

**Guía Técnica de procedimientos y
metodología para la recolección y
manejo de datos para el Sector
Agricultura**

**Iniciativa de Acción y Transparencia
Climática - ICAT**

Subsecretaría de Cambio Climático



Glosario de Acrónimos

ARCA: Agencia de Regulación y Control de Agua

AFOLU: Agricultura, Silvicultura y Uso de los Suelos

BCE: Banco Central del Ecuador

CGINA: Coordinación General de Información Agropecuaria

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

CNA: Censo Nacional Agropecuario

CONAGOPARE: Consejo Nacional de Gobiernos Parroquiales del Ecuador

CONAVE: Corporación Nacional de Avicultores de Ecuador

CONGOPE: Consorcio Nacional de Gobiernos Provinciales del Ecuador

CUTS: Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura

DA: Datos de actividad

ESPAAC: Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

FAOSTAT: Base de datos estadísticos corporativos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

GCI: Ganadería Climáticamente Inteligente

GEI: Gases de Efecto Invernadero

GTI: Grupo de Trabajo de Inventarios

ICAT: Iniciativa para la Transparencia de la Acción Climática

IBA: Informe Bienal de Actualización

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

INIAP: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

IPCC: Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático

INGEI: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

MAAE: Ministerio del Ambiente y Agua

MAE: Ministerio del Ambiente

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería

MPCEIP: Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca

MRV: Monitoreo Reporte y Verificación

NAMA: Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada

NDC: Contribuciones Nacionales Determinadas

OBP: Orientación sobre Buenas Prácticas

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

ROA: Reglamento del Código Orgánico del Ambiente

SAF: Sistema de Administración Forestal

SENAE: Secretaría de Aduanas del Ecuador

SINGEI: Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero

SUIA: Sistema Único de Información Ambiental.

SENAGUA: Secretaría Nacional de Agua

TCN: Tercera Comunicación Nacional

UNA: Unidad Nacional de Almacenamiento

UTCUTS: Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura

Glosario de Términos

Animales lecheros. Los animales lecheros son aquellos que, en el curso del período de referencia, han sido ordeñados (FAO, 2015).

Buenas prácticas. Conjunto de principios metodológicos, acciones y procedimientos en las directrices, cuya aplicación y pertinencia, permiten obtener inventarios sin estimaciones excesivas o insuficientes, así como la reducción de la incertidumbre (IPCC, 2006).

Datos de Actividad. Los datos de actividad describen la magnitud de la actividad humana que resulta en emisiones o absorciones de gases de efecto invernadero, que tiene lugar durante un periodo dado de tiempo y en una zona determinada (FAO, 2015).

Desnitrificación. Es un proceso de reducción bioquímico mediante el cual el N de los nitratos (NO_3) es devuelto a la atmósfera como óxido de nitrógeno (N_2O) o como N molecular (N_2). El proceso es mediado por una serie de bacterias de suelo (del género *Bacillus* y *Pseudomonas*) (Luzuriaga, 2001).

Encalado de los suelos. La práctica del encalado hace referencia a la aplicación de un material alcalinizante al suelo, como carbonatos en forma de cal (p.ej. carbonato cálcico (CaCO_3)), o dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), o dolomita, con el objeto de reducir la acidez del mismo, incrementar la disponibilidad de nutrientes, en especial calcio y magnesio y mejorar el crecimiento de las plantas en los sistemas gestionados, en particular, las tierras agrícolas y los bosques gestionados. Sin embargo, la adición de cal o dolomita al suelo produce emisiones de CO_2 cuando los carbonatos cálcicos disuelven y liberan bicarbonato (2HCO_3^-), que se convierte en CO_2 y agua (H_2O) (Luzuriaga, 2001).

Ecurrimiento. Denominado también como escorrentía, se define como aquella parte de la lluvia, del agua de deshielo y/o del agua de irrigación que no llega a infiltrarse en el suelo, sino fluye hacia un cauce fluvial, desplazándose sobre la superficie de este (Luzuriaga, 2001).

Factor de emisión. Los factores de emisión son coeficientes que cuantifican las emisiones o absorciones de un gas por los datos de la unidad de actividad. Los factores de emisión están basados en muestras de mediciones, promediados en varios niveles de detalle dependiendo de la metodología de Nivel (Tier) utilizada, con el objeto de desarrollar una tasa representativa de emisión para un dado nivel de actividad, bajo un conjunto de condiciones operativas dadas (FAO, 2015).

Fermentación entérica. Es el proceso de fermentación que produce metano como un derivado del proceso digestivo normal del ganado, en el que los microorganismos residentes en el sistema digestivo del animal fermentan el alimento que éste ha consumido (IPCC, 2006).

Fertilizantes. Los fertilizantes pueden ser orgánicos, inorgánicos o minerales. Los fertilizantes orgánicos tienen un papel importante en la producción agrícola y se obtienen de los animales, las plantas y el compost. Los fertilizantes minerales están disponibles para los agricultores en forma líquida o sólida, se los utiliza en grandes cantidades. Todos los fertilizantes contienen al menos uno de los mayores nutrientes de las plantas: nitrógeno (N), fósforo (P) o potasio (K) (FAO, 2015).

Fertilizantes orgánicos. Fertilizantes de origen animal y vegetal, sean o no mixtos y estén o no tratados químicamente, conocidos también como **abonos orgánicos**. Son fertilizantes elaborados mediante la mezcla o el tratamiento químico de productos animales y vegetales. Son obtenidos a partir de residuos animales y vegetales, así como de excretas y orines (FAO, 2015).

Fertilizantes sintéticos. Los compuestos inorgánicos normalmente se obtienen de derivados de la industria de la petroquímica. Ejemplos de esto son el nitrato de amonio, el fosfato de amonio, el superfosfato y el sulfato de potasio (FAO, 2015).

Ganado. El término “Ganado” se utiliza en sentido amplio para todos los animales objeto de cría, independientemente de la edad, el lugar o la finalidad de la cría. Los animales no domesticados están excluidos de esta definición a menos que se mantengan o críen en cautividad (FAO, 2015).

Gestión del estiércol. El estiércol del ganado está compuesto principalmente de materia orgánica y agua que, bajo condiciones anaeróbicas, se descompone gracias a la acción de bacterias anaerobias y facultativas, y cuyos productos finales son el metano, dióxido de carbono y materia orgánica estabilizada. El potencial de producción de metano del ganado depende de la composición específica del estiércol, que, a su vez, depende de la composición y digestibilidad de la dieta del animal (IPCC, 2006).

Gigagramo Gg. Unidad de masa igual a 1,000,000,000 gramos (FAO, 2015).

Lixiviación. Es el fenómeno de desplazamiento de sustancias solubles o dispersables (arcilla, sales, hierro, humus) causado por el movimiento de agua en el suelo, y es, por lo tanto, característico de climas húmedos (Luzuriaga, 2001).

MCF. Denominado “factor de conversión del metano”, que está en función de los distintos sistemas de gestión del estiércol y las temperaturas anuales promedio, y se determinan para un sistema específico de gestión del estiércol y reflejan el grado en el que se la capacidad máxima de producción de metano del estiércol (B_0) (IPCC, 2006).

Nitrificación. Es la oxidación biológica del amonio con oxígeno para dar nitrito (NO_2^-), seguida por la oxidación de los nitritos a nitratos. Se considera que la nitrificación es una etapa importante en el ciclo del nitrógeno en los suelos, el cual lo realizan bacterias de los géneros *Nitrosomonas* y *Nitrosococcus*, entre otros (Luzuriaga, 2001).

Niveles. Reflejan el nivel de complejidad metodológica, exactitud y grado de incertidumbre del inventario de gases de efecto invernadero. En general, se presentan tres niveles, siendo el Nivel 1, el método básico, y en el cual se utilizan las estadísticas nacionales o internacionales de fácil disponibilidad, en conjunción con factores de emisión por defecto, proporcionados por el IPCC 2006; el Nivel 2, es intermedio, y requiere contar con los datos del Nivel 1 y otros datos específicos de la categoría; y, el Nivel 3, que es el más exigente en cuanto a la complejidad y a los requisitos de los datos, por lo que se lo considera más exacto, genera menor incertidumbre, pero es más costoso y requiere mayores recursos para su generación, compilación y análisis (FAO, 2015).

Sólidos volátiles (VS). Constituyen el material orgánico del estiércol animal y consisten en fracciones tanto biodegradables como no-biodegradables (IPCC, 2006).

Suelos gestionados. Incluye todos los suelos agrícolas y abarca las emisiones directas e indirectas de óxido nítrico, estimadas generalmente a partir de los datos sobre el nitrógeno suministrado a los suelos, incluyendo el uso y ventas de fertilizante nitrogenado, gestión de residuos agrícolas, abonos orgánicos, cultivo de suelos orgánicos (es decir, drenaje de turberas en tierras agrícolas) y conversiones del uso de la tierra que aumentan la mineralización del nitrógeno en la materia orgánica del suelo (FAO, 2015).

Superficie cosechada. Los datos se refieren a la superficie en la que se obtiene un cultivo. En consecuencia, la superficie cosechada excluye la superficie en la que, aunque se sembró o plantó, no se obtuvo cosecha debido a los daños u otras causas. Generalmente, se trata de superficie neta en el caso de los cultivos temporales y a veces de superficie bruta en el de los cultivos permanentes (FAO, 2015).

Superficie sembrada. Es la superficie en la que se ha sembrado o plantado el cultivo de que se trate, en el suelo preparado a tal efecto. Generalmente, se notifica descontando las parcelas no cultivadas, senderos, zanjas, cabeceras, márgenes, cortinas protectoras, etc. (FAO, 2015).

Urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$). Fertilizante sintético producido a partir de amonio sintético (amoníaco) y dióxido de carbono (CO_2) y contiene un 46% de nitrógeno en forma de amida. La urea se produce en forma de gránulos, perlas o cristalinos (FAO, 2015).

Valores de B_0 . Es la capacidad máxima de producción de metano del estiércol, la cual varía según las especies y la dieta (IPCC, 2006).

Volatilización. Es el proceso por el cual el Amonio (NH_4^+) puede ser perdido como Amoníaco (NH_3) a la atmósfera desde la solución del suelo. Este Nitrógeno(N) puede provenir de la mineralización del Nitrógeno orgánico del suelo o del Nitrógeno contenido en fertilizantes aplicados al suelo (Luzuriaga, 2001).

CONTENIDO

Glosario de Acrónimos	2
Glosario de Términos	4
1. INTRODUCCIÓN	9
2. ANTECEDENTES	10
2.1. Marco de transparencia reforzado del Acuerdo de París	10
3. GENERALIDADES	11
3.1. Objetivo de la guía	11
3.2. Alcance y Propósito de la Guía	11
4. MARCO DE REFERENCIA	12
4.1. Categorías del sector Agricultura	12
4.2. Aspectos metodológicos y de medición del sector	13
4.3. Niveles metodológicos (Tier)	16
4.4. Datos de actividad (DA) del sector	19
4.4.1. 3A1. Fermentación entérica	20
4.4.2. 3 A2. Gestión de estiércol	21
4.4.3. 3C7 Cultivo de arroz	22
4.4.4. 3C4 – 3C5 Emisiones directas e indirectas de N ₂ O de suelos gestionados	23
4.4.5. 3C2 Encalado	25
4.4.6. 3C3 Aplicación de Urea	25
4.5. Disponibilidad de la serie temporal	26
4.6. Incertidumbre en el registro de información y datos	26
4.6.1. Incertidumbre Estadística	26
4.6.2. Incertidumbre Sistemática	28
4.7. Documentación y almacenamiento de registros de datos e información	28
4.8. Formatos SINGEI de levantamiento de información	29
5. METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN Y GESTIÓN DE DATOS	31
5.1. Abordaje metodológico y procedimental desarrollado a nivel nacional	31
5.2. Propuestas de mejora metodológica	32
5.3. Arreglos institucionales	43
5.3.1. Arreglos institucionales propuestos	44
6. Evaluación de la incertidumbre en datos e información suministrada	46
7. Resumen Esquemático de Recopilación y Entrega de Información	47
8. Trabajo Sectorial	48
Bibliografía	49
Anexos	53

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categorías de GEI del Sector Agricultura para el Ecuador	12
Tabla 2. Proceso metodológico de recopilación y entrega de información.	15
Tabla 3. Nivel de cálculo por categoría para el sector Agricultura	18
Tabla 4. Datos de actividad utilizados por categoría en el Sector Agricultura	19
Tabla 5. Datos de Actividad 3 A1	20
Tabla 6. Datos de Actividad 3 A2	21
Tabla 7. Datos de Actividad 3 C7	23
Tabla 8. Datos de Actividad 3C4 y 3C5	24
Tabla 9. Propuesta de inclusión de la desagregación de la Superficie anual de cosecha de arroz en la plantilla del SINGEI	35
Tabla 10. Inclusión de variables desagregadas sobre características del cultivo de arroz (variedades, tipo de suelo, aplicación de fertilizantes orgánicos) en la plantilla del SINGEI	36
Tabla 11. Revisión y homologación de los conceptos y parámetros de tipología de fertilizantes orgánicos a ser censados a través de la ESPAC.....	38
Tabla 12. Homologación de las partidas arancelarias sobre el dato de fertilizantes en el uso agrícola (BCE-SENAE)	40
Tabla 13. Formulario de evaluación de incertidumbres en datos de actividad.....	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de elaboración de Inventarios Nacionales de GEI.....	14
Figura 2. Procedimiento metodológico de registro y entrega de datos e información	14
Figura 3. Niveles metodológicos de desarrollo de inventarios (según disponibilidad de información)	16
Figura 4. Estructura de Arreglos Institucionales.....	45
Figura 5. Esquema para aplicar la metodología de recopilación.....	47

Guía técnica de procedimientos y metodología para la recolección y manejo de datos para el Sector Agricultura

1. INTRODUCCIÓN

La Iniciativa para la Transparencia de la Acción Climática (ICAT) pone en práctica lo establecido en el Acuerdo de París, para fortalecer las instituciones nacionales a fin de cumplir con los requisitos de transparencia mejorados sobre la información climática que se deberá reportar como país suscriptor de la CMNUCC.

ICAT es un fondo neutral de múltiples donantes diseñado para mejorar la capacidad de los países en desarrollo, contribuyendo para que se puedan identificar de mejor manera los impactos de sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC). Además, brinda una mayor calidad, confianza y ambición a las políticas climáticas en todo el mundo. ICAT se encuentra en una posición única, como uno de los únicos programas de Medición, Reporte y Verificación (MRV) que ofrece orientación recientemente desarrollada. Esta iniciativa está relacionada con el sistema de políticas y acciones, así como el trabajo de fortalecimiento de capacidades en el país (ICAT, 2019).

En el Ecuador, ICAT aporta con el incremento de capacidades y robustez de información que es necesaria para la elaboración de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, específicamente en los siguientes sectores y categorías:

“Agricultura, Procesos Industriales (para la categoría de productos minerales), sector de Residuos y Energía (para la subcategoría de combustión de combustible dentro de industrias manufactureras y construcción) (MOU ICAT MAE 2019, pág. 11)

Éstos son priorizados, luego de que, a través de los resultados obtenidos de los Inventarios desarrollados, se los identifica como categorías principales. Además de tener importantes oportunidades de mejora en la recopilación de datos e información.

En este contexto, se espera que ICAT fortalezca las capacidades de las instituciones que recopilan y brindan información para la elaboración de los INGEI, mediante la sistematización de información en la plataforma SINGEI. De igual forma contribuir en la estandarización de la recopilación y gestión de datos, incluidos los procedimientos y metodologías adecuadas. Esto permite que la información reportada se vuelva más transparente y robusta. Con este fin, se ha llevado a cabo una priorización de sectores y categorías, de modo que las actividades puedan enfocarse mejor en desarrollar capacidades donde más se necesitan.

2. ANTECEDENTES

En julio de 2016, Ecuador suscribió el Acuerdo de París bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. En junio de 2017, se ratifica la suscripción de este, mediante lo cual, en ese marco, se asume el compromiso de presentar lo referente a las medidas de adaptación y acciones de mitigación del cambio climático, que constituirán las metas a ser cumplidas del país.

Además, al ser signatario de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), ha realizado importantes avances relacionados con la publicación y reporte de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), es así como el Ministerio del Ambiente y Agua (MAAE), hasta la fecha ha desarrollado y reportado tres Comunicaciones Nacionales correspondiente a los años 2001, 2011 y 2017, las cuales incluyeron los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de los años 1990, 1994, 2000, 2010 y 2012. Además, el MAAE ha reportado el Primer Informe Bienal de Actualización (IBA, 2016), el cual contiene la actualización de algunos contenidos de la Segunda Comunicación Nacional (2011) incluyendo el INGEI 2010. La Tercera Comunicación Nacional (TCN, 2017), contiene el reporte de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para el año 2012 y un análisis de tendencia de los inventarios realizados en el pasado (1990, 1994, 2000, 2010 y 2012).

Actualmente, la Subsecretaría de Cambio Climático, a través de Proyecto Cuarta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización, está desarrollando los INGEI de los años 2014, 2016 y 2018 y las actualizaciones de los inventarios 1994, 2000, 2006, 2010 y 2012, utilizando las Directrices 2006 del Grupo Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) para los Inventarios Nacionales de GEI (en adelante referidas como Directrices del IPCC 2006).

A fin de sistematizar la elaboración de los Inventarios Nacionales de GEI, el desarrollo del Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (SINGEI), se define como una combinación armonizada de componentes, procesos, metodologías, procedimientos y estructuras que contribuyen en la compilación, análisis, informe y difusión de información relacionada con los Inventarios Nacionales de GEI. Su diseño ha incluido varias etapas, como son la definición, documentación y aprobación de los procesos que describe, además del desarrollo de una plataforma web que permitirá la recolección de datos y la difusión de información (ICAT, 2019).

El MAAE, al ser la Autoridad Nacional de Ambiente y Agua, y en cumplimiento de lo establecido en el marco legal actual, se encuentra desarrollando el Registro Nacional de Cambio Climático y el Sistema de Medición, Reporte y Verificación (RCOA, 2019). Por lo que permite el desarrollo de política y reglamentación secundaria que facilite la obtención de información necesaria para los posteriores reportes nacionales de GEI.

2.1. Marco de transparencia reforzado del Acuerdo de París

ICAT, se enmarca en el Artículo 13 del Acuerdo de París, el cual hace énfasis en la flexibilidad entre Partes sobre la implementación de la transparencia en la información: Este marco de transparencia ofrecerá flexibilidad a las Partes que son países en desarrollo que lo necesiten, teniendo en cuenta sus capacidades, para la aplicación de las disposiciones del artículo en mención, incluyendo flexibilidad en el alcance, frecuencia y nivel de detalles del reporte de GEI, así como en el alcance de

la verificación; y aplicación de la última metodología de elaboración de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero desarrollada por el IPCC. Esto a fin de conseguir una mejora continua de los procesos que se llevan como país en el desarrollo de un sistema de Medición, Reporte y Verificación de información climática, tanto de mitigación como adaptación (CMNUCC, 2015) (ICAT, 2019).

En el contexto general, el Artículo 13 del Acuerdo de París desarrolla el marco de transparencia reforzado para la medición y reporte de la información relacionada a mitigación, adaptación, financiamiento, desarrollo de tecnologías y capacidades, junto con el proceso necesario de revisión.

El propósito del marco de transparencia reforzado es dar una visión clara de las acciones adoptadas para hacer frente al cambio climático del país a la luz del objetivo de la Convención, enunciado en su artículo 2, entre otras cosas aumentando la claridad y facilitando el seguimiento de los progresos realizados en relación con las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) (Acuerdo de París, 2015) (Iniciativa ICAT Ecuador, 2019).

Este marco representa un elemento fundamental para el éxito de la implementación del Acuerdo de París, ya que permite dar el seguimiento al progreso de las metas individuales de los países, así como las metas globales.

3. GENERALIDADES

3.1. Objetivo de la guía

Dotar a las organizaciones sectoriales y a su talento humano un instrumento metodológico, de fácil comprensión y aplicación que ayude a fortalecer la recolección y manejo de datos. Considerando las necesidades de información que establecen la Directrices del IPCC 2006, que son utilizados para posterior cálculo de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero del Ecuador y reporte en Comunicaciones Nacionales.

Objetivo sectorial: Fortalecer los procedimientos y metodologías de levantamiento de datos e información que sirven para la elaboración de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) para el sector Agricultura, mediante la identificación de procesos de recopilación y gestión de datos, a través de la optimización y mejoramiento de metodologías aplicadas.

3.2. Alcance y Propósito de la Guía

El propósito de la Guía es facilitar una herramienta práctica enfocada a la etapa de recolección de datos de actividad necesaria para el sector Agricultura, en las categorías fuentes de emisiones de GEI identificadas como: 3A1 Fermentación entérica, 3A2 Gestión del estiércol, 3C4 y 3C5 Suelos agrícolas, 3C7 Cultivos de arroz, 3C2 Emisiones de CO₂ de enclavado, y, 3C3 Aplicación de urea. Para desarrollar en el sector una eficiente y eficaz recopilación de información, y con ello el país pueda fortalecer el desarrollo de los INGEI.

De esta manera la presente Guía servirá de orientación y consulta técnica, en lo que respecta a la provisión de información y control de calidad de los datos suministrados conforme a los requerimientos de las Directrices del IPCC 2006, para la elaboración de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero del Ecuador.

4. MARCO DE REFERENCIA

El marco de referencia muestra los requerimientos de información y buenas prácticas de las Directrices del IPCC 2006 para la recopilación y entrega de datos e información necesaria en cada una de las categorías de fuentes de emisiones de GEI del sector Agricultura. Consiste en desarrollar a detalle los requerimientos de información y buenas prácticas para el Sector y todas sus categorías.

Esta sección muestra a los usuarios de esta Guía, las necesidades metodológicas sobre la recopilación de datos de actividad como una parte integral en la elaboración y actualización de un Inventario de Gases de Efecto Invernadero. Para ello se desarrollarán procedimientos formalizados de recopilación de datos, los cuales deberán ser revisados de forma periódica como parte de la instrumentación de buenas prácticas y mejoramiento continuo de la calidad de información. Esta sección está enfocada a que los proveedores de información puedan disponer de una fuente de consulta sobre las necesidades de información y la manera de reportarla.

Al ser una de las etapas iniciales de la elaboración de los Inventarios (Figura 1. Proceso de elaboración de Inventarios Nacionales de GEI), la sistematización de una estrategia de recopilación de datos permitirá alcanzar los objetivos de calidad de estos en cuanto a la oportunidad, coherencia, exhaustividad, comparabilidad, exactitud y transparencia. (IPCC, 2006)

Se toma como referencia a lo indicado en el Volumen 1 de las Directrices del IPCC 2006, referente a la Guía de Buenas Prácticas, haciendo hincapié en la recopilación de datos de actividad. Además del Volumen 4 correspondiente al sector Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, Capítulos: 5 Tierras de cultivo, 10 Emisiones resultantes de la gestión del ganado y del estiércol, y 11 Emisiones de N₂O de los suelos gestionados y emisiones de CO₂ derivadas de la aplicación de cal y urea.

4.1. Categorías del sector Agricultura

El presente análisis se centra en las categorías del sector Agricultura que reporta el país y que de acuerdo con las Directrices del IPCC 2006, considera la estimación de las emisiones de GEI de 5 categorías fuentes de emisión de GEI.

La Tabla 1 muestra, las categorías fuentes de emisiones y sus respectivos GEI, según las Directrices del IPCC 2006 para el sector Agricultura.

Tabla 1. Categorías de GEI del Sector Agricultura para el Ecuador

Código de la categoría	Título de la categoría	Gas de Efecto Invernadero
------------------------	------------------------	---------------------------

3A1	Ganado doméstico: fermentación entérica	CH ₄
3A2	Ganado doméstico: Gestión de estiércol	CH ₄ , N ₂ O
3C2	Encalado	CO ₂
3C3	Aplicación de urea	CO ₂
3C4 – 3C5	Emisiones Directas e indirectas de N ₂ O de los suelos gestionados	N ₂ O
3C7	Cultivo de arroz	CH ₄

Fuente: IPCC 2006

Elaboración: ICAT Ecuador

4.2. Aspectos metodológicos y de medición del sector

El proceso de elaboración de los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, arranca con la identificación de actores clave y la disponibilidad de datos para su recopilación y posterior cálculo de emisiones (Figura 1), el producir y utilizar datos adecuados de la actividad en análisis, siguiendo métodos por pasos definidos para su recopilación y gestión, dependiendo de las condiciones nacionales e información disponible en el sector reportado se considera una buena práctica para garantizar la calidad de las estimaciones resultantes.

Los principios metodológicos para una correcta gestión y entrega de información se los puede definir en las siguientes actividades macro:

- Identificación de la categoría fuente a la que se está contribuyendo, conocer los detalles de información y características de las necesidades metodológicas IPCC.
- Revisión de las necesidades metodológicas con regularidad entre los proveedores de información y el MAAE, para establecer la eficacia de la entrega de información y disponer de actualizaciones frecuentes respecto a los métodos que se utilizan en la recopilación de datos y construcción de los reportes nacionales.
- Recopilación y almacenamiento de información/datos a un nivel de detalle y calidad adecuada según las Directrices indicadas y formatos desarrollados.
- Evaluación de las incertidumbres y control de calidad de los datos.
- Entrega de los datos e información en el formato y temporalidad solicitada.
- Registro histórico de datos/información, actualizaciones metodológicas de gestión de información y sistemas de almacenamiento disponibles.
- Formalización de acuerdos con los proveedores de datos/información para flujos continuos de datos con los requerimientos expresos detallados.

La Figura 1, presenta de manera resumida y muy objetiva, el proceso seguido para la elaboración de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero del país. (Ministerio del Ambiente , 2017)

Figura 1. Proceso de elaboración de Inventarios Nacionales de GEI



Fuente: (Ministerio del Ambiente , 2017)

A continuación, la Figura 2 muestra de manera general el procedimiento metodológico que guiará a las instituciones competentes en las fases de recopilación y entrega de datos e información según las necesidades y requerimientos de las Directrices del IPCC 2006, aplicadas por el país para el cálculo de los Inventarios Nacionales de GEI.

Figura 2. Procedimiento metodológico de registro y entrega de datos e información



Elaboración: ICAT Ecuador 2020

Fuente: Adaptado de (WBCSD, 2005)

Las instituciones proveedoras de información y datos necesarios para la estimación y reporte de los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero que disponen de un proceso continuo de recopilación de información deberán seguir el procedimiento que muestra la Tabla 2, para la entrega formal de la información, haciendo hincapié en las características metodológicas y de instrumentación, recopilación, registro, evaluación de incertidumbre y almacenamiento.

Tabla 2. Proceso metodológico de recopilación y entrega de información.

Proceso	Detalle
Recepción de la Solicitud enviada por el MAAE	El MAAE elabora y remite oficios de solicitud de información dirigidos a los puntos focales políticos de las Instituciones proveedoras de la información necesaria para el cálculo del inventario de GEI sectorial. La solicitud estará acompañada del respectivo formulario de información y datos a ser entregado luego de su llenado y verificación.
Nominar e informar un punto focal técnico por parte de las instituciones proveedoras de datos e información.	El punto focal técnico deberá ser el interlocutor entre el MAAE y la organización proveedora de los datos e información. Responsable del proceso interno de recopilación, verificación y entrega de los datos.
Identificar a la categoría fuente a la que se está contribuyendo, conocer los detalles de información y características de las necesidades metodológicas IPCC	Datos de actividad de Categorías según el nivel metodológico del reporte (ver acápite 4.3 y 4.4. de esta guía)

Recopilar la información/datos solicitados	Verificar los datos/información a suministrar al MAAE: Coherencia de valores, series temporales, carencia de datos, características metodológicas de instrumentación, evaluación de incertidumbres y almacenamiento. (ver acápite 4.5 y 4.6. y 4.7 de esta guía)
Registrar los datos/información requerida en los formatos indicados.	Uso de formatos de recopilación de información SINGEI. (ver acápite 4.8 de esta guía)
Entrega de los datos/información	Envío de los formularios con la información requerida y observaciones si las hubiese.
Aplicar mejoras identificadas en el reporte de los datos e información.	En cumplimiento del Marco Reforzado del Acuerdo de París, y la Legislación Ambiental vigente ¹ , se deberá desarrollar un Proceso continuo de mejora y entrega de la información y datos.
Desarrollar reuniones bilaterales de revisión y aclaración.	El MAAE junto con los puntos focales, deberán coordinar reuniones de revisión de la información entregada y posibles ajustes y validación.

Elaboración: ICAT Ecuador

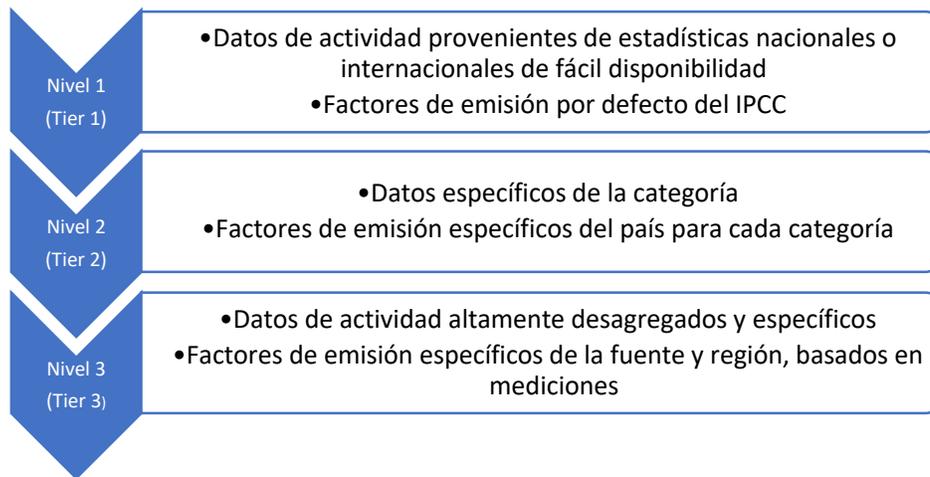
4.3. Niveles metodológicos (Tier)

En función a la disponibilidad de fuentes de datos e información, existen diversos niveles para estimar las emisiones. Su selección depende del grado de detalle de los datos de actividad y a su vez de factores de emisiones locales disponibles. En la terminología utilizada por IPCC, estos niveles jerárquicos responden a tres Niveles (Tier del inglés), donde el más básico es el Nivel 1 (Tier 1), e incrementándose hasta el Nivel 3 (Tier 3).

La siguiente figura muestra las características generales de disponibilidad de información para la selección de cada Nivel.

Figura 3. Niveles metodológicos de desarrollo de inventarios (según disponibilidad de información)

¹ El artículo 720 del Reglamento del Código Orgánico del Ambiente suscribe que los Gobiernos Autónomos Descentralizados, las entidades sectoriales, los institutos nacionales de monitoreo e investigación, la sociedad civil, la academia y las entidades del sector privada remitirán la información asociada al cambio climático requerida por la Autoridad Ambiental Nacional conforme los arreglos institucionales establecidos para el efecto, mismos que determinarán la periodicidad y formato de entrega de la información.



Fuente: (IPCC, 2006)

Elaboración: ICAT Ecuador

La utilización de niveles superiores implica una mayor precisión del inventario y una reducción de la incertidumbre, pero se requieren más recursos a disposición y su tarea resulta ser más compleja. Sin embargo, existe también la factibilidad de utilizar una combinación de niveles, en la cual, los métodos y datos de actividad se centren en el Nivel 1, pero que para el Nivel 2, solamente podrán ser usados los métodos, más no los datos, los cuales podrían ser reemplazados parcial o totalmente con datos del país, como parte de la estimación del nivel 2 (IPCC, 2006).

Nivel 1: presenta los valores paramétricos por defecto como, por ejemplo, factores de emisión y de cambio de reservas, son proporcionados por las directrices del IPCC, y disponibles a un nivel de desagregación por continentes y regiones (p.ej. tasas de deforestación, estadísticas de producción agrícola, mapas mundiales de cobertura terrestre, uso de fertilizantes, datos de la población ganadera), aunque con una baja resolución espacial (FAO, 2015). Normalmente se utilizan los métodos de nivel 1 cuando los datos del país son insuficientes o no reflejen una tendencia histórica apropiada.

Nivel 2: a pesar de que se puede recurrir a utilizar el mismo enfoque que en el Nivel 1, se deben aplicar los factores de cambios de existencias y de emisión, basados en datos específicos del país o de la región. En este caso, datos de actividad de origen nacionales, con mejor resolución espacial y temporal, y mayor desagregación, pueden ser utilizados, alcanzando una mejor precisión y reduciendo la incertidumbre del inventario.

Nivel 3: en el cual se utilizan métodos de orden superior, como modelos, muestreos de campo completos y sistemas de medición de inventarios ajustados al contexto nacional, con series históricas y registros de datos de actividad desagregados y con alta resolución espacial y temporal. El uso de estos métodos brinda estimaciones más certeras, con menor incertidumbre, pero son más complejos, requieren más recursos para su puesta en funcionamiento, al igual que mayores controles de calidad y validación.

Para el caso de las Categorías de análisis del sector Agricultura en el Ecuador, se utilizan métodos de Nivel 1, a excepción de la categoría “Emisiones de CH₄ por Fermentación Entérica en el ganado doméstico”, en relación con “Ganado vacuno”, en la cual se utiliza un método de Nivel 2, basado en factores de emisión propios del país (MAAE, 2020), como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3. Nivel de cálculo por categoría para el sector Agricultura

Categoría IPCC 2006	Categorías de análisis separado para el sector Agricultura	Gas Efecto Invernadero	TIER Utilizado	Factor de Emisión
3A1	Emisiones de CH ₄ por fermentación entérica en el ganado doméstico	CH ₄	TIER II (ganado Bovino)	CS bovinos D Otro ganado
3A2	Emisiones de CH ₄ del manejo de estiércol	CH ₄	TIER I	D
3A2	N ₂ O Emisiones directas de la gestión de estiércol	N ₂ O	TIER I	D
3C6	N ₂ O Emisiones indirectas de la gestión de estiércol	N ₂ O	TIER I	D
3C2	Encalado: Emisiones anuales de CO ₂ -C de Encalado	CO ₂	TIER I	D
3C3	Fertilización de urea: Emisiones anuales de CO ₂	CO ₂	TIER I	D
3C4	N ₂ O Emisiones Directas de Suelos Agrícolas	N ₂ O	TIER I	D
3C5	N ₂ O Emisiones Indirectas de Suelos Agrícolas	N ₂ O	TIER I	D
3C7	Emisiones de CH ₄ de la producción de arroz	CH ₄	TIER I	D
3E	Quema prescrita de sabanas	CO ₂	NO	NO
3 I-J	Otros	CO ₂	NO	NO

CS = País específico; D = Por defecto

Fuente: (MAAE, 2020 - Proyecto 4CN/2BUR)

Se tiene que en la mayoría de las categorías del sector Agricultura, se cuenta con datos de Nivel 1; sin embargo, las Directrices del IPCC 2006, brindan las herramientas y los factores de emisión para cada categoría en la estimación de emisiones/absorciones de GEI, mediante la difusión de metodologías de Buenas Prácticas para su utilización en la preparación de los inventarios de GEI.

En cumplimiento del marco de transparencia reforzado del Acuerdo de París, mencionado en el inicio de la guía, se hace hincapié en la importancia de que los países puedan avanzar en robustecer sus reportes de emisiones nacionales. Es así como a partir de la mejora en la recolección de datos de actividad con consistencia, exhaustividad y robustez se espera que los inventarios puedan ir avanzando en los niveles de elaboración mostrados en la Figura 3. Para ello, con el propósito de apoyar a las instituciones proveedoras de información a robustecer sus procesos de recopilación de datos, la presente guía, se desarrolla propuestas metodológicas que establecen una hoja de ruta a seguir en el marco del cumplimiento de los compromisos nacionales. Estos procedimientos disponen de lo indicado por las Directrices del IPCC 2006 y condiciones nacionales específicas del sector.

Por lo tanto, el siguiente acápite muestra los datos de actividad requeridos en la estimación de los Inventarios Nacionales de GEI haciendo hincapié en las particularidades de cada una de las categorías de fuente de emisiones de GEI del sector.

4.4. Datos de actividad (DA) del sector

Los datos de actividad (DA) describen la magnitud de la actividad humana a nivel nacional y de manera anual de una categoría analizada, los datos de actividad disponibles responden en su mayoría a los procesos de recopilación de información para la generación de estadísticas sectoriales nacionales, adicional pueden existir otras fuentes de datos auxiliares. Recopilaciones para otro tipo de usos o durante otro tipo de registros, ya sean administrativos, tributarios a nivel nacional, para el otorgamiento de licencias o campañas de vacunación pecuaria, son datos que se los identifica como necesarios para la formulación de modelos y correlaciones de los datos de actividad.

Los datos de actividad necesarios para el cálculo de emisiones de GEI de las categorías en el sector Agricultura se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4. Datos de actividad necesarios por categoría en el Sector Agricultura

Categorías de análisis	Datos de actividad
Fermentación entérica	Población de: Ganado vacuno, Búfalos, Ovinos, Caprinos, Caballos, Mulas y asnos, Porcinos y Otros si los hubiese.
Gestión de estiércol	Población de: Ganado vacuno, Búfalos, Ovinos, Caprinos, Caballos, Mulas y asnos, Porcinos, Aves de Corral y Otros si los hubiese.
Encalado: Emisiones anuales de CO ₂ -C de encalado	Volumen de uso de cal en agricultura (tn)
Aplicación de urea: Emisiones anuales de CO ₂	Volumen de uso de urea en agricultura (tn)
Emisiones Directas e indirectas N ₂ O de suelos gestionados	Superficie cosechada por cultivos fijadores de N, producción y cantidad de fertilizante aplicado
Cultivos del arroz	Superficie inundada de cultivos de arroz

Fuente: (IPCC, 2006)

Elaborado: ICAT Ecuador

Para cada una de las categorías del sector Agricultura, se requiere datos de actividad específicos. Como ya se indicó, corresponderá al nivel metodológico de estimación aplicable, el uso de esta información disponible. Es así como para las categorías: tierras de cultivo, emisiones resultantes de la gestión del ganado y del estiércol, y finalmente emisiones de los suelos gestionados y emisiones de CO₂ derivadas de la aplicación de cal y urea, existe una disponibilidad de datos e información sobre población anual del ganado, superficie cosechada, aplicación de nitrógeno procedente de fertilizantes sintéticos y/o abonos orgánicos, cultivos fijadores y residuos de cosechas, por lo que se aplica el Nivel 1, siendo evidente la oportunidad de mejora de la generación y reporte de esta información a fin de avanzar en los Niveles metodológicos de estimación. Para todas las categorías reportadas en el INGEI, existe la posibilidad de desarrollar factores de emisión propios del país, esto es posible desarrollando mejores procedimientos de recopilación de datos e información, según las necesidades de las Directrices del IPCC 2006.

Para el caso de aquellas categorías en las que el país ha realizado un esfuerzo de mejora respecto a la generación de información más específica, como es el caso de la categoría “Fermentación entérica en ganado vacuno”, que actualmente cuenta con datos desagregados por producto, región, edad y sistema productivo, lo que ha permitido reportar esta categoría bajo el Nivel 2, disponiendo así de un factor de emisión propio del país.

4.4.1. 3A1. Fermentación entérica

Se consideran los DA que incluyen las siguientes categorizaciones de animales:

Ganado vacuno, desagregado en ganado lechero, ganado no lechero y ganado en crecimiento, para el caso de métodos de Nivel 2 y recomendado por el IPCC para países con grandes poblaciones ganaderas, ovinos, caprinos, búfalos, Otros (llamas, alpacas, ciervos), equinos, mulas y asnos y porcinos; es decir las emisiones generadas de los procesos digestivos de estos animales, que emiten CH₄.

En el caso de aves de corral, no se calcula debido a que no se cuentan con los factores de emisión unitarios (IPCC, 2006; MAE, 2016; FAO, 2015).

Para calcular el dato de actividad, se requiere contar con la población anual del ganado según tipo, la cual es representada por el número de cabezas, y que puede ser tomado a partir de encuestas agropecuarias nacionales, programas y/o proyectos de inversión pública o de la cooperación internacional, o de los datos provistos por las organizaciones y gremios de productores (IPCC, 2006).

La siguiente Tabla muestra la descripción y datos de actividad de la categoría 3 A1:

Tabla 5. Datos de Actividad 3 A1

Categoría	Descripción	Datos de actividad
3A1 Fermentación entérica	Estimación de las emisiones de CH ₄ por fermentación entérica en el ganado doméstico, a través de la digestión de los carbohidratos por los microorganismos.	- Número de cabezas de ganado (población promedio anual) por año y por tipo (vacas lecheras y no lecheras, ovejas, cabras, cerdos, caballos, mulas, asnos, camélidos, aves de corral).

Fuente: Directrices del IPCC 2006

Elaboración: ICAT Ecuador

Es preciso señalar que, para la caracterización del ganado en un Nivel 2 de cálculo como es el caso de Ecuador, se requiere información detallada (datos de actividad) con las siguientes características:

- Definiciones para categorías de ganado;
- Población de ganado por categoría, considerando la estimación de la población anual, según el Nivel 1; y,
- Las estimaciones de ingesta de alimentos por cada categoría de ganado.

Para el factor de emisión, en el nivel metodológico 1, se cuenta con los factores de emisión por defecto del IPCC, los cuales son especificados por categorización de ganado y agrupación regional (IPCC, 2006 - Vol. 4, Cap. 10, tablas 10.10 y 10.11).

Para el cálculo de factores de emisión propios, de acuerdo a un nivel metodológico Nivel 2, en la categoría de ganado vacuno, como es el caso de Ecuador, se debe contar con información desagregada respecto a producto, región, edad, carne o leche y sistema productivo, en función de las categorización de ganado vacuno más agregadas que se reportan en el INGEI facilitando la obtención de los parámetros necesarios para el cálculo de los rubros vinculados a la ingesta y el factor de conversión de metano (Ym) (IPCC, 2006; MAE, 2016), y de esta forma obtener el factor de emisión propio por cada categoría de ganado vacuno para el reporte de fermentación entérica.

4.4.2. 3 A2. Gestión de estiércol

Esta categoría, mantiene una dinámica similar a la categoría de Fermentación entérica, considerando sus datos de actividad (ganado), las cuales son parte de la Categoría “3A Ganado”, aun cuando las consideraciones de fracción de excreción y métodos de manejo tienen una relación directa con los procesos de descomposición del estiércol, término que incluye tanto a la orina como al excremento, y que generan mayoritariamente CH₄ a través de procesos de descomposición anaeróbicos del estiércol; también se generan emisiones de N₂O, pero estas son consideradas en la categoría de “Suelos agrícolas”, como parte de los procesos de nitrificación, desnitrificación, volatilización y lixiviación del Nitrógeno (IPCC, 2006).

Para los DA se consideran las siguientes categorizaciones de animales: búfalos, ovejas, cabras, camélidos, caballos, mulas y asnos, cerdos, aves de engorde, patos, pavos, ponedoras y ganado vacuno en función de los siguientes tipos: lechero, no lechero toros, no lechero vacas, no lechero en crecimiento (IPCC, 2006). (Tabla 6)

Tabla 6. Datos de Actividad 3 A2

Categoría	Descripción	Datos de actividad
3A2 Gestión del estiércol	Estimación de emisiones CH ₄ producto de la descomposición del estiércol bajo condiciones anaeróbicas (manejo).	- Número de cabezas de ganado (población promedio anual) por año y por tipo (vacas lecheras y no lecheras, ovejas, cabras, cerdos, caballos, mulas, asnos, camélidos, aves de corral). - Zonas de temperatura (frío, templado y cálido) en base a los rangos de Temperatura Promedio Anual (AAT) de las poblaciones estratificadas del ganado doméstico.
	Estimación de las emisiones N ₂ O directas e indirectas resultado del almacenamiento y tratamiento del estiércol a través de la nitrificación y desnitrificación del N contenido, previo a su aplicación al suelo o a su utilización.	- Número de cabezas de ganado (población promedio anual) por año y por tipo (vacas lecheras y no lecheras, ovejas, cabras, cerdos, caballos, mulas, asnos, camélidos, aves de corral). - Zonas de temperatura (frío, templado y cálido) en base a los rangos de Temperatura Promedio Anual (AAT) de las poblaciones estratificadas del ganado doméstico.

		- Tipos de sistemas de gestión del estiércol (pasturas, almacenaje de sólidos, lagunas de fermentación, almacenamiento en pozos).
--	--	---

Fuente: Directrices del IPCC 2006

Elaboración: ICAT Ecuador

Como se había mencionado, según la disponibilidad de información, es aplicable el nivel metodológico de estimación de emisiones, en este caso al no contar con una caracterización de toda la población ganadera, ni contar con las tasas de sólidos volátiles (de sus siglas en inglés VS), valores de los factores de conversión de metano (MCF) y de la capacidad máxima de producción de metano (Bo), así como datos específicos del sistema de gestión del país, las estimaciones de GEI para esta categoría son desarrolladas de acuerdo a un nivel metodológico 1.

Los valores presentados por las Directrices del IPCC 2006 para el factor de emisión (EF) han sido asignados en función del nivel medio de la temperatura anual (°C), en cada región climática y clasificación de temperatura (frío, templado y cálido), para cada tipo de ganado, lo cual se ajusta a las características de las 3 regiones climáticas productivas del país, de acuerdo con lo establecido y sugerido por el IPCC, y que se presentan en el Vol. 4, Cap. 10, Cuadros 10.14, 10.15 y 10.16, para cada una de las categorías de ganado. Estos valores son multiplicados por el factor de emisión actualizado del IPCC 2006, que está en función de los tipos de manejo de estiércol identificados a nivel nacional: sistemas de tipo líquido, almacenamiento de sólidos, abonado diario, praderas y otros sistemas (IPCC, 2006). En el Ecuador es aplicado un factor de emisión propio, mismo que esta de acuerdo con la categoría IPCC de Fermentación Entérica.

4.4.3. 3C7 Cultivo de arroz

Las emisiones de GEI procedentes del cultivo de arroz consisten en gas metano (CH₄) emitido durante la descomposición anaeróbica de la materia orgánica en los campos de arroz. Las emisiones de CH₄ se estiman multiplicando los factores de emisión diaria por período de cultivo de arroz y por superficies de cosecha anual; para el caso ecuatoriano, los agro sistemas del cultivo de arroz y los regímenes hídricos y de precipitación, convierten compleja la estimación de emisiones de metano (IPCC 2006).

Para la consideración de los DA, para el Nivel metodológico 1, según las Directrices del IPCC 2006, se toman en consideración la información estadística de las áreas de cosechadas del cultivo, desagregados de acuerdo con los regímenes hídricos de irrigación, alimentación por lluvia y de tierras altas, usando los porcentajes por defecto del IPCC, Vol. 3, Cap. 4, Tab. 4.11. (IPCC citado por FAO, 2015).

Tabla 7. Datos de Actividad 3 C7

Categoría	Descripción	Datos de actividad
3C7 Cultivos de Arroz	Estimación de emisiones de CH ₄ debido a la descomposición anaeróbica de la materia orgánica en arrozales inundados.	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie anual cosechada de arroz (ha/año). - Cantidad de fertilizantes orgánicos (estiércol, compost, pajas) aplicados anualmente (tn/año). - Superficies de cosecha anuales (ha/año) desagregadas por regímenes hídricos básicos (irrigadas, tierras altas, secano y aguas profundas)

Fuente: Directrices del IPCC 2006

Elaboración: ICAT Ecuador

En el Ecuador, para obtener los valores correspondientes a los factores de emisión (EF), se debe considerar el máximo número de cosechas al año por cada agrosistema desagregado (irrigado, secano, tierras altas), y se emplea los valores de factor de emisión (EF) básicos para campos no inundados durante menos de 180 días previos al cultivo de arroz, permanentemente inundados durante el período de cultivo del arroz y sin abonos orgánicos, especificados en las Directrices del IPCC 2006 (Vol. 4, Cap. 5, Tab. 5.11), y que corresponden a 130. La GBP del 2000 indica que cuando se obtiene más de una cosecha durante el mismo año, la “superficie cosechada” es igual a la suma de las superficies cultivadas para cada cosecha (IPCC, 2000).

4.4.4. 3C4 – 3C5 Emisiones directas e indirectas de N₂O de suelos gestionados

Las emisiones de GEI en estas categorías corresponden a los gases de N₂O generados en el suelo como resultado de los procesos microbianos, debido a las emisiones generadas por el uso de fertilizantes nitrogenados, residuos de cosecha, cultivos fijadores de nitrógeno y la mineralización del nitrógeno.

Para estas dos categorías tanto de fuentes directas e indirectas, actualmente en el Ecuador, se aplica la metodología de Nivel 1 de las Directrices del IPCC 2006, en ambas categorías se tienen las siguientes particularidades:

Emisiones directas de N₂O de los suelos agrícolas (3C4), como consecuencia de la aplicación de nitrógeno procedente de fertilizantes sintéticos, estiércol animal, compost y otros, además de residuos agrícolas.

Según (IPCC, 2006), para el cálculo de emisiones, directas de N₂O, se requieren tres factores de emisión (EF):

- i) Cantidad de N₂O emitida por las diferentes aplicaciones de N;
- ii) Cantidad de N₂O emitida desde los suelos orgánicos; y,
- iii) Cantidad de N₂O emitida por el N de la orina y el estiércol depositados por los animales de pastoreo.

Los cuales pueden emplearse tanto en metodologías de Nivel 1 como de Nivel 2, en combinación con factores específicos del país.

Emisiones indirectas de N₂O de los suelos agrícolas (3C5), como resultado de diversos procesos de generación de N₂O: volatilización, lixiviación y escurrimiento de fuentes de nitrógeno sintéticas, orgánicas (abonos, orina y estiércol de animales de pastoreo, residuos agrícolas, cultivos) y la mineralización del N en suelos orgánicos. La Tabla a continuación muestra los DA necesarios para estas categorías.

Tabla 8. Datos de Actividad categorías 3C4 y 3C5

Categoría	Descripción	Datos de actividad
3C4 Emisiones Directas de N₂O de suelos gestionados	Estimación de emisiones de N ₂ O directas en suelos gestionados (agrícolas) originados en el estiércol dejado en las pasturas, los fertilizantes sintéticos y orgánicos, los residuos de cosechas, los suelos minerales y los suelos orgánicos gestionados.	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de fertilizantes sintéticos, orgánicos (estiércol, compost, lodos) aplicados anualmente (tn/año). - Contenido de nitrógeno porcentual estándar por cada tipo de fertilizante aplicado (%). - Producción (tn/año), rendimiento (tn/ha/año) y superficie cosecha (ha) por cultivos fijadores de N y/o cultivos anuales (trigo, maíz, arroz, cebada, yuca, caña de azúcar, arveja, fréjol, haba).
3C5 Emisiones Indirectas de N₂O de suelos gestionados	Estimación de emisiones de N ₂ O indirectas en suelos gestionados (agrícolas) originados en el estiércol dejado en las pasturas, los fertilizantes sintéticos y orgánicos, los residuos de cosechas, los suelos minerales y los suelos orgánicos gestionados.	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie (ha) anual bajo cambio de uso de suelo (gestión de labranza y cambio en las existencias de C en el suelo orgánico), suelos orgánicos drenados/gestionados. - Número de cabezas de ganado (población promedio anual) por año y por tipo (vacas lecheras y no lecheras, ovejas, cabras, cerdos, caballos, mulas, asnos, camélidos, aves de corral).

		- Tipos de sistemas de gestión del estiércol (pasturas, almacenaje de sólidos, lagunas de fermentación, almacenamiento en pozos).
--	--	---

Fuente: Directrices del IPCC 2006

Elaboración: ICAT Ecuador

Para el cálculo de emisiones indirectas de N₂O, se deben considerar dos factores de emisión (IPCC, 2006):

- i) Relacionado con el N volatilizados y re-depositado; y,
- ii) Relacionado con el N que se pierde por lixiviación y escurrimiento.

4.4.5. 3C2 Encalado

Las actividades de encalado utilizadas para reducir la acidez del suelo, mediante la adición de carbonatos, en forma de cal o dolomita, y de esta forma mejorar el crecimiento de los cultivos en sistemas gestionados, es una práctica generalizada en el Ecuador, considerado su gran proporción de suelos ácidos, pero que conduce a emisiones de CO₂, ya que las cuales se disuelven y liberan bicarbonato (2HCO₃⁻), que se convierte en CO₂ y agua (H₂O). Según IPCC (2006), existen 3 pasos para estimar emisiones de CO₂ por encalado:

- a) Estimación de la cantidad total (DA) de carbonato con contenido de cal que se aplica anualmente a los suelos en el país, diferenciando entre piedra caliza y dolomita;
- b) Uso de un factor de emisión (EF), en general de 0,12 para piedra caliza y de 0,13 para dolomita, considerando los contenidos de carbono respectivamente; y,
- c) Multiplicación de las cantidades totales de piedra caliza y dolomita para sus respectivos factores de emisión, y sumar para obtener los valores totales de CO₂.

4.4.6. 3C3 Aplicación de Urea

El agregado de urea a los suelos durante la fertilización conduce a una pérdida de CO₂ que se fija en el proceso de producción industrial, el bicarbonato que se forma se convierte en CO₂ y agua. Esta categoría de fuente se incluye porque la absorción de CO₂ de la atmósfera durante la fabricación de urea se estima en el sector de procesos industriales y uso de productos (IPCC 2006).

Los procedimientos para el cálculo de emisiones de CO₂ por aplicaciones de urea, según las Directrices del IPCC 2006, para el Nivel metodológico 1, son:

- a) Estimar la cantidad total de urea aplicada por año (datos de actividad).
- b) Aplicar un factor de emisión (EF) de 0,20 para urea, considerando que es el valor equivalente al contenido de carbono de la urea, en base a su peso atómico.

- c) Estimar la emisión de CO₂-C considerando la cantidad de urea aplicada y el factor de emisión

En el caso del Ecuador la urea que se utiliza es importada en su totalidad ya que no se produce en el país. Por lo cual los DA para esta categoría, provienen de los registros de importación.

4.5. Disponibilidad de la serie temporal

Cuando se refiere a datos de actividad, únicamente no es necesario la disponibilidad de los datos de un año base, sino de toda una serie temporal de los datos, ya que, para evaluar las tendencias de las emisiones, es importante calcular la serie temporal completa (no solamente los últimos años o el último año), sino al menos de los 10 años anteriores a la fecha de reporte. Es una buena práctica recalcular las emisiones de años anteriores cuando se cambien o mejoren los métodos de recopilación de información o se actualicen las Directrices de elaboración de los Inventarios, como es el caso de la estandarización a las Directrices IPCC 2006.

Cuando esto resulte difícil porque se han producido cambios en los métodos o en los datos con el transcurso del tiempo, la estimación de los datos que falten en la serie temporal deberá hacerse mediante técnicas estadísticas, entre las cuales se tiene la extrapolación regresiva de los datos actuales, como una de las más utilizadas. Cuando se pase de un método de referencia a un método de un nivel más alto (Tier), se deberán establecer una relación clara entre los métodos y aplicar dicha relación a los años anteriores si faltan datos en las series temporales disponibles.

4.6. Incertidumbre en el registro de información y datos

Las incertidumbres asociadas a los inventarios de GEI pueden provenir de varias causas, que se pueden presentar en todo el proceso de su elaboración, para el caso específico que comprende la presente guía se tratarán las incertidumbres generadas en relación con la disponibilidad de los datos de actividad. Este tipo de incertidumbre puede ser evaluada mediante análisis estadísticos, determinaciones de la precisión de las mediciones o monitoreo físico, y valoraciones expertas. La cuantificación y el análisis de las incertidumbres de los parámetros de datos de actividad son una prioridad al momento de robustecer el desarrollo de las estimaciones de GEI que genera el país.

En el caso de registro de datos de actividad se encuentran dos clasificaciones importantes de incertidumbres que se debe analizar: estadísticas (aleatorias) y sistemáticas. (WBCSD, 2005)

4.6.1. Incertidumbre Estadística

La incertidumbre estadística resulta de variaciones naturales, tal como errores humanos aleatorios en el proceso de medición y fluctuaciones en el nivel de precisión de los equipos de medición utilizados para el registro de datos. La incertidumbre estadística puede ser detectada a través de métodos cualitativos y cuantitativos que se detallarán más adelante. Para lo cual, luego de identificadas las causas de incertidumbre y dependiendo el caso se plantean varias opciones mejora en el registro y entrega de información. (WBCSD, 2005)

- **Evaluación cualitativa.**

Este tipo de evaluación determina las causas de incertidumbre, y ayuda a identificar formas de mejorar la calidad de los datos e información suministrados. Para conseguir esta evaluación, se deberá estar claro del proceso de recolección y registro de la información, es responsabilidad de cada organización proveedora de información el identificar cualitativamente las posibles causas de incertidumbre de los datos. Entre las causas cualitativas más comunes que se identifican en proveedores de información de inventarios se tiene:

- Errores de medición en instrumentación.
- Falta de calibración de medidores o elementos de registro.
- Errores humanos de digitalización de datos.
- Transformaciones de unidades o extrapolación de datos en series históricas.
- Muestreos aleatorios de datos sin exhaustividad.
- Errores sistemáticos y aleatorios de censos ya identificados y registrados.
- Falta de representatividad de los datos y/ datos faltantes

Luego de que el proveedor de los datos e información haya identificado de manera cualitativa el origen de la incertidumbre de los datos entregados, se podrá establecer líneas de comunicación y retroalimentación, a fin de identificar oportunidades específicas de mejora en la calidad de la información y las metodologías utilizadas. Es propósito de esta guía presentar en el acápite de diagnóstico sectorial, una metodología de identificación cuantitativa de incertidumbres para los proveedores de información.

- **Evaluación Cuantitativa**

Para desarrollar una evaluación cuantitativa de los datos entregados, es necesario se disponga de muestreos estadísticos. Este procedimiento metodológico se facilita al disponer datos de actividad basados en muestras completas de series históricas (censos) así también datos basados en muestreos aleatorios. (WBCSD, 2005)

En el primer caso los censos normalmente incluyen tanto los errores sistemáticos como los aleatorios. Los primeros surgen a consecuencia de un cómputo sistemático demasiado bajo o doble. Los segundos suelen ser la suma de una gama de errores comunes, en este caso el Organismo encargado de desarrollar los censos y reportarlos, deberá identificar las incertidumbres de sus modelos, según el sesgo de levantamiento de información identificado cualitativamente. Este valor será una distribución de probabilidad que establecerá porcentaje de exactitud de los valores registrados.

Para el caso de datos de actividad producto de muestreos aleatorios, estos datos estarán sujetos a los errores de muestreo, que normalmente se distribuyen y no se correlacionan a través del tiempo. El proveedor de la información debe estar en condiciones de brindar el valor sobre el error de muestreo generado en su proceso estadístico.

4.6.2. Incertidumbre Sistemática

La incertidumbre sistemática de los parámetros ocurre si los datos tienen un sesgo sistemático. En otras palabras, el promedio de los valores estimados o medidos es siempre menor o mayor que el valor real. Por ejemplo, los sesgos se presentan cuando los datos de actividad y series temporales se construyen a partir de una muestra no representativa, cuando no se identifican todas las fuentes relevantes de emisión, o cuando se utilizan métodos de estimación incompletos o incorrectos o equipo defectuoso. Dado que el valor real seguirá siendo desconocido, tales sesgos sistemáticos no pueden ser detectados a través de experimentos repetidos o muestreos de control y, por tanto, no pueden ser cuantificados a través de un análisis estadístico. Sin embargo, es posible identificar sesgos, e incluso cuantificarlos por medio de controles y análisis de calidad de los datos y evaluaciones expertas.

Debe reconocerse, sin embargo, que los sesgos pueden variar año con año o incluso mostrar un patrón creciente o decreciente a lo largo del tiempo. Por ejemplo, si una organización, producto del recorte de personal o presupuesto, desinvierte de manera permanente en la colecta de datos, el resultado puede ser que la información se genere de manera más sesgada cada año. Esto puede ser un problema grave, en la medida en que afecte a las tendencias estimadas de emisión. En estos casos, no puede ser ignorada la incertidumbre sistemática presente en los parámetros.

4.7. Documentación y almacenamiento de registros de datos e información

Es una buena práctica documentar y archivar toda la información requerida para producir las estimaciones del inventario de emisiones de GEI nacionales. A continuación, se definen la documentación y los informes pertinentes para los proveedores de datos e información. (Directrices del IPCC 2006).

Como ya se había indicado, los datos de actividad necesarios para el desarrollo de los inventarios de GEI, no solamente constituirán los del último año suministrado, sino más bien es un requisito de las Directrices del IPCC, la disponibilidad de las series anuales anteriores para su evaluación y seguimiento de cada una de las categorías. Para ello los proveedores de información deberán disponer de un sistema de documentación y almacenamiento de la información histórica. Adicional dicha información contendrá el método con el cual fue levantado y registrado a fin de que, en posibles actualizaciones metodológicas se pueda corregir las series temporales de información presentadas.

A continuación, se dan algunos ejemplos de la documentación y los informes específicamente relacionados con las categorías fuente de emisiones del sector Agricultura:

La información necesaria para la elaboración de los INGEI, se la documenta y almacena en las siguientes herramientas estadísticas nacionales:

- Censos de vacunación y registro de poblaciones ganaderas
- Datos primarios de estadísticas sectoriales
- Levantamiento en campo y registro de imágenes espaciales, registro de insumos agropecuarios

4.8. Formatos SINGEI de levantamiento de información

El Ministerio del Ambiente y Agua (MAAE) se encuentra desarrollando el Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero (SINGEI) cuyo propósito es el de facilitar, automatizar y optimizar los procesos de generación del INGEI, dentro del cual se cuenta con un subproceso de Recopilación y revisión de la información requerida para la estimación de las emisiones del Inventario, a través del establecimiento de un canal de comunicación que asegure la entrega y soporte de la información reportada por las instituciones generadoras de datos de actividad, en los plazos establecidos con base en los Acuerdos de cooperación interinstitucionales y el Marco Legal vigente.

Este subproceso de recopilación y revisión de información cuenta, dentro del marco de actividades previstas que van desde la elaboración de oficios de solicitud de información, pasando por la validación de la misma, hasta la aceptación de la información reportada por todas las fuentes, con la utilización de plantillas de levantamiento de información, y para las principales fuentes de información (instituciones y organizaciones), las cuales brindan un mecanismo de entrega, revisión y validación de los datos de actividad proporcionados por las instituciones que los desarrollan. Para el caso del sector Agricultura se cuenta con 5 plantillas correspondientes a la información que es requerida por el SINGEI por parte del MAG INEC, BCE, SUIA e INAMHI, y que se describen más adelante con mayor profundidad.

Adicionalmente, la implementación del SINGEI considera los siguientes subprocesos:

- Incorporación y actualización de fuentes de información
- Recopilación y revisión de información
- Estimación y validación del INGEI
- Almacenamiento y difusión de resultados del INGEI

Las plantillas de levantamiento de datos de actividad, en las cuales se solicitan los datos de actividad correspondientes a las categorías del sector Agricultura, datos informativos de la institución e informante, tienen el objetivo de facilitar el proceso de seguimiento y monitoreo de los datos, y realizar un adecuado proceso de verificación. Por otro lado, se identifica la necesidad de la inclusión de un espacio que describa el proceso metodológico desarrollado durante la recolección y gestión

de los datos reportados, cambios metodológicos, actualizaciones o mejoras del proceso que hayan afectado la continuidad de los datos reportados. Así también la evaluación de la incertidumbre y verificación de datos entregados.

Para lo que se ha identificado que se deba incluir un apartado de descripción de la metodología aplicada en la recolección de los datos reportados, así como actualizaciones, novedades o iniciativas que estén afectando a la calidad y continuidad de los datos reportados.

Las plantillas han sido desarrolladas como parte del proceso de recopilación de la información estadística generada por las instituciones que recopilan y gestionan los datos y la información estadística pertinentes para la estimación y cálculo de emisiones de GEI para el sector Agricultura.

La información relacionada con la temperatura promedio anual a nivel provincial, levantada y validada por el INAMHI, puede ser observada en la plantilla INAMHI – Agricultura; esta información es tomada en consideración principalmente para la estimación de emisiones de CH₄, N₂O indirectas provenientes de la gestión del estiércol. Sin embargo, se considera que esta información debería tener un nivel de desagregación cantonal o por suelos climáticos, con lo cual se podría solventar los problemas relacionados con las gradientes climáticas que existen a nivel provincial y facilitar el cruce de los datos de producción y las variables de las categorías principales.

La plantilla INEC-Agricultura, incluye la recopilación de información relacionada con:

- Cabezas de ganado por tipo de animal (vacunos, búfalos, ovejas, cabras, camélidos, mulas y asnos, cerdos, aves de engorde, patos, pavos, ponedoras) y categorías, para el caso del ganado vacuno.
- Superficie sembrada y cosechada de arroz por año (número de ciclos) y sistema de riego.
- Producción, rendimiento, superficie anual de cultivos anuales (trigo, maíz, arroz, cebada yuca, caña de azúcar, arveja, fréjol, haba, papa).
- Volumen total de fertilizantes sintéticos utilizados en cultivos, con su respectivo porcentaje de nitrógeno.
- Volumen total de fertilizantes orgánicos utilizados en cultivos (estiércol, guano, compost, humus, líquidos), con su respectivo porcentaje de nitrógeno.
- Volumen total de materiales usados para encalado de cultivos.

En el caso de datos de actividad para el cálculo de emisiones directas de N₂O proveniente de suelos orgánicos gestionados, se dispone de la plantilla SUIA- Agricultura, en la cual se solicita información referente superficie total cultivada de suelos orgánicos (histosoles) y suelos mineralizados por provincias.

Para los datos de actividad relacionados con el uso de fertilizantes sintéticos en suelos agrícolas (tn), superficie total anual sembrada de cultivos anuales, y número de cabezas de ganado por provincia de camélidos, búfalos y pollos broiler para la estimación de emisiones para las categorías fermentación entérica y gestión del estiércol, se ha desarrollado la plantilla MAG-Agricultura, destinada a recabar información proporcionada por el MAG y Agrocalidad.

La plantilla **BCE- Agricultura**, responde a la necesidad de datos de información de volúmenes de fertilizantes sintéticos importados, y que se encuentran registrados en las bases de datos del Banco

Central del Ecuador, con base en los registros de importación desarrolladas por el Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (SENAE).

5. METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN Y GESTIÓN DE DATOS

El análisis del sector Agricultura, focaliza la desagregación de la recolección de datos a través de una propuesta puesta en conocimiento de los actores relevantes, estos procedimientos, arreglos institucionales y metodologías identificadas, aportarán al mejoramiento de los procesos de recopilación de información necesaria mostrados en los acápite anteriores.

La presente sección considera los resultados obtenidos en diagnóstico sectorial y procedimientos de recopilación de datos e información, desarrollado por parte de ICAT con la participación de las organizaciones proveedoras de información y datos (ver Anexo 1)

5.1. Abordaje metodológico y procedimental desarrollado a nivel nacional

La propuesta busca sistematizar modificaciones de información y cambios metodológicos en la recopilación de la información, esto con el objetivo de poder disponer de manera continua los datos necesarios para la elaboración del inventario para este sector, si bien los desarrollos se han apegado a la actualización de las directrices IPCC 2006, las propuestas identificadas a nivel técnico apuntalan a que las organizaciones que gestionan y entregan la información estén alineadas a las condiciones requeridas y puedan en este sentido continuar con el reporte necesario en función de mejoras identificadas.

De manera general, el abordaje metodológico y procedimental identificado y propuesto por ICAT, contempla los siguientes puntos:

- Revisión y análisis de las brechas de información y datos que, en la mayoría de las categorías, están relacionadas con la falta de series históricas consistentes, alta incertidumbre, en muchos casos ocasionadas por modificaciones en las metodologías de medición.
- Identificación de las categorías principales, y mejoramiento del cálculo de la estimación de emisiones, a través del uso de niveles metodológicos superiores, con base en las mejoras de levantamiento y análisis de información que, las instituciones generadoras han desarrollado a través de sus proyectos y programas de inversión y gestión públicos y de la cooperación internacional implementados a nivel nacional, y que desde el presente análisis se considera fundamental la institucionalización de dichos procesos en el marco de unidades definidas en cada una de las organizaciones de la gestión pública.
- Implementación de mecanismos de cumplimiento y cooperación de largo plazo, con base en el COA y R-COA, tales como Acuerdos Interinstitucionales, que brinden fluidez y continuidad al intercambio de información y a la mejora continua de levantamiento y procesamiento de datos, y que se pueden viabilizar a través de los sistemas de información institucionales que las

organizaciones manejan y cuyo fin es la integración de la gestión de la información nacional que permita generar indicadores geográficos, documentales, estadísticos y de automatización (MAE, 2016).

- Desarrollo e institucionalización de los procesos de Mejora continua, que evidencien el incremento en la exactitud de los niveles estimados de emisión para el sector (Pang *et al.*).

5.2. Propuestas de mejora metodológica

Las propuestas de mejoras se apegan a la continuidad de los procesos de levantamiento de datos e información que se vienen desarrollando por parte del Grupo de Trabajo de Inventarios en el sector Agricultura; así también de los procesos seguidos por las instituciones proveedoras de información, en función a las recomendaciones de buenas prácticas de las Directrices IPCC (2006), se toma especial énfasis en que las mejoras planificadas puedan enmarcarse en el desarrollo actual de las organizaciones y no por lo contrario representen la generación de nuevos procesos de recopilación, que conllevaría costos de ejecución y la disponibilidad de personal destinado para el efecto.

Toma en consideración las necesidades de la sistematización de la recolección de datos mediante la aplicación de formularios y plantillas que puedan ser puestos en conocimiento de los actores representativos.

En el Anexo 2, se exponen para cada una de las categorías, las propuestas en la temporalidad de corto, mediano y largo plazo con sus respectivas instituciones involucradas y brecha a ser impactada. Cabe destacar que dicha propuesta de mejoras metodológicas, han sido expuestas a los principales actores institucionales encargados de la generación de información estadística requerida para la disponibilidad de datos de actividad y construcción de factores de emisión propios (TIER II, para el caso de la categoría fermentación entérica), como por ejemplo, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Subsecretaría de Producción Pecuaria e Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

3A1 Fermentación Entérica

La estimación de emisiones para esta categoría ha sido desarrollada a partir de los datos de actividad correspondientes a la población anual de ganado por tipo, categorías, edades a nivel nacional, a través de la ESPAC del INEC y los datos del Programa de Vacunación de Fiebre Aftosa de Agrocalidad (MAAE, 2020), así como la información desarrollada por el proyecto GCI respecto a parámetros referenciales sobre el manejo del hato, composición de la canasta alimenticia (GCI, 2020).

La información levantada y procesada por el GCI, así como la metodología y el monitoreo de fincas, continuarán siendo procesadas y gestionadas por la Subsecretaría de Producción Pecuaria, a través de su Programa Nacional de Ganadería Sostenible del MAG, hasta el año 2025, considerando que han sido planteadas como medida de mitigación en el marco de las NDC del país, la categoría de Fermentación entérica en el ganado doméstico en el INGEI para el sector Agricultura, se recomienda para futuros inventarios, la inclusión de este proceso de generación de información y datos

estadísticos en otras especies de importancia, como el ganado ovino, caballar y pollos broiler, así como búfalos, cuya importancia crece especialmente en la zona tropical de la región Litoral, y camélidos sudamericanos en la región Interandina.

Por lo tanto, es importante desarrollar un proceso de intercambio de información generada por la Subsecretaría de Producción Pecuaria del MAG, para la estimación de emisiones directas de GEI para esta categoría, en el marco del proceso continuo que desarrolla el Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero, el cual deberá estar contemplado como un mecanismo de reporte institucionalizado y regularizado con una temporalidad anual, entre las dependencias responsables de la custodia de la información del MAG y el MAAE, que corresponde a sus Coordinaciones de Planificación correspondientes.

Por otro lado, al comparar los datos estadísticos levantados por la ESPAC de la población de ganado vacuno, y los datos levantados por Agrocalidad, a través de su Proyecto de Erradicación de Fiebre Aftosa², se evidencia una diferencia de 1,84% entre las fuentes, en relación al año 2019 (INEC, 2020), rango que se encuentra en lo mencionado por especialistas de INEC. En este punto, se ha identificado la oportunidad de mejorar la precisión de los datos generados y la contrastación entre las dos fuentes, y de esta manera reducir la incertidumbre y asegurar la confiabilidad de las estimaciones.

Sin embargo, es necesario destacar que, existen vacíos de información relacionados con el “destino de los animales” (sacrificio), razón por la que no se dispone de información precisa acerca del Stock total por año. Se considera oportuno desarrollar un mecanismo que permita verificar y corroborar el número de animales sacrificados anualmente, al menos de los camales autorizados y regularizados a nivel nacional, a fin de reducir la sobreestimación de emisiones.

La recolección e intercambio de información entre las instituciones generadoras (MAG - SPP, Agrocalidad, INEC) para esta categoría se ven facilitadas a través de la utilización de la plantilla INEC-Agricultura y la plantilla MAG-Agricultura, que incluye la recopilación de información relacionada con:

- Cabezas de ganado por tipo de animal (vacuno, búfalos, ovejas, cabras, camélidos, mulas y asnos, cerdos, aves de engorde, patos, pavos, ponedoras) y categorías, para el caso del ganado vacuno.

3A2 Manejo de Estiércol

Esta categoría mantiene una dinámica similar a Fermentación entérica (3A1) ya que, para estimar las emisiones por gestión del estiércol, se requiere como dato de actividad, el número de cabezas de ganado, en función del tipo de ganado, y estratificado por la temperatura promedio anual de la zona de producción (FAO, 2015), así como el manejo del estiércol (porcentaje destinado a cada tipo de sistema de manejo).

Como se menciona en el diagnóstico sectorial, los procesos de levantamiento y gestión de la información primaria relacionada con el hato ganadero, manejo del hato, composición de la canasta

² <https://www.agrocalidad.gob.ec/FiebreAftosa/>

alimenticia y manejo del estiércol, levantadas a través del proyecto GCI (GCI, 2020), continuarán siendo desarrolladas por la SPP a través su Programa Nacional de Ganadería Sostenible y las Escuelas de Fortalecimiento Productivo Pecuario, como parte de la propuesta del monitoreo y seguimiento en el marco de la NAMA ganadera, al menos hasta el año 2025.

Bajo este enfoque de trabajo, y con base en los mecanismos de generación y gestión de la información, se sugiere el desarrollo de variables *proxy* acerca del estimado de generación de excretas en la categoría de ganado vacuno, los cuales puedan ser analizados y validados en una Mesa de Expertos, conformada por especialistas del sector pecuario del MAG, INIAP, INEC y responsables del INGEI del MAAE, para su validación como factores de emisión para el cálculo de emisiones de GEI en la categoría 3A2 Manejo del estiércol.

Es necesario resaltar que, la estrategia desarrollada por la SPP para el levantamiento de información y parámetros se desarrolla a través de sus Escuelas de Fortalecimiento Productivo Pecuario, las cuales son direccionadas a pequeños y medianos productores, y que, debido a las condiciones actuales de restricción de movilidad y reuniones, se ha visto retrasada y pospuesta para el próximo año. Por esta razón, se podrían contar con datos iniciales a corto plazo sobre generación de excretas, categorización de ganado a través del registro levantado por las Escuelas.

Considerando estas condiciones de continuidad del proceso de generación de información desarrollado por el proyecto GCI, en conjunción con la gestión desarrollada por la SPP, se sugiere considerar estas variables dentro de la plantilla INEC-Agricultura, en la sección *Tipo de animales de corral*, una vez que se cuente con datos verificados y validados por ente generador de dicha información.

Así mismo, es necesario mejorar la coordinación y gestión entre las entidades gubernamentales MAAE y MAG, a través de sus respectivas subsecretarías (SCC y SPP), con el propósito de asegurar el establecimiento de arreglos institucionales a largo plazo que institucionalicen este proceso de provisión de información.

Por otro lado, la ESPAC, debido al diseño muestral no permite hacer mayores desagregaciones geográficas (provincial), lo que impide realizar análisis de características e identificación de diferencias a nivel de cantones y parroquias (INEC, 2020). A pesar de ello, INEC destaca que para el caso del sector Agricultura, no se requiere mayor desagregación a la existente, ya que se busca levantar y generar información por agrosistemas. Sin embargo, las consideraciones referentes a regiones climáticas para el caso de Ecuador: frío, templado, cálido, consideradas por el IPCC 2006, resultan más adecuadas mediante la desagregación a nivel cantonal, al menos, considerando que, en muchas provincias existen diferentes condiciones climáticas.

Cultivo de arroz: Arrozales anegados

El cultivo del arroz presenta particularidades complejas para la estimación de emisiones, principalmente relacionadas con los agrosistemas de cultivo y los regímenes hídricos y de precipitación (secano o bajo riesgo); cabe considerar que, la mayoría de las superficies sembradas de arroz reflejan características mixtas de producción.

Con esta consideración, se recomienda la inclusión de la variable superficie anual de cosecha de arroz, y se considere el número de ciclos productivos durante un año calendario en la misma superficie cosechada, así como el sistema de riego utilizado (irrigación, alimentación por lluvias y de tierras altas), en el formulario de la plantilla **INEC-Agricultura**.

Tabla 9. Propuesta de inclusión de la desagregación de la Superficie anual de cosecha de arroz en la plantilla del SINGEI

Sector:	Agricultura	Categoría:	3C7 Cultivo de arroz																																																		
Actores Responsables:	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) Ministerio del Ambiente y Agua (MAAE) Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)																																																				
Propuesta:	Inclusión de la desagregación de la Superficie anual de cosecha de arroz en la plantilla del SINGEI																																																				
Enfoque:	<p>Considerando que el cultivo de arroz presenta ciertas características que lo distinguen de otros cultivos anuales, tales como régimen hídrico (antes y después del cultivo), aplicación de abonos orgánicos y enmiendas, tipo de ecosistema, patrón de inundación, y que influyen no sólo en el número de ciclos productivo por año, sino también en el cálculo de estimaciones de GEI; es necesario considerar la inclusión de una variable desagregada que refleje la estimación de la superficie anual de cosecha de arroz, en la cual esté representado el número de cosechas o ciclos a lo largo del año en esa misma superficie, y cuya producción y rendimiento podría variar a lo largo del año, debido a condiciones climáticas, plagas, disponibilidad de insumos y riego. Cabe considerar que, la mayoría de las superficies sembradas de arroz reflejan características mixtas de producción.</p> <p>Con esta consideración, se recomienda la inclusión de la variable superficie anual de cosecha de arroz, y se considere el número de ciclos productivos durante un año calendario en la misma superficie cosechada, así como el sistema de riego utilizado (irrigación, alimentación por lluvias y de tierras altas), en el formulario de la plantilla INEC-Agricultura.</p>																																																				
Dato e información para registrar.	- Superficie anual cosechada de arroz (sumatoria total de ciclos o cosechas por año) (tn/año) o en su defecto (tn/ciclo) y el número de ciclos/año																																																				
Plantilla/gráfico o flujo	<p><i>Esquema de inclusión de la variable desagregada en la plantilla INEC-Agricultura</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">3.C.7 Cultivo del arroz</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Superficie relacionada al cultivo de arroz</th> <th>Fuente</th> <th>Unidad</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>37</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>38</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>39</td> <td>Superficie total cosechada de arroz</td> <td>ESPAC - INEC</td> <td>Hectáreas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>Superficie total sembrada de arroz</td> <td>ESPAC - INEC</td> <td>Hectáreas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>41</td> <td>Área cosechada anual de arroz que esta bajo riego</td> <td>ESPAC - INEC</td> <td>Hectáreas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>42</td> <td>Área cosechada anual de arroz con aguas pluviales y profundas</td> <td>ESPAC - INEC</td> <td>Hectáreas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>43</td> <td>Área cosechada anual de arroz que esta en tierras altas</td> <td>ESPAC - INEC</td> <td>Hectáreas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>44</td> <td>Superficie anual cosechada de arroz (sumatoria del total de ciclos/año)</td> <td>ESPAC - INEC</td> <td>HECTÁREAS</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: SINGEI Elaboración: Proyecto ICAT Ecuador</p>			3.C.7 Cultivo del arroz						Superficie relacionada al cultivo de arroz	Fuente	Unidad	Total	37					38					39	Superficie total cosechada de arroz	ESPAC - INEC	Hectáreas		40	Superficie total sembrada de arroz	ESPAC - INEC	Hectáreas		41	Área cosechada anual de arroz que esta bajo riego	ESPAC - INEC	Hectáreas		42	Área cosechada anual de arroz con aguas pluviales y profundas	ESPAC - INEC	Hectáreas		43	Área cosechada anual de arroz que esta en tierras altas	ESPAC - INEC	Hectáreas		44	Superficie anual cosechada de arroz (sumatoria del total de ciclos/año)	ESPAC - INEC	HECTÁREAS	
3.C.7 Cultivo del arroz																																																					
	Superficie relacionada al cultivo de arroz	Fuente	Unidad	Total																																																	
37																																																					
38																																																					
39	Superficie total cosechada de arroz	ESPAC - INEC	Hectáreas																																																		
40	Superficie total sembrada de arroz	ESPAC - INEC	Hectáreas																																																		
41	Área cosechada anual de arroz que esta bajo riego	ESPAC - INEC	Hectáreas																																																		
42	Área cosechada anual de arroz con aguas pluviales y profundas	ESPAC - INEC	Hectáreas																																																		
43	Área cosechada anual de arroz que esta en tierras altas	ESPAC - INEC	Hectáreas																																																		
44	Superficie anual cosechada de arroz (sumatoria del total de ciclos/año)	ESPAC - INEC	HECTÁREAS																																																		

Elaboración: ICAT Ecuador

En relación con la plantilla MAG-Agricultura, en la cual se detalla el registro de información sobre superficie sembrada y cosechada de arroz por año, así como el sistema de riego.

Como un proceso de mejora metodológica a mediano plazo, se ha identificado que es necesario la inclusión de variables relacionadas a las características del cultivo, tales como variedades utilizadas, tipos de suelo, fertilizantes sintéticos y orgánicos (abonos) aplicados, específicamente a los cultivos de arroz, ya que la plantilla del SINGEI actualmente, no refleja una diferenciación entre la aplicación de fertilizantes para el cultivo de arroz específicamente; sin embargo, de acuerdo a la información proporcionada por INEC, esta información está siendo generada a través de la ESPAC. Esta información es importante considerando que, el Ecuador no dispone de parámetros o referencias precisas respecto a la tasa de aplicación de enmiendas y fertilizantes orgánicos, principalmente, y que podrían ser solventados mediante la incorporación de estas variables dentro de la plantilla de información del SINGEI.

Tabla 10. Inclusión de variables desagregadas sobre características del cultivo de arroz (variedades, tipo de suelo, aplicación de fertilizantes orgánicos) en la plantilla del SINGEI

Sector:	Agricultura	Categoría:	3C7 Cultivo de arroz
Actores Responsables:	Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) Ministerio del Ambiente y Agua (MAAE) Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)		
Propuesta:	Inclusión de variables desagregadas sobre características del cultivo de arroz (variedades, tipo de suelo, aplicación de fertilizantes orgánicos) en la plantilla del SINGEI MAG-Agricultura		
Enfoque:	<p>Las emisiones de CH₄ en cultivos de arroz muestran una amplia variabilidad a nivel mundial, dependiendo del tipo de suelo y su textura, de la aplicación de materia orgánica y fertilizante mineral, el régimen de agua empleado y el clima, entre otros.</p> <p>El aporte de fuentes de carbono frescas y nutrientes, como sucede en la incorporación del rastrojo en campos de arroz, incrementa significativamente las tasas de emisiones de CH₄, comparado con compost preparados con rastrojo de arroz o fertilizantes químicos.</p> <p>El tipo de varietal utilizado puede afectar la emisión de metano, debido a la mayor o menor utilización de agua de riego e inundación, requerimiento de nutrientes, eficiencia de crecimiento del cultivo a menor o mayor altura, etc.</p> <p>Por otro lado, el efecto de las condiciones del tipo suelo en las emisiones de CH₄, parece influir a través de su drenaje y sus características químicas, y por ende en la disponibilidad y eficiencia de nutrientes disponibles. Los suelos arenosos producen más CH₄ que los suelos arcillosos con similares contenidos de carbono, puesto que la distribución y tamaño de poros impide la retención del CH₄ en la estructura del suelo, aumentando así el burbujeo y la difusión a la atmósfera (Jiménez, 2014).</p>		
Dato e información a registrar.	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo Varietal usado por porcentaje de superficie sembrada de arroz - Tipo de suelo (mayoritario) en el que cultiva arroz - Fertilizantes orgánicos aplicados (kg/ha) 		
Plantilla/gráfico o flujo	<i>Esquema de inclusión de variables desagregadas sobre características del cultivo de arroz en la plantilla MAG-Agricultura</i>		

3.C.4 , 3.C.5 Suelos Agrícolas			
Superficie sembrada	Fuente	Unidad	Superficie sembrada
Trigo	Ministerio de Agricultura	Ha	
Maíz	Ministerio de Agricultura	Ha	
Arroz	Ministerio de Agricultura	Ha	
Tipo Varietal	Ministerio de Agricultura	Variiedad	% de la superficie
Tipo de suelo	Ministerio de Agricultura	Tipo	
Fertilizantes orgánicos aplicados	Ministerio de Agricultura	kg/ha	
Cebada	Ministerio de Agricultura	Ha	
Yuca	Ministerio de Agricultura	Ha	
Caña de azucar	Ministerio de Agricultura	Ha	
Arveja	Ministerio de Agricultura	Ha	
Frejol	Ministerio de Agricultura	Ha	
Haba	Ministerio de Agricultura	Ha	
Papa	Ministerio de Agricultura	Ha	
	Ministerio de Agricultura	Ha	

Fuente: SINGEI
Elaboración: Proyecto ICAT Ecuador

Con la información disponible en estos dos formularios, se recomienda contrastar la información levantada, tanto en INEC como MAG, así como con registros de monitoreo con base en información satelital y espacial, disponible en el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Así mismo, se considera importante contar con información desagregada por ecosistema y régimen hídrico, especialmente para determinar las áreas de cultivo denominadas “tierras altas”, mediante el uso de imágenes satelitales, ortofotos y cartografía base, ya que hasta el momento se cuenta con la desagregación del 95% de los cultivos bajo sistema de irrigación por bombeo, dato que ha sido validado por INIAP.

Finalmente, es necesario institucionalizar el levantamiento de variables sobre las características del cultivo (tipo de suelo, variedades utilizadas, fertilizantes aplicados), a fin de que consolidar los criterios manejados por las instituciones en el marco de la aplicación de los procedimientos metodológicos de recopilación de información para esta categoría.

3C4- 3C5 Emisiones directas e indirectas de N₂O de suelos agrícolas gestionados.

Para el caso de la recopilación e intercambio de información para estas categorías, se dispone de las plantillas SINGEI **INEC-Agricultura** y **MAG-Agricultura**, producción y superficie total, rendimiento de cultivos anuales, así como el volumen total de fertilizantes sintéticos y orgánicos utilizados, para el

caso de la primera plantilla, y superficie sembrada y volúmenes de fertilizantes sintéticos utilizados, en la segunda.

En estas categorías se recomienda, desarrollar un proceso de revisión y homologación de los conceptos y parámetros de los tipos de fertilizantes orgánicos que se encuentran levantados a través de la ESPAC, sobre todo para estimar el porcentaje de nitrógeno contenido en ellos, y agregar otros tipos de fertilizantes orgánicos no contemplados aún en el proceso estadístico.

Tabla 11. Revisión y homologación de los conceptos y parámetros de tipología de fertilizantes orgánicos a ser censados a través de la ESPAC.

Sector:	Agricultura	Categorías:	3C4, 3C5 Emisiones directas e indirectas de N2O de suelos agrícolas gestionados																																																															
Actores Responsables:	Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)																																																																	
	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinación General de Información Agropecuaria (CGINA) - Subsecretaría de Producción Agrícola - Coordinación de Planificación 																																																																	
	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)																																																																	
	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)																																																																	
Propuesta:	Revisión y homologación de los conceptos y parámetros de tipología de fertilizantes orgánicos a ser censados a través de la ESPAC (INEC)																																																																	
Enfoque:	Mejoramiento del dato de actividad y mayor precisión en el cálculo de emisiones, reduciendo la sobreestimación de los GEI, mediante la definición de conceptos y parámetros acerca de los tipos de fertilizantes orgánicos, estimación del porcentaje (%) de nitrógeno por tipo de fertilizante, mediante la validación del parámetro a través de un dictamen de expertos, así como la inclusión en la ESPAC de otras categorías de levantamiento de información que permitan identificar características climatológicas, ambientales o de ubicación geográfica de las unidades productivas encuestadas.																																																																	
Dato e información para registrar.	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de tipos de fertilizantes utilizados a nivel nacional - Definición del % de nitrógeno contenido por tipo de fertilizante (dictamen de expertos) - Ubicación satelital (GPS) o en su defecto ubicación geográfica (provincia, cantón). - Inclusión de las variables “excretas y orines agregados” y “residuos de industria alimenticia” 																																																																	
Plantilla/gráfico o flujo	<p><i>Plantilla de levantamiento de información propuesta para “Volumen total de fertilizante orgánico utilizado en cultivos” por tipología, % de nitrógeno y ubicación (desagregación cantonal).</i></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="5">3.C.4 , 3.C.5 Suelos Agrícolas</th> <th colspan="2">Ubicación</th> </tr> <tr> <th>Volumen total de fertilizante orgánico utilizado en cultivos (todos)</th> <th>Fuente</th> <th>Unidad</th> <th>Cantidad de fertilizantes usado</th> <th>% de nitrógeno en el fertilizante</th> <th>Provincia</th> <th>Cantón</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Estiércol</td> <td>ESPAC - INEC</td> <td>Kilogramos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Guano</td> <td>ESPAC - INEC</td> <td>Kilogramos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Compost</td> <td>ESPAC - INEC</td> <td>Kilogramos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Humus</td> <td>ESPAC - INEC</td> <td>Kilogramos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Líquidos</td> <td>ESPAC - INEC</td> <td>Kilogramos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Excretas y orines</td> <td>ESPAC - INEC</td> <td>Kilogramos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Residuos industriales (alimentos)</td> <td>ESPAC - INEC</td> <td>Kilogramos</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: MAAE, 2020</p>			3.C.4 , 3.C.5 Suelos Agrícolas					Ubicación		Volumen total de fertilizante orgánico utilizado en cultivos (todos)	Fuente	Unidad	Cantidad de fertilizantes usado	% de nitrógeno en el fertilizante	Provincia	Cantón	Estiércol	ESPAC - INEC	Kilogramos					Guano	ESPAC - INEC	Kilogramos					Compost	ESPAC - INEC	Kilogramos					Humus	ESPAC - INEC	Kilogramos					Líquidos	ESPAC - INEC	Kilogramos					Excretas y orines	ESPAC - INEC	Kilogramos					Residuos industriales (alimentos)	ESPAC - INEC	Kilogramos				
3.C.4 , 3.C.5 Suelos Agrícolas					Ubicación																																																													
Volumen total de fertilizante orgánico utilizado en cultivos (todos)	Fuente	Unidad	Cantidad de fertilizantes usado	% de nitrógeno en el fertilizante	Provincia	Cantón																																																												
Estiércol	ESPAC - INEC	Kilogramos																																																																
Guano	ESPAC - INEC	Kilogramos																																																																
Compost	ESPAC - INEC	Kilogramos																																																																
Humus	ESPAC - INEC	Kilogramos																																																																
Líquidos	ESPAC - INEC	Kilogramos																																																																
Excretas y orines	ESPAC - INEC	Kilogramos																																																																
Residuos industriales (alimentos)	ESPAC - INEC	Kilogramos																																																																

Formulario ESPAC-01. Cap. 3. Cultivos permanentes y pastos cultivados de los terrenos.														
Sección Fertilizantes orgánicos														
DEL 1 DE ENERO AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2019														
Linea	FERTILIZANTES													
	Estiércoles				Fermentados					Líquidos				
	Cantidad Total aplicada	Unidad de Medida	Cuánto fue producida en la finca	Cuánto fue comprado	Precio de compra por unidad	Cantidad Total aplicada	Unidad de Medida	Cuánto fue producida en la finca	Cuánto fue comprado	Precio de compra por unidad	Cantidad aplicada	Unidad de Medida	Cuánto fue producida en la finca	Cuánto fue comprado
	1. Estiércol (Ganado) 2. Gallinaza y Pollinaza 3. Guano (Aves Marinas, Murciélagos) 4. Otro	1. Compost 2. Humus 3. Bokashi 4. Otro	1. Bioles 2. Purines 3. Fés 4. Otro	1. Libro 2. Kg 3. Quintal 4. Tonelada	1. Libro 2. Kg 3. Quintal 4. Tonelada	1. Libro 2. Kg 3. Quintal 4. Tonelada	USD							
	(Suma)	(Suma)	(Suma)	(Suma)	(Suma)	(Suma)	(Suma)	(Suma)	(Suma)	(Suma)	(Suma)	(Suma)	(Suma)	(Suma)
	Unidad de medida igual cantidad aplicada	Unidad de medida igual cantidad aplicada	Unidad de medida igual cantidad aplicada	Unidad de medida igual cantidad aplicada	Unidad de medida igual cantidad aplicada	Unidad de medida igual cantidad aplicada	Unidad de medida igual cantidad aplicada	Unidad de medida igual cantidad aplicada	Unidad de medida igual cantidad aplicada	Unidad de medida igual cantidad aplicada	Unidad de medida igual cantidad aplicada	Unidad de medida igual cantidad aplicada	Unidad de medida igual cantidad aplicada	Unidad de medida igual cantidad aplicada

Fuente: INEC, 2019

En el marco de las estimaciones de GEI para las categorías 3C4 y 3C5 Suelos Agrícolas, el levantamiento de información referente al aporte de GEI de los fertilizantes orgánicos, es aún dispersa, debido principalmente a la definición de conceptos, definiciones y parámetros en relación a los tipos de fertilizantes orgánicos, entre los que se encuentran: aportes de orina y estiércol, depositados por animales de pastoreo como llevados desde tierras de pastoreo, compost, lodos cloacales, residuos de mataderos y otros abonos orgánicos de importancia, de acuerdo a cada región y características del sistema agro-productivo, como por ejemplo, guano, desechos, residuos de la industria alimenticia, bokashi, etc.

Por otro lado, es necesario desarrollar e incorporar la desagregación de la variable de uso de los fertilizantes por tipo de cultivo, así mismo estableciendo la definición y contenido de nitrógeno específico, considerando que existe una alta incertidumbre de los valores estimados de porcentaje (%) de nitrógeno, especialmente en residuos agrícolas, suelos pastoreados y excretas.

Considerando que, los datos relativos a la cantidad de fertilizantes sintéticos utilizados durante la fase productiva de los cultivos, son levantados a través del proceso estadístico de la ESPAC, así como de los registros de importación realizados por el SENA y proporcionados por el Banco Central del Ecuador, es imprescindible definir la utilización de estas dos fuentes o una sola de ellas, considerando que para el primer caso, la información mantiene un nivel de error estadístico propio del proceso de encuesta; y en el segundo caso, que del total de fertilizante sintético importado, una parte es utilizada para fertilización de cultivos y labores agropecuarias y el restante de la cantidad que no sería destinado a usos agrícolas. La contrastación de estas dos fuentes de información permitirá definir la utilización de la fuente que menor incertidumbre genere al momento de estimar las emisiones de GEI.

En relación a la recopilación de información relacionada con suelos orgánicos y mineralizados, contemplada en la plantilla del SINGEI SUIA – Agricultura, es necesario recalcar la necesidad de incluir una desagregación a nivel cantonal, a fin de distribuir adecuadamente la información de acuerdo a zonas climáticas, así como la desagregación en la ficha INEC-Agricultura, para el caso de tipos de animales de corral, en relación a aquel segmento de animales confinados y el segmento de animales en pastoreo, a fin de mejorar la contabilización de las emisiones del estiércol depositado en las pasturas, como lo sugiere el IPCC (2006).

3C2 Encalado

Para el caso de esta categoría, se hace hincapié en la utilización de la plantilla de requerimiento de información del SINGEI INEC – Agricultura, el cual contempla un ítem para el volumen total de piedra caliza aplicada a cultivos.

Se considera importante para mejorar el cálculo de la estimación de emisiones de GEI en esta categoría, la inclusión de una variable desagregada de la utilización de piedra dolomítica, la cual es importada, en la aplicación de cultivos. Así mismo, considerar la incorporación de esta variable desagregada en los sondeos realizados por ESPAC.

Por otro lado, para el caso de los volúmenes de piedra caliza producidos a nivel nacional, se sugiere el desarrollo de un formato-plantilla para el levantamiento de información a través de las Asociaciones productoras de Cal y las empresas privadas identificadas, mediante el establecimiento de un Acuerdo de Confidencialidad y Provisión de información sobre producción destinada al uso agropecuario.

3C3 Aplicación de Urea

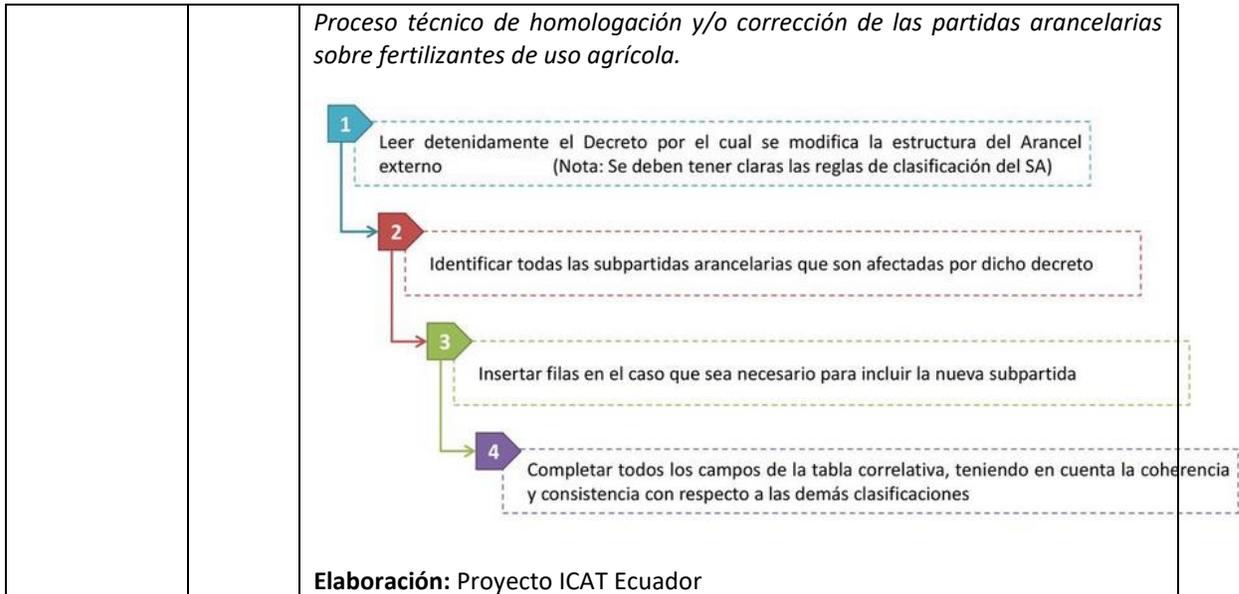
Para la recolección e intercambio de información de esta categoría del sector Agricultura, se hace hincapié en la utilización de las plantillas del SINGEI Agricultura y MAG-Agricultura, las cuales disponen de ítems desagregados para la incorporación de datos de actividad referentes a los volúmenes totales de fertilizantes sintéticos utilizados en los cultivos.

Es necesario desarrollar un proceso de homologación de las partidas arancelarias que identifican la importación de fertilizantes nitrogenados al país, a fin de validar un solo dato de fertilizantes destinados al uso agropecuario, y de esta manera contar con datos desagregados de la actividad.

Tabla 12. Homologación de las partidas arancelarias sobre el dato de fertilizantes en el uso agrícola (BCE-SENAE)

Sector:	Agricultura	Categoría:	3C3 Aplicación de urea
Actores Responsables	Banco Central del Ecuador (BCE)		
	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)		
	Servicio Nacional de Aduanas del Ecuador (SENAE)		
	Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP)		
	Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) - Subsecretaría de Producción Agrícola Agencia de Control y Regulación Fito y Zoonosanitario (Agrocalidad)		
Propuesta:	Homologación de las partidas arancelarias sobre el dato de fertilizantes en el uso agrícola entre el Banco Central del Ecuador (BCE) y el Servicio Nacional de Aduanas (SENAE).		
Enfoque:	Desarrollo de un esquema de modificación, corrección y/u homologación de partidas arancelarias requeridas para que las partidas arancelarias correspondientes a fertilizantes de uso agrícola, principalmente que contengan fuentes de nitrógeno, puedan ser hábiles de un proceso de verificación,		

	<p>comprobación, modificación y acuerdo para definir su categoría, en el marco de la Nomenclatura de designación y codificación de mercancías del Ecuador, correspondientes al Comité de Comercio Exterior (COMEX), y puedan ser hábiles de ser monitoreadas y verificadas de forma estandarizada, tanto por la SENAE como por el BCE, y de esta forma, perfeccionar el cálculo de las emisiones de GEI del sector Agricultura, y por ende, reportar un inventario sectorial robusto, de mejor calidad y de mayor confianza, acorde al contexto y realidad histórica del país.</p> <p>La propuesta busca homologar las partidas arancelarias correspondientes al Capítulo 31. Abonos para uso agrícola, entre la SENAE y el BCE, mediante el desarrollo de un proceso participativo, integral y multidisciplinario, en el marco de un Comité Interinstitucional de estadísticas de Comercio Exterior, a fin de generar una correlativa para la homologación y/o modificación de la estructura de la partida arancelaria, y la expedición del Decreto modificatorio, para su posterior publicación y generación de procesos de fortalecimiento de capacidades dirigido a usuarios internos de las instituciones involucradas (SENAE, BCE, MAG, MPCEIP) y usuarios externos (usuarios), a fin de facilitar y consolidar los procesos de levantamiento y gestión de datos de actividad de la categoría.</p>																				
<p>Dato e información a registrar.</p>	<p>- Partida arancelaria Capítulo 31. Abonos Código: 31.01 Abonos de origen animal o vegetal Código 31.02 Abonos minerales o químicos nitrogenados Código 31.05 Abonos minerales o químicos, con dos o tres elementos fertilizantes (N, P, K)</p>																				
<p>Plantilla/gráfico o flujo</p>	<p><i>Esquema de clasificación de una subpartida arancelaria</i></p> <p>DIGITOS DE CADA PARTIDA</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td><td>9</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> </tr> </table> <p>Ubicación de la partida en el Capítulo</p> <p>No. Capitulo</p> <p>PARTIDA</p> <p>SUBPARTIDA</p> <p>SISTEMA ARMONIZADO</p> <p>NANDINA</p> <p>ARANCEL</p> <p>Fuente: e-Comex, 2010</p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	2	0	1	3	0	9	0	0	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10												
0	2	0	1	3	0	9	0	0	0												



Se plantea el mejoramiento y precisión del cálculo de emisiones de GEI para esta categoría, reduciendo al mismo tiempo su incertidumbre, mediante la homologación de las partidas arancelarias que especifican y registran los volúmenes netos de urea y otros fertilizantes nitrogenados que son importados por el país.

Con el fin de contar con un panorama más claro de la problemática actual, respecto al registro de las importaciones de fertilizantes para el uso agrícola, podemos considerar el Anexo 1: Nomenclatura de designación y codificación de mercancías del Ecuador, del Comité de Comercio Exterior (COMEX), en el Capítulo 31. Abonos, en el cual se describen todos aquellos ítems correspondientes a las subpartidas de la partida Abonos (Ministerio de Comercio Exterior, 2017), entre las que se incluyen:

- 31.01 Abonos de origen animal o vegetal
- 31.02 Abonos minerales o químicos nitrogenados
- 31.03 Abonos minerales o químicos fosfatado.
- 31.04 Abonos minerales o químicos potásicos
- 31.05 Abonos minerales o químicos.

A pesar del detalle y precisión que presenta la Nomenclatura para la codificación de las mercancías del Ecuador, uno de los principales problemas que se presenta al momento de asignar a un producto importado una partida arancelaria, es la aplicación correcta de las salvedades que, entre las más importantes para el caso que nos interesa, es el relacionado con los fertilizantes para uso agrícola importados, principalmente los fertilizantes nitrogenados, correspondientes a la *Partida 31.05, la partida 31.02* (Ministerio de Comercio Exterior, 2017).

A estas salvedades, se deben considerar aquellas que hacen relación con los fertilizantes sintéticos cuya fuente principal son el Potasio y el Fósforo, así como los fertilizantes compuestos y los abonos orgánicos importados, como es el caso del guano, que se constituyen en una barrera para la

disponibilidad correcta de datos o de información relacionada con los parámetros correspondientes a la categoría de aplicación de urea, generando adicionalmente estimaciones de GEI con incertidumbres elevadas. Según ICEX (2018), una de las barreras presentes más importantes para la importación de fertilizantes al Ecuador, está directamente relacionado con las condiciones legales de homologación y certificación requeridas para que los fertilizantes puedan ingresar y ser comercializados en el país.

Estos datos evidencian la problemática que presenta la divergencia de información relativa al registro de fertilizantes importados desarrollado por el Servicio Nacional de Aduanas (SENAE), y que luego afecta al correspondiente registro y validación de la oficina de Comercio Exterior del Banco Central del Ecuador (BCE). Cabe señalar que, con el propósito de homologar las partidas correspondientes a Abonos para uso agrícola, entre el BCE y la SENAE, existe la factibilidad de desarrollar un reproceso de la asignación de partidas en dichas instituciones. Según INEC (2017), los datos de Comercio Exterior del Banco Central del Ecuador son de carácter provisional, y su reproceso se realiza conforme a la recepción de documentos fuente de las operaciones de comercio exterior emitidos por el Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (SENAE).

Como parte del proceso de mejora metodológica, es necesario el desarrollo de un proceso participativo, integral y multidisciplinario entre las instituciones involucradas y que forman parte de (SENAE, BCE y MAG, MPCEIP), a manera de comité interinstitucional de estadísticas de comercio exterior, con la facultad de:

- a) generar la correlativa para la homologación o modificación de la estructura del arancel, mediante la identificación de la divergencia en la definición de las partidas arancelarias correspondientes a fertilizantes importados de uso agrícola, tanto en el registro del dato por parte de la SENAE, como su posterior validación por parte del BCE;
- b) Considerar el Decreto, Acuerdo o procedimiento legal que permitirá la modificación de la estructura del arancel, tomando en cuenta las reglas de clasificación del SA (Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías):
- c) Identificar todas las subpartidas arancelarias que pueden verse afectadas;
- d) Agregar, de ser el caso, nuevas subpartidas;
- e) Completar y homologar las partidas de acuerdo con la Clasificación del Comercio Exterior (COMEX), considerando la coherencia y consistencia con el resto de las clasificaciones.

5.3. Arreglos institucionales

Para el sector Agricultura, se consideran en el análisis a las organizaciones que aportan con información de registros nacionales y estadísticas sectoriales, en función de esto corresponde la línea base de flujo actual de datos e información institucional. Para este sector, se tiene el flujo de información a través de las organizaciones gubernamentales mismas que a través de proyectos recopilan y gestionan la información.

Actualmente para la generación de los INGEI sectoriales, se establecieron acuerdos institucionales mediante generación de oficios para el levantamiento y consolidación de datos. (MAAE, 2019), adicional se ha identificado posibilidades de mejora en el desarrollo actual del procedimiento de

recopilación de información, esto a través de consultas específicas y retroalimentaciones de los talleres realizados.

Como resultado del taller de diagnóstico, se consideraron las siguientes conclusiones:

- La elaboración de un convenio de cooperación específica entre el MAAE y el MAG para desarrollar el intercambio de información y seguimiento del proceso de construcción del inventario de una manera más cercana y cooperativa, formalizando así acuerdos de fortalecimiento concreto al INGEI y a largo plazo.
- Al interior del Ministerio de Agricultura y Ganadería y Entidades adscritas (Agrocalidad) se debe concretar la articulación efectiva de los sistemas informáticos previa construcción de la estructura interinstitucional con el MAAE. Sistemas como el SAF (Sistema de Administración Forestal), CGINA son parte de una estructura ya definida de transferencia de información que incluye también el SUIA como parte integrante del sistema nacional. La integración se deberá dar bajo directrices del SAF.
- Así mismo, y dentro del Ministerio de Agricultura y Ganadería, desde el año 2013, la temática de cambio climático se había venido trabajando en dos espacios de concertación y gestión internas: la Mesa de Cambio Climático y la Mesa Técnica Agroclimática, bajo la directriz de la Dirección de Pre-inversión y Cooperación Nacional e Internacional del MAG.
- Definir la metodología de registro de datos de actividad en conjunto con el INEC y su incorporación en el desarrollo de la encuesta ESPAC.

Se debe dar seguimiento y continuidad a los proyectos ejecutados, en lo que se ha conseguido una recopilación de datos e información, se encuentra pertinente la institucionalización del proceso seguido en los proyectos específicos tal como GCI.

5.3.1. Arreglos institucionales propuestos

Para los arreglos institucionales propuestos, se toma como referencia a la estructura del MRV propuesto para la NAMA Ganadera, en la cual se contempla la participación de extensionistas y especialistas NAMA (MAAE/MAG) en la recolección de datos para el libro de campo; especialistas y responsables MAAE para el reportaje (MAAE/MAG); y, adaptar a las necesidades de información de todo el sector Agricultura. Adicional se complementa con las demás necesidades de información y organizaciones que son proveedoras de las otras categorías.

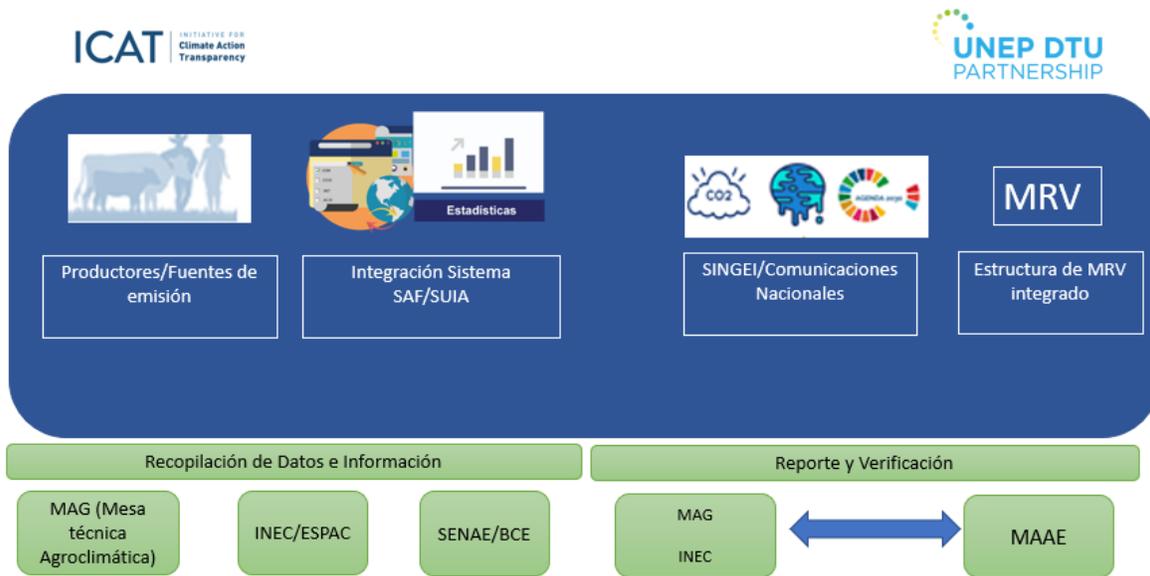
La propuesta del proyecto ICAT tiene como fin, el brindar apoyo técnico para su estructuración e implementación de esta estructura seguida. Esta propuesta de arreglo institucional se recomienda pueda ser implementada para el desarrollo de los procesos de recolección y gestión de datos en territorio para los datos de actividad correspondientes al cálculo de emisiones propios (TIER II) para las categorías 3A1 Fermentación entérica y 3A2 Manejo de estiércol: número de cabezas de ganado a nivel nacional, parámetros referenciales sobre el manejo del hato (tasa de mortalidad, edad al primer parto, peso de los animales, tasa de reemplazo, tasa de fertilidad, producción periodo de

lactancia), composición de la canasta alimenticia (porcentaje por tipo de alimento) y manejo del estiércol (porcentaje destinado a cada tipo de sistema de manejo) (GCI, 2020), a fin de obtener los parámetros para el cálculo de los rubros de energía vinculados a la ingesta del animal y para el cálculo del factor de conversión de metano y óxido nitroso, provenientes de los sistemas de manejo del estiércol (IPCC, 2006), y considerando la gestión y apalancamiento desarrollado por el proyecto GCI, y que será continuado y ampliado por la Subsecretaría de Producción Pecuaria a través de su Programa Nacional de Ganadería Sostenible, en el marco de la implementación de la NAMA Ganadera y con base en las Escuelas de Campo de este programa nacional.

Para el caso de las categorías Emisiones Directas e Indirectas de N₂O de los suelos gestionados, Cultivo de arroz, Aplicación de urea y Emisiones anuales de CO₂ por encalado, se considera fundamental la participación del MAAE a través de su Grupo de Inventario de GEI, en los procesos de mejoramiento continuo de la ESPAC a través de la inclusión de nuevos indicadores y parámetros en los formularios principales ESPAC-01 y ESPAC-02 del ESPAC, a fin de levantar aquellos datos que aún no se encuentran en la metodología de la ESPAC, como por ejemplo, dentro de la sección correspondiente a fertilizantes, la inclusión del uso de encaladuras a los cultivos, ya sea a través de la utilización de carbonatos de calcio, producidas en el Ecuador, o cal dolomítica, la cual es importada al igual que la urea. Con la generación de estos datos estadísticos, es recomendable contrastarlos con los registros de importaciones desarrollado por el SENA y registrados en la base de datos del Banco Central del Ecuador, para el caso de volúmenes de importación; y, los registros productivos de las principales industrias y asociaciones de producción de cal a nivel nacional, para lo cual se requiere el desarrollo de Acuerdos de Confidencialidad con dichas organizaciones y empresas, bajo un enfoque de mesas de diálogo y participación.

Por otro lado, y con base en la información provista por los directivos y técnicos de las unidades del MAG, tanto en talleres como en entrevistas, se considera necesario posicionar y fortalecer el espacio de concertación intrainstitucional sobre la temática de cambio climático, a través de la Mesa de Cambio Climático del MAG y la Mesas Técnica Agroclimática, las cuales fueron desarrolladas en el año 2013, como espacios de concertación y coordinación interno, que permitan desarrollar y visibilizar la temática de cambio climático dentro del Ministerio de Agricultura y Ganadería, bajo la dirección de la Cooperación Nacional e Internacional, en calidad de punto focal, y la CGINA, y de esta forma implementar proyectos pilotos y herramientas climáticas en las diferentes áreas técnicas, proyectos y programas de la institución, a fin de facilitar el reporte de acciones y medidas que permitan dar cumplimiento a las diferentes políticas sobre cambio climático a nivel nacional, y la generación de reportes nacionales en el marco de los acuerdos de cooperación internacional, en los que el País participa.

Figura 4. Estructura de Arreglos Institucionales.



Elaboración: ICAT Ecuador

6. Evaluación de la incertidumbre en datos e información suministrada

Como se había mencionado en el apartado de marco de referencia, la identificación y evaluación de las incertidumbres generadas en relación con la disponibilidad de los datos de actividad, deben ser determinadas de la precisión de las mediciones o monitoreo físico, y/o valoraciones expertas, dependiendo de su origen. Esta evaluación y reporte de las incertidumbres de los parámetros de datos de actividad representan prioridad al momento de robustecer el desarrollo de las estimaciones de GEI que genera el país.

Para el efecto, se presenta el formulario de evaluación (Tabla 13), donde los proveedores de información deberán recoger las posibles causas de incertidumbre y su evaluación dependiendo el proceso de recopilación de información, propio de cada organización. El formulario deberá ser suministrado al MAAE como parte importante del requerimiento de información y datos solicitados para la elaboración de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero.

Tabla 13. Formulario de evaluación de incertidumbres en datos de actividad.

Evaluación Incertidumbre Estadística		
Evaluación Cualitativa		
Tipo de levantamiento de datos	Marque (X)	Comentario
Censo nacional		
Muestreo aleatorio de datos		
Medición directa/producción específica		
Procesamiento/correlación de información primaria		

Identificación del tipo de incertidumbre	Marque (X)	Valor evaluado en el proceso (%)
Errores sistemáticos y aleatorios de censos ya identificados y registrados		
Errores de medición en instrumentación		
Calibración de medidores o elementos de registro		
Errores humanos de digitalización		
Transformaciones de unidades o extrapolación de datos en series históricas		
Muestreos aleatorios de datos sin exhaustividad/representatividad de muestra		
Falta de representatividad de los datos y/ datos faltantes		

Evaluación Cuantitativa	
Tipo	Valor/descripción
Sesgo de levantamiento de información (Censo)	
Distribución de probabilidad	
Rango/intervalo de confianza	

Incertidumbre Sistemática (Evaluación de sesgo sistemático)		
Tipo	Marque (x)	Tipo de análisis/hallazgo
Análisis de correlación de modelos estadísticos		
Evaluación de expertos		

Elaboración: ICAT Ecuador

7. Resumen Esquemático de Recopilación y Entrega de Información.

El siguiente esquema, recoge el proceso indicado en la presente guía, con la finalidad de que las organizaciones proveedoras de información puedan aplicarlo internamente para la recopilación y entrega de los datos que el país requiere para calcular y reportar los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. La figura a continuación representa un resumen metodológico para el cumplimiento de lo establecido en las Directrices IPCC 2006, aplicadas por el MAEE.

Figura 5. Esquema para aplicar la metodología de recopilación.



Elaborado por: ICAT Ecuador
Fuente: Adaptado de IPCC 2006

8. Trabajo Sectorial

Es necesario destacar que, la presente “Guía Técnica de procedimientos y metodología para la recolección y manejo de datos para el Sector Agricultura” fue desarrollado en base a la participación de los delegados de las principales instituciones que recopilan, generan y procesan la información relacionada con los principales datos de actividad requeridos para la estimación de gases de efecto invernadero del sector Agricultura en el INGEI:

- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (Agrocalidad)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) - Proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente (GCI)
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)
- Banco Central del Ecuador (BCE)
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)
- Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (CONGOPE)

Los delegados pertenecientes a estas instituciones participaron en diferentes talleres de levantamiento y validación de la información desarrollada en la presente Guía, estos fueron desarrollados en el marco de implementación de la iniciativa ICAT en Ecuador. Algunos de los procesos desarrollados por ICAT son:

- Taller de lanzamiento de la Iniciativa de Acción y Transparencia Climática – ICAT, desarrollado del 20 al 21 de agosto de 2019.
- Taller de presentación del diagnóstico para la implementación de la Iniciativa de Acción y Transparencia Climática – ICAT, desarrollado el 17 de febrero de 2020.

Adicionalmente, se realizaron reuniones de validación con los principales actores institucionales del Ministerio de Agricultura y Ganadería (Subsecretaría de Producción Pecuaria) y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) para el análisis de las metodologías y mejoras de procedimientos de recolección y gestión de datos presentadas en el Producto 2: Propuesta de metodologías, procedimientos y arreglos institucionales apropiados para la recolección y gestión de datos.

Con estos procedimientos, la Iniciativa ICAT ha buscado garantizar que la construcción de estas propuestas de mejora metodológicas para la recopilación y gestión de datos de actividad requeridos por el INGEl, hayan sido construidas con base en la participación de los delegados institucionales de las organizaciones públicas generadoras y gestoras de información estadística.

Bibliografía

Arrien, I. 2018. Fertilizantes en Ecuador. Ficha Sector. ICEX (Españan Exportación e Inversiones). Oficina Económica y Comercial de España en Quito. Disponible en: <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/estudios-de-mercados-y-otros-documentos-de-comercio-exterior/DOC2018789042.html>

Cadena, A. y Hung, A. 2018. Manual de merceología para la clasificación arancelaria de productos químicos. Tesis de pregrado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE). Sede Ibarra. Disponible en:

<https://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/276/1/TESIS%20MANUAL%20DE%20MERCEOLOG%c3%8dA.pdf>

IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón.

INEC. 2017. Saldo de la Balanza Comercial no Petrolera. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Sistema_Estadistico_Nacional/Planificacion_Estadistica/Plan_Nacional_de Desarrrollo_2017_2021/Objetivos/Objetivo_5/5.16-FM_SBCnopedrolera.pdf

INEC. 2020. Documento metodológico de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2019. Mayo 2020. Quito, Ecuador. 51 pp. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Metodologia%20ESPAC%202019.pdf

INEC. 2020. Encuesta de Superficie y producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2019. Mayo 2020. 42 pp. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf

IPCC. (1996). *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Kyoto

IPCC (2000). Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de GEI . Ginebra.

IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Climate Change 2007 – Mitigation. *Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Nueva York, EE.UU: Cambridge University Press

IPCC, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 2015. Cambio Climático 2014 – Mitigación del Cambio Climático. Contribución del Grupo de trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Resumen para responsables de políticas. Nueva York, EE.UU: Cambridge University Press

Luzuriaga, C. 2001. Curso de Edafología General. 2da. Edición. Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), Sangolquí, Ecuador. 132 pp.

Ministerio de Ambiente y Agua. (2020). *Proyecto 4CN/2IBA Reporte del Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero 2014, Versión 1 (Borrador)*. Quito: GEF PNUD.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2017. Tercera Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático. Quito, Ecuador. 625 pp.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2016. Primer Informe Bienal de Actualización del Ecuador. Quito, Ecuador. 202 pp.

Ministerio de Comercio Exterior. 2017. Nomenclatura de designación y codificación de Mercancías del Ecuador. Anexo I. Comité de Comercio Exterior (COMEX). Disponible en: http://www.impoex.ec/images/easyblog_articles/57/Resolucin-No.-020-2017.pdf

Pang, Y., Glen Thistlethwaite, G., Watterson, J., Okamura, S., Harries, J., Varma, A. y Le Cornu, E. MRV Medición, Reporte, Verificación. Como establecer un Sistema Nacional de MRV. Borrador 4.2. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Eschborn, Alemania. 183 pp. Disponible en: https://www.transparency-partnership.net/system/files/document/mrv_tool_4_2_esp.pdf

SENAE. 2010. Oficio Circular No. CGA-OF 0003. Aplicación del manual de clasificación arancelaria. Disponible en: <https://www.aduana.gob.ec/archivos/Boletines/2012/CIRCULAR%200063%20MAS%20MANUAL%20DE%20CLASIFICACION%20ARANCELARIA%20PARA%20LOS%20FUNCIONARIOS%20DEL%20AREA%20OPERATIVA.pdf>

Wilkes, A., Reisinger, A., Wollenberg, E. y van Dijk, S. 2017. Medición, reporte y verificación de las emisiones de GEI de la ganadería de países en desarrollo de la UNFCCC: prácticas actuales y

oportunidades de mejora. CCAFS, Informe 17. Wageningen, Holanda: Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CAAFS) y Alianza Mundial de Investigación sobre los Gases de Efecto Invernadero de Origen Agropecuario (GRA). Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/93127/CCAFS%20Report%20no.%2017%20Spanish.pdf>

Anexos