nivel 2 en 3A.</p> <p>La exactitud de la estimación de las emisiones de la fermentación entérica en “Otros ganados” y “Vacas lecheras”, con Nivel 2 puede mejorarse en futuros inventarios y se sugiere jerarquizar este tema en el plan de mejora del inventario de 2018.</p>	<p>En el presente documento, se han listado las mejoras a aplicar en el inventario de 2018.</p>
<b>Exhaustividad</b>	
<p>El concepto de exhaustividad que define el IPCC significa que se declaran las estimaciones para todas las categorías pertinentes de fuentes y sumideros, y de gases. Las Directrices de 2006 recomiendan las áreas geográficas comprendidas dentro del alcance del inventario nacional de gases de efecto invernadero y señalan que en los casos en los que falten elementos, se debe documentar claramente su ausencia junto con la respectiva justificación de la exclusión. Para facilitar estos aspectos el IPCC presenta orientaciones para Agricultura en los Volúmenes 2 y 4 de las Directrices.</p> <p>1. El inventario es mayormente completo, pero no es totalmente exhaustivo ya que algunas categorías de fuentes no han podido ser reportadas (por ejemplo, emisiones del encalado, emisiones asociadas a la quema de pastizales).</p> <p>1) explicar en el RAGEI las razones de las no estimaciones (NE).</p> <p>2) Incluir en el plan de mejora la generación de datos de actividad para reportar esta fuente en el próximo inventario.</p>	<p>El presente documento detalla las razones por las que no se han reportado las emisiones por encalado. Asimismo, se han incluido en el plan de mejora.</p>
<b>Coherencia</b>	
<p>La Coherencia es un atributo clave de un inventario para garantizar la coherencia de las series temporales de las estimaciones del inventario y establecer la confianza en las tendencias del inventario. El Capítulo 5</p>	<p>La versión final incluye las planillas completas para cada año inventario, desde 1994 hasta el 2016.</p>

Hallazgo	Acciones implementadas
<p>de las Directrices de 2006 (Coherencia de la serie temporal), proporciona métodos para garantizar la coherencia de la serie temporal en los casos en los que no es posible utilizar el mismo método y/o los mismos datos para todo el período. Este capítulo también brinda una orientación de buenas prácticas sobre cuándo corresponde volver a calcular las estimaciones para los años anteriores y métodos para dar cuenta de los cambios producidos en las emisiones y remociones a través del tiempo.</p> <p>1. La revisión de las planillas preliminares de los inventarios anteriores a 2016 sólo contenían el cuadro general de resumen de emisiones por fuente siguiendo la clasificación de las Directrices de 2006. Las planillas finales están desagregadas debidamente para cada año de inventario.</p>	
<b>Comparabilidad</b>	
<p>La Comparabilidad implica, según el IPCC, que se declara el inventario nacional de gases de efecto invernadero de forma tal que permite su comparación con los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero de otros países.</p> <p>1. Las planillas para los años anteriores del inventario fueron recalculadas aplicando las Directrices del IPCC de manera adecuada. La selección adecuada de categorías principales (véase el Volumen 1, Capítulo 4) y en la utilización de la orientación y cuadros para generación de informes, y en el uso de la clasificación y definición de categorías de emisiones y remociones presentadas en el Cuadro 8.2 del Capítulo 8, y en los Volúmenes 2 a 5.</p>	<p>No se realizó ninguna acción.</p>

## 8. PLAN DE MEJORA

La Tabla N° 95 presenta las oportunidades de mejora propuestas para la elaboración de futuros RAGEI.

Tabla N° 95. Acciones de mejora planificadas para futuros RAGEI

N°	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO <sub>2</sub> e de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Nivel de avance en la implementación	Período de implementación
1	Asignar factores de emisión de fermentación entérica por región, ponderando de acuerdo con la productividad y el número de animales.	Mejorar la exactitud y la exhaustividad de los cálculos de las emisiones de metano de la fermentación entérica.	Los factores de emisión se pueden ponderar por la población regional de cada especie ganadera.	Corto plazo
2	Obtener la temperatura media de invierno por región para un cálculo de Nivel 2 de la Fermentación Entérica de vacunos más certero a la realidad del país.	Mejorar la exactitud de los cálculos de las emisiones de metano de la fermentación entérica Nivel 2 de vacunos.	Se puede solicitar al SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) la información registrada en sus estaciones meteorológicas cercanas a zonas de crianza de vacunos, a fin de obtener valores de temperatura media de invierno acertados a cada región	Corto Plazo
3	Obtener un valor de Energía bruta convertida en metano (Y <sub>m</sub> ) país específico (Estudio a nivel de laboratorio) tanto para vacas lecheras y como para otros vacunos.	Mejorar la exactitud de los cálculos de las emisiones de metano de la fermentación entérica Nivel 2 de vacunos.	Existen estudios de investigación actuales aun no publicados referidos a regiones específicas. Se deben obtener valores representativos de todas las regiones o un valor país representativo a nivel nacional, según dietas características.	Mediano plazo
4	Obtener el consumo anual de Cal (Caliza y Dolomita) a nivel país para incluir las emisiones de la categoría C2 en el inventario.	Mejorar la exhaustividad del inventario, incluyendo la categoría C2 referida a las emisiones provenientes del encalado.	No se han iniciado acciones de implementación	Mediano plazo
5	Obtener valores de producción de urea a nivel país, ya que solo se conocen valores de importación	Mejorar la exactitud de los cálculos de las emisiones de la aplicación de urea.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo
6	Obtener la superficie de suelos orgánicos para obtener la superficie total anual de suelos orgánicos drenados/gestionados (F <sub>os</sub> ) La representación de fertilidad puede obtenerse por Dictamen de expertos.	Mejorar la exhaustividad del cálculo de las emisiones de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados.	No se han iniciado acciones de implementación.	Mediano plazo

Fuente: DGAAA-MIDAGRI,2020

## 9. BIBLIOGRAFIA

- Banco Central de Reserva del Perú (2019). Gerencia Central de Estudios Económicos: <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/>
- FAO (2002). Los Fertilizantes y su Uso. Una Guía de bolsillo para los oficiales de extensión. Cuarta edición. Recuperado de: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>
- FAO (2011). Perfil de País: Indicadores de Seguridad Alimentaria. Recuperado de: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/food\\_security\\_statistics/country\\_profiles/esp/Peru\\_S.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/food_security_statistics/country_profiles/esp/Peru_S.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013). Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima-Perú. Recuperado de <http://censos.inei.gob.pe/Cenagro/redatam/#>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2016). Anuario de Estadísticas Ambientales 2016. Temperatura promedio 1995 – 2016. Lima-Perú. Recuperado de: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1342/](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1342/)
- IPCC (1996). Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996. Recuperado de: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/spanish.html>
- IPCC (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Japón: IGES. Recuperado de: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- IPCC (2019) 2019. *Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland. Recuperado de: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol4.html>
- MIDAGRI. (2016). Propuesta de cálculo para la población de equinos y burros, burras, mulas y cuyes y la superficie de pastos naturales. Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios. Orden de servicio N° 2016- 1187.
- MIDAGRI (2016). Boletín de Insumos y Servicios Agrícolas. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas. Lima-Perú.
- MIDAGRI (2017). Anuario de Producción Pecuaria y Avícola 2016. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas. Lima-Perú. Recuperado de <http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuarios-estadisticos>
- MIDAGRI (2017). Anuario de Producción Agrícola 2016. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas). Lima-Perú. Recuperado de <http://siea.MIDAGRI.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuarios-estadisticos>
- MIDAGRI (2017). Plan Nacional de Desarrollo Ganadero Perú, 2017 – 2027 País Ganadero. Lima-Perú. Recuperado de <http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=publicaciones/boletin-estadistico-de-medios-de-produccion-agropecuarios>
- MIDAGRI (2020). Dictamen de expertos 2020. Informe de consultoría. Consultor nacional en ASOUT bajo la Iniciativa para la Transparencia en la Acción Climática (ICAT).
- National Academy Press (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition*. Recuperado de: <https://profsite.um.ac.ir/~kalidari/software/NRC/HELP/NRC%202001.pdf>
- Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA). s/f. Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI. Recuperado de: <http://frenteweb.MIDAGRI.gob.pe/sisca/>
- Serie de Estadísticas de Producción Ganadera y Avícola (SEPGA). s/f. Dirección de estadística Agraria. MIDAGRI. Recuperado de: <http://sitiodea.com/siscipa/index.html>

## 10. ANEXOS

**Anexo A: Datos del responsable del RAGEI**

Datos	Descripción
Nombres y Apellidos	Karla Mónica Valer Cerna
Cargo	Directora General
Correo Electrónico	<a href="mailto:kvaler@midagri.gob.pe">kvaler@midagri.gob.pe</a>
Teléfono - Anexo	51-209-8800 – Anexo 4101
Dirección	Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios
Institución	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

**Anexo B: Dictamen de expertos**

Dictamen de Expertos 2020 de variables requeridas para el cálculo de emisiones de fermentación entérica de vacunos Nivel 2, fermentación entérica Nivel 1 de aves, manejo de estiércol Nivel 1 de vacunos, aves, alpacas y llamas, emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados Nivel 1 y cultivos de arroz Nivel 1.

Disponible en documento "Informe de Dictamen de Expertos MIDAGRI 2020"

**Anexo C: Procedimiento de control de calidad**

Tabla N° 96. Procedimientos generales de control de calidad

Actividad de CC	Procedimientos
Verificar que las hipótesis y criterios para la selección de los datos de actividad y factores de emisión estén documentados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar verificaciones cruzadas de las descripciones de datos de actividad y factores de emisión con información sobre las categorías y asegurar que estos estén debidamente registrados y archivados.</li> </ul>
Verificar si existen errores de transcripción en los datos de entrada y la referencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Confirmar que las referencias de datos bibliográficos estén debidamente citadas en la documentación interna.</li> <li>▪ Efectuar verificaciones en muestras de datos de entrada de cada categoría (ya sean medidas o parámetros utilizados en las estimaciones) para detectar posibles errores de transcripción.</li> <li>▪ Utilizar datos electrónicos siempre que sea posible para minimizar los errores de transcripción.</li> <li>▪ Comprobar que las funciones de las hojas de cálculo se utilicen para minimizar los errores de entrada/usuario:</li> <li>▪ Evitar la programación de factores como fórmulas.</li> <li>▪ Crear tablas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos.</li> <li>▪ Usar la protección de celdas para que los datos fijos no sean modificados de manera accidental.</li> <li>▪ Realizar controles automáticos, como los controles informáticos para cálculos o controles de rango de los datos de entrada.</li> </ul>
Verificar que las emisiones/remociones se estimen correctamente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reproducir una muestra representativa de los cálculos de las emisiones/remociones.</li> <li>▪ En el caso que se utilicen los modelos, imitar de forma selectiva los modelos de cálculos complejos con estimaciones abreviadas para juzgar la exactitud relativa.</li> </ul>
Verificar que las unidades de emisiones/remociones y parámetros se registren correctamente y que los factores de conversión se utilicen de manera apropiada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar que las unidades estén correctamente etiquetadas en las hojas de cálculo.</li> <li>▪ Verificar que las unidades se transporten correctamente desde el principio hasta el final de los cálculos.</li> <li>▪ Verificar que los factores de conversión sean correctos.</li> <li>▪ Verificar que los factores de ajuste temporal y espacial se utilicen correctamente.</li> </ul>
Verificar la integridad de los archivos de base de datos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Confirmar que los pasos de procesamiento de datos apropiados estén correctamente representados en la base de datos.</li> <li>▪ Confirmar que las relaciones de datos estén correctamente representadas en la base de datos.</li> <li>▪ Asegurar que los campos de datos estén correctamente etiquetados y cuenten con las correctas especificaciones de diseño.</li> <li>▪ Asegurar que la documentación adecuada de la operación, la estructura del modelo y la base de datos sean archivadas.</li> </ul>
Verificar la coherencia de los datos entre las categorías.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificar los parámetros (p. ej., datos de actividad, constantes) que son comunes a múltiples categorías y confirmar que existe coherencia en los valores utilizados para estos parámetros en los cálculos de las emisiones/remociones.</li> </ul>
Verificar que el movimiento de datos de inventario entre los pasos de procesamiento sea correcto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar que los datos de emisiones/remociones se agreguen correctamente de los niveles más bajos a los niveles más altos de información en la elaboración de resúmenes.</li> <li>▪ Verificar que los datos de emisiones/remociones se transcriban correctamente en los diferentes productos intermedios.</li> </ul>



Actividad de CC	Procedimientos
Revisar el archivo y la documentación interna.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar que existe documentación interna detallada para respaldar las estimaciones y permitir la duplicación de los cálculos.</li> <li>▪ Verificar que cada elemento de datos básico tenga una referencia para la fuente de datos (a través de los comentarios de celda u otro sistema de anotación).</li> <li>▪ Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.</li> <li>▪ Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.</li> <li>▪ Verificar la integridad de los arreglos relacionados al archivo de datos de las organizaciones externas que participan en la elaboración del inventario.</li> </ul>
Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar la coherencia temporal en los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría.</li> <li>▪ Verificar la coherencia en el método/algorithm utilizado para los cálculos en la serie temporal.</li> <li>▪ Reproducir una muestra representativa de los cálculos de emisiones para garantizar su exactitud matemática.</li> </ul>
Verificar la coherencia de la serie temporal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar la coherencia temporal en los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría.</li> <li>▪ Verificar la coherencia en el método/algorithm utilizado para los cálculos en la serie temporal.</li> <li>▪ Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.</li> <li>▪ Verificar que los efectos de las actividades de mitigación se reflejen adecuadamente en los cálculos de la serie temporal.</li> </ul>
Verificar la exhaustividad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Confirmar que las estimaciones se presenten para todas las categorías y todos los años desde el año base correspondiente durante el período del inventario actual.</li> <li>▪ En relación con las subcategorías, confirmar que toda categoría sea cubierta.</li> <li>▪ Facilitar una definición clara de las categorías de 'Otro' tipo.</li> <li>▪ Verificar que los datos cuya indisponibilidad sea conocida, resultando en estimaciones incompletas de emisiones/remociones de una categoría, estén documentados, incluyendo la evaluación cualitativa de la importancia de la estimación en relación con el total de emisiones netas (p. ej., las subcategorías clasificadas como 'no estimadas').</li> </ul>
Revisiones de tendencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comparar las estimaciones de inventario actuales con las estimaciones previas de cada categoría, en caso de estar disponibles. En el caso que existan cambios o desviaciones significativos de las tendencias esperadas, es necesario volver a revisar las estimaciones y explicar la diferencia. Los cambios significativos en las emisiones o remociones de años anteriores pueden indicar los posibles errores de entrada o de cálculo.</li> <li>▪ Verificar el valor de los factores de emisión implícitos (emisiones/remociones agregadas, divididas por datos de actividad) a través de la serie temporal. ¿Se han reportado cambios en las emisiones o remociones?</li> <li>▪ Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada para los datos de actividad u otros parámetros a través de la serie temporal.</li> </ul>

Tabla N° 97. Procedimientos de específicos de control de calidad para la categoría 3A1 Fermentación Entérica

Actividad de CC	Procedimientos
Verificación de datos de actividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar que los datos de las subespecies de ganado se hayan recabado y agregado correctamente.</li> <li>▪ Efectuar una verificación cruzada de los datos con los de los años anteriores para garantizar que son razonables y coherentes con la tendencia esperada.</li> <li>▪ Identificar las potenciales áreas de sesgo, y evaluar la representatividad de los datos.</li> <li>▪ Realizar una verificación cruzada de datos de población entre los principales mecanismos de declaración (FAO)</li> <li>▪ Documentar los métodos de obtención de datos</li> </ul>
Revisión de factores de emisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Si se emplea el método de Nivel 2/3, el compilador del inventario deberá realizar una verificación cruzada de los factores específicos del país contra los valores por defecto del IPCC</li> <li>▪ (Si se utilizan factores específicos del país) Comparar los factores por defecto y señalar las diferencias. Explicar y documentar cómo se realizó el desarrollo de los factores de emisión específicos del país, y los resultados deben someterse a una revisión por parte de expertos independientes</li> <li>▪ (Nivel 2/3) Realizar una verificación cruzada de los factores específicos del país contra los valores por defecto del IPCC</li> </ul>
Documentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar que este documentado los datos de la actividad, incluyendo los datos de la población animal por categoría y región Verificar que este documentado las fuentes de todos los datos de la actividad utilizados en los cálculos</li> <li>▪ Verificar que este documentado la información y las hipótesis que se utilizaron para desarrollar los datos de la actividad, en los casos en los que éstos no hayan estado disponibles directamente en las bases de datos</li> <li>▪ Verificar que este documentado la frecuencia de la recopilación de datos y estimaciones de su exactitud y precisión</li> <li>▪ (Nivel 1), verificar que este documentado todos los factores de emisión por defecto que se emplearon en la estimación de las emisiones para las categorías de animales específicas.</li> <li>▪ (Nivel 2) verificar que este documentado Valores de Ym;</li> <li>▪ (Nivel 2), verificar que este documentado los valores de DE estimados o tomados de otros estudios;</li> </ul>

Tabla N° 98. Procedimientos de específicos de control de calidad para la categoría 3A2 Manejo de estiércol

Actividad de CC	Procedimientos
Verificación de datos de actividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar que los datos de las subespecies de ganado se hayan recabado y agregado correctamente.</li> <li>▪ Efectuar una verificación cruzada de los datos con los de los años anteriores para garantizar que son razonables y coherentes con la tendencia esperada.</li> <li>▪ Identificar las potenciales áreas de sesgo, y evaluar la representatividad de los datos.</li> <li>▪ Realizar una verificación cruzada de datos de población entre los principales mecanismos de declaración (FAO)</li> <li>▪ Revisar la asignación de sistemas de gestión del estiércol para determinar si se están teniendo en cuenta los cambios producidos en la industria ganadera</li> <li>▪ Verificar el impacto de cambios en la política y la reglamentación nacional del agro sobre los parámetros que se emplean para calcular las emisiones de estiércol</li> <li>▪ Documentar los métodos de obtención de datos</li> </ul>
Revisión de factores de emisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (Nivel 1) Evaluar con qué grado de exactitud las tasas de excreción de VS, los valores de Bo y las prácticas de gestión del estiércol por defecto representan las características de la población animal y del estiércol definidas para el país</li> </ul>
Documentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar que este documentado los datos de la actividad, incluyendo los datos de la población animal por categoría y región.</li> <li>▪ Verificar que este documentado las fuentes de todos los datos de la actividad utilizados en los cálculos</li> <li>▪ Verificar que este documentado la información y las hipótesis que se utilizaron para desarrollar los datos de la actividad, en los casos en los que éstos no hayan estado disponibles directamente en las bases de datos</li> <li>▪ Verificar que este documentado la frecuencia de la recopilación de datos y estimaciones de su exactitud y precisión</li> <li>▪ (Nivel 1), verifica que este documentado todos los factores de emisión por defecto que se emplearon en la estimación de las emisiones para las categorías de animales específicas.</li> <li>▪ Verificar que este documentado las condiciones climáticas por región</li> <li>▪ Verificar que este documentado los datos sobre el sistema de gestión del estiércol, por especie/categoría de ganado y por región, de corresponder</li> </ul>

**Tabla N° 99. Procedimientos de específicos de control de calidad para la categoría 3C1 Quema de biomasa**

Actividad de CC	Procedimientos
Verificación y documentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar que los datos de la actividad se han estratificado adecuadamente por regiones climáticas y tipos de suelos</li> <li>▪ Verificar que se han aplicado correctamente las clasificaciones/descripciones de la gestión</li> <li>▪ Verificar que los datos de la actividad se han transcrito a las hojas de trabajo o al software computarizado del inventario</li> <li>▪ Verificar que los factores de cambio de las existencias de C, las existencias de C del suelo de referencia, las estimaciones de residuos (carga de combustible) y los factores de combustión y emisión del quemado de biomasa se han asignado adecuadamente.</li> <li>▪ Verificar la documentación de cultivos que se queman</li> <li>▪ Verificar la documentación de pastizales que se queman</li> </ul>

**Tabla N° 100. Procedimientos de específicos de control de calidad para la categoría 3C3 Aplicación de urea**

Actividad de CC	Procedimientos
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar que las emisiones se calculan sobre la base de una total contabilización de toda la urea aplicada a los suelos</li> <li>▪ Verificar que se apliquen los mismos datos de la actividad y factores de emisión en toda la serie temporal en pro de la coherencia y deben determinar la influencia del cambio de fuentes de datos sobre las tendencias</li> <li>▪ Garantizar que los datos de la actividad se han procesado adecuadamente para estimar la aplicación a los suelos</li> <li>▪ Garantizar que los datos de la actividad se han transcrito adecuadamente en las hojas de trabajo</li> <li>▪ Garantizar que los factores de emisión se han asignado como corresponde</li> </ul>
Documentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar la documentación de las tendencias y las incertidumbres de las aplicaciones de cal a los suelos y relacionar esas pautas con las tendencias de emisión de CO<sub>2</sub></li> <li>▪ Verificar el registro y explicación de toda fluctuación significativa en las emisiones anuales durante la serie temporal.</li> <li>▪ Verificar la documentación y archivo de las bases de datos reales, como registros de minería o estadísticas de uso de sondeos, y los procedimientos empleados para procesar los datos</li> <li>▪ Verificar la documentación de la información, las hipótesis y los procedimientos empleados para derivar los datos de la actividad. Esta documentación debe incluir la frecuencia de la recolección y la estimación de datos, y la incertidumbre. El uso del conocimiento experto debe documentarse y la correspondencia debe archiversse</li> </ul>

**Tabla N° 101. Procedimientos de específicos de control de calidad para la categoría 3C4 – 3C5  
Emisiones directas e indirectas de suelos gestionados**

Actividad de CC	Procedimientos
Verificación de datos de actividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comparar los datos específicos del país sobre consumo de fertilizantes sintéticos con los datos de uso de fertilizantes de la IFA (<a href="https://www.fertilizer.org/">https://www.fertilizer.org/</a>) y con las estimaciones del consumo de fertilizantes sintéticos de la FAO (<a href="http://www.fao.org/faostat/en/#home">http://www.fao.org/faostat/en/#home</a>)</li> <li>▪ Verificar que los datos de excreción de N sean coherentes con los empleados para la categoría de fuente de sistemas de gestión del estiércol.</li> <li>▪ Comparar las estadísticas nacionales de producción agrícola con las de la FAO</li> <li>▪ Garantizar que se han completado los procesos de GC/CC para la caracterización del ganado, dado que los datos se comparten con la sección ganado.</li> <li>▪ Los valores específicos del país para diversos parámetros deben compararse con los valores por defecto del IPCC y debe explicarse toda diferencia significativa</li> </ul>
Revisión de factores de emisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Revisar los factores de emisión por defecto y documentar las razones por las cuales se seleccionan valores específicos</li> <li>▪ (Si se utilizan factores de emisión específicos del país), Comparar con los factores de emisión por defecto del IPCC y con los usados por otros países en circunstancias similares. Debe explicarse y documentarse toda diferencia entre los factores específicos del país y los factores por defecto o los de otro país.</li> </ul>
Documentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verificar la documentación de las fuentes de todos los datos de la actividad usados en los cálculos (p. ej., citas completas de las bases de datos estadísticas de las que se recabaron los datos) y en los casos en que los datos de la actividad no estuvieran disponibles directamente de las bases de datos, la información y las hipótesis que se usaron para derivar los datos de la actividad. Esta documentación debe incluir la frecuencia de la recolección y estimación de datos, y estimaciones de exactitud y precisión</li> <li>▪ Verificar la documentación de las fuentes de los factores de emisión que se utilizaron (valores específicos por defecto del IPCC país específico u otro).</li> <li>▪ Verificar la documentación de toda fluctuación significativa de las emisiones entre años. Debe hacerse una distinción entre los cambios en los niveles de actividad y los cambios en los factores de emisión, volatilización y lixiviación de año a año, y se documentarán las razones de tales cambios. Si se emplean diferentes factores para los distintos años, se verifica que se debe verificar que se expliquen y se documenten las razones de tal proceder.</li> </ul>

**Tabla N° 102. Procedimientos de específicos de control de calidad para la categoría 3C7 Arroz**

Actividad de CC	Procedimientos
Verificación y documentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar una verificación cruzada de los rendimientos de cultivos agregados y de las estadísticas de superficie de campo declaradas con los totales nacionales y otras fuentes de rendimiento de cultivos/datos de superficie.</li> </ul>

Actividad de CC	Procedimientos
	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Realizar una verificación cruzada entre los totales nacionales declarados y los valores y datos por defecto de otros países.</li><li>▪ Realizar una verificación de la exhaustividad de la categoría.</li><li>▪ Verificar la coherencia de la serie temporal</li><li>▪ Verificar la documentación de prácticas de manejo del agua;</li><li>▪ Verificar la documentación de los tipos y las cantidades de abonos orgánicos utilizados.</li><li>▪ Verificar la documentación de los tipos de suelos utilizados para el cultivo del arroz</li><li>▪ Verificar la documentación de la cantidad de cultivos de arroz anuales;</li><li>▪ Verificar la documentación de los cultivares de arroz más importantes.</li></ul>

Anexo D: Procedimiento de garantía de calidad

Tabla N° 103. Procedimiento de garantía de calidad aplicado a las subcategorías del sector Agricultura

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
<b>I. Aspectos generales</b>			
	<p>Se aplicaron íntegramente y de manera correcta las Directrices del IPCC de 2006. En la mayoría de las fuentes se utilizan métodos de Nivel 1. En algunos casos se emplearon factores de las Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019, por considerarse más adecuados a las circunstancias de Perú.</p> <p>En algunos sitios aislados de las planillas preliminares “sobrevivían” menciones a las Directrices de 1996, y OBP de 2000 que deben eliminarse.</p>	<p>Se recomienda que Perú justifique en el informe de RAGEI por qué consideró más adecuado usar los valores de las Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019.</p>	<p>En el documento RAGEI 2016 se ha justificado la aplicación de factores tomados de las Directrices del IPCC de 2006 Revisadas en 2019.</p>
<b>II. Agricultura</b>			
<b>3A1. Fermentación entérica</b>	<p>Por primera vez Perú utiliza un Nivel 2 para las estimaciones, lo cual está en línea con las buenas prácticas de las Directrices del IPCC de 2006 y significa un gran salto metodológico. Según los resultados de la hoja “Resultados RAGEI 2016” toda la fermentación entérica totaliza 14.074 Gg de CO<sub>2</sub>eq. La subcategoría “Otros ganados” vacunos significa 9.175 Gg. O sea, el 65%, por lo cual es particularmente significativa. Las vacas lecheras significan 2.187 Gg, o sea un 16%.</p> <p>Una subcategoría es significativa dentro de una categoría principal si explica 25-30% o más de las emisiones de esa categoría.</p> <p>Por lo tanto, y según el árbol de decisión, sólo hace falta usar una desagregación de la subcategoría en los datos de actividad para “Otros ganados”, cosa que Perú ha hecho correctamente, en base a los datos estadísticos disponibles.</p>		<p>Se ha realizado una caracterización mejorada de la población del ganado vacuno, desagregándola por clases de edad y género, para la utilización de un Nivel 2 en la estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> por fermentación entérica.</p>
	<p>La categoría “Ganado lechero” debería denominarse “Vacas lecheras” en línea con El Cuadro 10.1 de las Directrices de 2006, dado que refiere únicamente a ganado lechero</p>		<p>Se ha corregido la denominación más apropiada en las planillas de cálculo.</p>

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
	<p>maduro en dedicado a la producción de leche con fines comerciales.</p>		
	<p>Los factores de emisión Nivel 2 para “Otros Ganados” resultaron ser mucho más altos que los valores Nivel 1 de las Directrices del IPCC. La digestibilidad influye de una manera muy importante en el FE. Para el Nivel 2 en “Otros ganados”, si se usan valores de la consulta de expertos el valor medio del FE se eleva a 118,3, si se usan valores medios de digestibilidad proporcionados por MIDAGRI, el FE resulta de 85,7. El valor por defecto del IPCC es 56.</p>	<p>Se recomienda muy especialmente a Perú revisar la correcta aplicación del método Nivel 2, detectar el error, y corregir el FE para obtener valores correctos.</p>	<p>Se revisó con un experto nacional los resultados del proceso de dictamen de expertos y se determinaron factores de emisión más apropiados y afines con las Directrices del IPCC.</p>
	<p>No se reporta el cálculo con Nivel 1, lo que sería útil para visualizar el cambio en exactitud que representa pasar a Nivel 2. Tampoco se calculan los factores de emisión para Nivel 2 por el método simplificado, lo que es útil como chequeo.</p>	<p>Incluir en las planillas finales estos cálculos y reflejarlos en el RAGEI. Incluir el cálculo por el método simplificado.</p>	<p>Las planillas finales incluyen los cálculos de las emisiones por fermentación entérica con Nivel 1 y los FE calculados por el método simplificado.</p>
	<p>El valor utilizado para la producción de leche por día en el Nivel 2 de Vacas lecheras (producción comercial) (10,9 litros/día) no coincide con el que resulta de dividir la producción total por el número de vacas lecheras en sistemas comerciales. (6.2). El cambio en el valor de producción de leche tiene un impacto muy fuerte en el FE de esta categoría: 104,1 si 10,9 litros vs. 85.1 si 6.2</p>	<p>Se recomienda un cuidadoso control de calidad (QC) del cálculo y de los parámetros utilizados. En particular, porque tiene mucha influencia en el resultado obtenido, el valor de digestibilidad media de la dieta y la producción media de leche de las vacas lecheras.</p>	<p>Se ha consensado con MIDAGRI el mejor valor para representar la producción de leche, el cual fue aplicado en las planillas de cálculo.</p>
	<p>No está claro si se usó la población media anual de las especies cuya vida es menor a un año (caso de pollos, cerdos, cuyes, entre otros) para estimar las emisiones por fermentación entérica.</p>	<p>Se debe usar la población media anual de las especies cuya vida es menor a un año (caso de pollos, cerdos, cuyes, entre otros) para estimar las emisiones</p>	<p>Se ha aplicado el ajuste para hallar la población media anual de las especies cuya vida es menor a un año (caso de pollos, cerdos y cuyes).</p>



Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
	<p>Hay un error en el cálculo de la energía bruta del ganado (ecuación 10.16 de las Directrices de 2006) correctamente identificado por el QA de la consultora GAUSS</p> <p>Hay un error en la elección del valor para T&gt;25 C, que debe ser 2 para las vacas lecheras y no 1 según las Directrices del IPCC 2006.</p>	<p>por fermentación entérica.</p>	<p>Se corrigió la ecuación 10.16 de las planillas de cálculo.</p> <p>La planilla de cálculo fue corregida con el factor de emisión correcto.</p>
<b>3A2. Manejo de estiércol</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se estimaron correctamente las emisiones de esta fuente, salvo en el caso de las aves, cerdos, cuyes, las emisiones de esta fuente con los métodos Nivel 1 de las Directrices del IPCC de 2006.</li> <li>En las aves, cerdos y cuyes, no parece que se utilizó como dato de actividad la población media anual de las especies cuya vida es menor a un año, lo cual sobreestima las emisiones.</li> </ul>	<p>Se debe calcular la población media anual de las especies cuya vida es menor a un año (caso de pollos, cerdos, cuyes, entre otros).</p>	<p>Se ha aplicado el ajuste para hallar la población media anual de las especies cuya vida es menor a un año (caso de pollos, cerdos y cuyes) para estimar las emisiones por manejo de estiércol, según corresponda.</p>
<b>3C1. Quema de biomasa</b>	<p>La quema en tierras de cultivo y pastizales no está estimada al faltar el dato de área quemada</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicar en el RAGEI las razones de la no estimación.</li> <li>Incluir en el plan de mejora la generación de datos de actividad para reportar esta fuente en el próximo inventario.</li> </ul>	<p>Se ha incluido la estimación de esta categoría en la versión final de las planillas.</p>
<b>3C2. Encalado</b>	<p>Perú no estimó las emisiones del encalado en las planillas preliminares presentadas. La razón es la no disponibilidad de datos de actividad sobre uso de calcita y dolomita en las tierras</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicar en el RAGEI las razones de la no estimación.</li> <li>Incluir en el plan de mejora la generación de datos de actividad para reportar esta fuente en el próximo inventario.</li> </ul>	<p>En el presente documento se explican las razones por las cuales no se estima la categoría encalado.</p>
<b>3C3. Aplicación de urea</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perú estimó las emisiones con datos de actividad de uso de urea y métodos de las Directrices del IPCC de 2006</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observar si esta fuente es una categoría principal. En cuyo caso es</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se ha explicado en el documento RAGEI 2016 el</li> </ul>

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se asume que toda la urea es importada.</li> </ul>	aconsejable usar un FE país específico. <ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar que no exista producción nacional de urea.</li> </ul>	uso del dato de actividad empleado. <ul style="list-style-type: none"> <li>La aplicación de urea no es una categoría principal.</li> </ul>
<b>3C4. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar columna C4 de la Hoja de cálculo de INFO procesada.</li> <li>No se informan las emisiones de N aplicado al arroz. Muy elevadas en Perú. Dato ya disponible del experto Bruzzone</li> </ul>	Revisar columna C4 y estimar las emisiones por N en arroz, evitando doble contabilidad en el cuadro	Por juicio de experto, se han estimado las emisiones por N en arroz, evitando doble contabilidad.
<b>3C5. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados</b>	La estimación del N <sub>MMS_Avb</sub> de la fila 52 debe sustituirse por el resultado de la aplicación de la ecuación 10.34, que incluye el almacenamiento sólido de estiércol y no de estiércol de animales en pastoreo. (QA GAUSS).		Se ha verificado que las planillas de cálculo incluyan la aplicación del N <sub>MMS_Avb</sub> correcto.
<b>3C6. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O resultantes de la gestión del estiércol</b>	Ver el informe de QA de la consultora GAUSS. El N <sub>MMS_Avb</sub> correcto puede estimarse a partir de los datos presentados en la hoja de cálculo "3C6 Emisiones". Debe ser la suma de la columna H de las filas 73 a 119. Por favor, usen también el Fra <sub>CCOMBUST</sub> =0, en la fila 51 de la hoja de cálculo "3C4_3C5 INFO PROC" porque la fracción de estiércol quemado no está incluida en el N <sub>MMS_Avb</sub> de la hoja de cálculo "3C6 Emisiones". Además, la estimación de las emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O en este cuadro (hoja de cálculo "3C6 Emisiones") debe suprimirse. Porque estas emisiones no están relacionadas con la gestión del estiércol sino con su aplicación al suelo. Por favor, suprima las columnas I a K, filas 73-119. Para futuras emisiones, las adiciones de N del material de cama deben ser incluidas (ecuación 10.34).		Se ha verificado que las planillas de cálculo incluyan la aplicación del N <sub>MMS_Avb</sub> correcto.
<b>3C7. Arroz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizó una consulta a expertos en arroz para actualizar la caracterización de aspectos tan relevantes para una estimación</li> </ul>	Dar mayor peso relativo a las opiniones de él o los	Se ha dado mayor peso relativo a la opinión del

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
	<p>adecuada de las emisiones como el manejo del agua. Sin embargo, se observa poca coincidencia entre las opiniones de los expertos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>De acuerdo con informaciones posteriores, alguno de dichos expertos tendría un grado de experticia mayor. De ser así, el promedio simple de las opiniones podría no ser el mejor método.</li> </ul>	<p>expertos más calificados</p>	<p>experto más calificado.</p>
<b>Transparencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las planillas finales del inventario en el sector Agricultura para el año 2016 son transparentes. Se incluye suficiente documentación clara para permitir que las personas o los grupos que no sean los compiladores del inventario entiendan qué métodos se usaron, qué fuentes para los datos de actividad, y los factores de emisión y otros parámetros necesarios. Esto permite que un interesado externo pueda reconstruir los resultados y pueda asegurarse de que cumplió con los requisitos de buenas prácticas para los inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero acorde a las Directrices del IPCC de 2006.</li> <li>No se presentan las planillas para los inventarios anteriores y se informa solo el cuadro general. Esto representa un problema de transparencia e impide juzgar la coherencia.</li> </ul>	<p>Incluir en el informe final para revisión final las planillas completas para cada año, desagregadas por fuentes (3A y 3C).</p>	<p>La versión final incluye las planillas completas para cada año inventario, desde 1994 hasta el 2016.</p>
<b>Exactitud</b>	<p>Con la información que contienen las planillas finales puede decirse que el inventario es tan exacto como Perú puede, en tanto que parece haber espacio para más mejora en la exactitud del Nivel 2 en 3A.</p>	<p>La exactitud de la estimación de las emisiones de la fermentación entérica en “Otros ganados” y “Vacas lecheras”, con Nivel 2 puede mejorarse en futuros inventarios y se sugiere jerarquizar este tema en el plan de mejora del inventario de 2018.</p>	<p>En el presente documento, se han listado las mejoras a aplicar en el inventario de 2018.</p>
<b>Exhaustividad</b>	<p>El inventario es mayormente completo, pero no es totalmente</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicar en el RAGEI las razones de las</li> </ul>	<p>El presente documento</p>

Tema/ Categoría/ Subcategoría	Hallazgos encontrados	Recomendaciones	Acciones implementadas en el RAGEI 2016
	exhaustivo ya que algunas categorías de fuentes no han podido ser reportadas (por ejemplo, emisiones del encalado, emisiones asociadas a la quema de pastizales).	no estimaciones (NE). • Incluir en el plan de mejora la generación de datos de actividad para reportar esta fuente en el próximo inventario.	detalla las razones por las que no se han reportado las emisiones por encalado. Asimismo, se han incluido en el plan de mejora.
<b>Coherencia</b>	La revisión de las planillas preliminares de los inventarios anteriores a 2016 sólo contenían el cuadro general de resumen de emisiones por fuente siguiendo la clasificación de las Directrices de 2006. Las planillas finales están desagregadas debidamente para cada año de inventario.	No se realizó ninguna recomendación	La versión final incluye las planillas completas para cada año inventario, desde 1994 hasta el 2016.
<b>Comparabilidad</b>	Las planillas para los años anteriores del inventario fueron recalculadas aplicando las Directrices del IPCC de manera adecuada. La selección adecuada de categorías principales (véase el Volumen 1, Capítulo 4) y en la utilización de la orientación y cuadros para generación de informes, y en el uso de la clasificación y definición de categorías de emisiones y remociones presentadas en el Cuadro 8.2 del Capítulo 8, y en los Volúmenes 2 a 5.	No se realizó ninguna recomendación	No se realizó ninguna acción.

