

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador

Departamento de Asuntos Públicos

Convocatoria 2019-2020 (Modalidad Virtual)

Tesina para obtener el título de especialización en Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades

Análisis del sistema de producción en cama profunda como alternativa de mitigación y adaptación al cambio climático de los pequeños porcicultores en Santo Domingo de los Tsáchilas

María Gabriela Rojas Gómez

Asesora: María de los Ángeles Barrionuevo

Lector: Jefferson Raphael Cevallos Rivera

Quito, noviembre de 2020

## **Dedicatoria**

A DIOS por las bendiciones que me ha otorgado en el trayecto de mi vida y por los seres amorosos y protectores que ha colocado junto a mí. Por darme fortaleza e inspiración para luchar por mis sueños.

A mis padres Rodrigo y Rosita.

A mis hermanos Alex y Katty.

A mis abuelos Angelita, María y Francisco.

Finalmente, a mis bellas sobrinas Amelia y Abigail.

## Tabla de contenidos

Resumen.....	VII
Agradecimientos.....	IX
Introducción.....	1
Capítulo 1.....	4
Marco teórico conceptual, metodológico, contexto.....	4
1.1 Contexto.....	4
1.1.1 Descripción geográfica.....	4
1.1.2 Descripción política.....	4
1.1.3 Descripción demográfica.....	5
1.1.4 Descripción económica.....	5
1.1.5 Producción porcina sostenible y la acción climática.....	8
1.1.6 La porcicultura y la red urbana en Santo Domingo de los Tsáchilas.....	9
1.1.7 Análisis del rol femenino en la porcicultura.....	11
1.2 Marco teórico conceptual.....	11
1.2.1 Cambio climático, fenómeno global con particularidades locales.....	11
1.2.2 Economía ambiental, economía ecológica y medios de vida sostenible.....	13
1.2.3 Conexión rural-urbana y el rol de la agricultura sostenible.....	16
1.2.4 Tipos y escalas de la producción porcina.....	18
1.2.5 Porcicultura convencional <i>versus</i> porcicultura sostenible.....	19
1.2.6 Transferencia de tecnología e innovación en el sector rural.....	20
1.3 Marco metodológico.....	21
1.3.1 Aspectos preliminares del diseño de la investigación.....	21
1.3.2 Diseño de la investigación para el objetivo 1.....	21
1.3.3 Diseño de la investigación para el objetivo 2.....	23
1.3.4 Diseño de la investigación para el objetivo 3.....	25
Capítulo 2.....	26
Resultados y hallazgos.....	26
2.1 Mitigación del cambio climático de la porcicultura en cama profunda.....	26
2.1.1 Emisiones de GEI de la porcicultura convencional.....	26
2.1.2 Emisiones de GEI de la porcicultura en cama profunda.....	27
2.1.3 Contraste de emisiones de GEI de la porcicultura convencional y en cama profunda.....	28
2.2 Impactos ambientales y climáticos de la porcicultura convencional.....	31

2.3 Efectos del cambio climático en la porcicultura local.....	33
2.4 Factores que inciden en la sostenibilidad de la porcicultura a pequeña escala.....	34
2.5 Beneficios de la cama profunda para la adaptación climática de los productores a pequeña escala.....	37
2.5.1 Beneficios climáticos.....	37
2.5.2 Beneficios ambientales.....	38
2.5.3 Beneficios del sistema cama profunda para las mujeres porcicultoras.....	39
2.5.4 Beneficios productivos de la porcicultura en cama profunda.....	41
2.5.5 Beneficios socio económicos.....	43
2.6 Desventajas del sistema cama profunda.....	44
Capítulo 3.....	47
Aportes de la investigación aplicada.....	47
3.1 Elaboración del material comunicacional.....	47
3.1.1 Cambio climático y el impacto de la producción porcina al clima.....	49
3.1.2 Impactos ambientales negativos de la producción porcina.....	51
3.1.3 La porcicultura en cama profunda como alternativa para el cambio climático.....	52
3.1.4 Rol femenino en la porcicultura y el aporte del sistema cama profunda.....	54
3.1.5 La porcicultura en cama profunda como medio de vida sostenible.....	55
3.2 Propuesta para institucionalizar los resultados de la investigación.....	57
Conclusiones.....	60
Anexos.....	64
Lista de Siglas y Acrónimos.....	85
Lista de referencias.....	86

## **Ilustraciones**

### **Figuras**

Figura 3.1. Infografía Cambio climático.....	49
Figura 3.2. Afiches Efectos del cambio climático en Santo Domingo de los Tsáchilas.....	50
Figura 3.3. Infografía Principales impactos negativos de la producción porcina.....	51
Figura 3.4. Afiche Sistema de producción porcina en cama profunda.....	52
Figura 3.5. Infografía Beneficios de la porcicultura en cama profunda para el cambio climático .....	53
Figura 3.6. Infografía Mujeres porciculturas y el beneficio que les ofrece la cama profunda.....	54
Figura 3.7. Folleto La porcicultura sostenible en la producción a pequeña escala (cara 1).....	55
Figura 3.8. Folleto La porcicultura sostenible en la producción a pequeña escala (cara 2).....	56

### **Tablas**

Tabla 1.1. Temas considerados para definir las categorías de investigación.....	24
Tabla 2.1. Resultados de estimación de emisiones de GEI del sistema convencional.....	27
Tabla 2.2. Resultados de estimación de emisiones de GEI del sistema cama profunda.....	28
Tabla 2.3. Contraste de emisiones de CO <sub>2</sub> eq del sistema convencional y el sistema cama profunda .....	28
Tabla 3.1. Equipo que conforma el proyecto de intervención en Santo Domingo.....	58

## **Declaración de cesión de derecho de publicación de la tesina**

Yo, María Gabriela Rojas Gómez, autora de la tesina titulada “Análisis del sistema de producción en cama profunda como alternativa de mitigación y adaptación al cambio climático de los pequeños porcicultores en Santo Domingo de los Tsáchilas” declaro que la obra es de mi exclusiva autoría, que la he elaborado para obtener el título de especialización en liderazgo, cambio climático y ciudades concedido por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador.

Cedo a la FLACSO Ecuador los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, bajo la licencia Creative Commons 3.0 Ecuador (CC BY-NC-ND 3.0 EC), para que esta universidad la publique en su repositorio institucional, siempre y cuando el objetivo no sea obtener un beneficio económico.

Quito, noviembre de 2020



---

María Gabriela Rojas Gómez

## Resumen

La presente tesina de investigación se ubica geográficamente en Santo Domingo de los Tsáchilas, provincia de vertiginoso crecimiento que basa su economía en la agricultura y el comercio asociado a la producción agrícola. Sin embargo, no se ha considerado la degradación al ambiente y al clima que generan las actividades productivas. Dentro de éstas, la porcicultura genera gran impacto, debido a las descargas al ambiente de excretas sin tratamiento y a la generación de gases de efecto invernadero (GEI). Los productores a mediana y gran escala han mejorado el tratamiento del estiércol debido a presiones legales y comunitarias, no obstante, los pequeños productores no han podido mejorar en este aspecto por debilidades como limitaciones económicas y falta de conocimientos.

El objetivo de la investigación fue determinar los beneficios y las desventajas del sistema de producción porcina en cama profunda como alternativa de mitigación y adaptación al cambio climático, que reemplace al sistema de producción convencional y minimice sus afectaciones. Se focalizó en los porcicultores a pequeña escala de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Para el análisis se utilizaron las fórmulas establecidas por el IPCC (2006) para medición de GEI en la gestión de estiércol. Se cuantificaron las emisiones de metano y óxido nitroso, para el sistema de producción convencional y para el sistema cama profunda, los resultados fueron contrastados. Para analizar los beneficios de la cama profunda para la adaptación climática, se utilizaron dos fuentes de información: Revisión de fuentes secundarias y entrevistas a expertos. Las entrevistas aportaron significativamente, porque permitieron aterrizar los hallazgos al contexto local.

De la exploración preliminar se desprendió, que el compostaje de excretas *in situ*, que se da en la cama profunda, favorece las condiciones de degradación aerobia del estiércol. Los resultados reflejan que, en efecto, el sistema cama profunda es una alternativa de producción porcícola sostenible y constituye una acción climática sinérgica, porque favorece la mitigación y la adaptación al cambio climático. El resultado cuantitativo refleja una disminución del 50,06% de emisiones de GEI utilizando el sistema de producción de cama profunda, en relación al sistema convencional. Además, la producción sostenible de cerdos puede ayudar a que los porcicultores a pequeña escala se adapten a los efectos del cambio climático y mantengan a la porcicultura como su medio de vida.

De manera adicional, el sistema cama profunda brinda la oportunidad de aprovechar el material orgánico de las excretas, para ser reincorporado a los cultivos en forma de compost o como un subproducto que genere ingresos económicos. En los productores a pequeña escala se dan las condiciones para la optimización ecológica de la aplicación del compost, por las extensiones pequeñas y variadas de sus cultivos.

El propósito final fue aportar al desarrollo sostenible de la porcicultura, con énfasis en los productores pequeños, quienes en gran medida carecen del conocimiento de nuevas tecnologías de producción sostenible. Los resultados fueron difundidos al GAD Provincial, como institución competente para promover el desarrollo productivo provincial.

## **Agradecimientos**

Agradezco a la Facultad Latinoamérica de Ciencias Sociales, FLACSO sede Ecuador y al Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC), por permitirme pertenecer al programa de especialización en liderazgo, cambio climático y ciudades, convocatoria 2019-2020 y por el compromiso y aporte económico para consolidar este gran proyecto.

A los profesores y profesoras de FLACSO, que en el proceso de formación me motivaron con sus conocimientos y don de gentes, a seguir luchando para hacer que la lucha contra el cambio climático pueda ser colectiva y liderada por personas comprometidas con la causa.

A mi asesora Dra. María de los Ángeles Barrionuevo, por su paciencia, conocimientos y minuciosidad en la revisión de mi proceso de tesina, ha sido el pilar para que el presente trabajo pueda consolidarse como un proyecto de investigación sólido y aterrizado.

Al Dr. Pere Ariza- Montobbio, mi profesor de metodología de investigación, por ayudarme a sentar las bases del proceso investigativo.

A mi familia y a mi novio, por la paciencia, apoyo y comprensión de que el tiempo que dejé de compartir con ellos durante este recorrido, fue para mi crecimiento personal y profesional.

Especialmente a DIOS.

## **Introducción**

Santo Domingo de los Tsáchilas es una provincia que enlaza la sierra y la costa de Ecuador, caracterizada por su gran actividad agrícola y comercial. Su vertiginoso tránsito desde la colonización hasta constituirse en provincia fue motivado por la productividad de su tierra, que se debe a sus favorables condiciones climáticas, hidrológicas y edafológicas. Estos aspectos promovieron una incesante explotación agropecuaria, que aún sigue en expansión y ha generado el cambio de uso de suelo para incrementar la capacidad productiva de la zona.

El sector pecuario ha tenido un rápido crecimiento productivo, como resultado, en Santo Domingo parte de su economía se basa en la comercialización de animales y productos cárnicos a todo el país. Sin embargo, el desarrollo productivo ha dejado huella, en especial en la afectación a los recursos hídricos causada por descargas contaminantes. En este punto, la producción porcina ha sido una de las más cuestionadas, por la gran cantidad de cerdos que concentra esta provincia y por la contaminación hídrica ocasionada por el vertido de aguas residuales contaminantes, originadas por la inadecuada gestión del estiércol.

En la provincia, la producción porcina presenta desafíos para poder transformar su sistema de manejo tradicional, a técnicas amigables con el ambiente que reduzcan la contaminación hídrica y se vincula a la acción climática, porque la gestión correcta del estiércol minimiza la generación de GEI. A nivel local ya existen experiencias de manejo adecuado de excretas porcinas por parte de los productores grandes, que han implementado técnicas como el sistema cama profunda, que consiste en reemplazar el piso impermeable de los corrales, por un piso de material fibroso donde se depositan las excretas, se mezclan y se compostan por el movimiento de los cerdos.

A la par de la técnica de cama profunda, existen otras experiencias que incluyen la captación y aprovechamiento de metano, que se utiliza como biogas para cocinar, para el sistema de calefacción de lechones o para generar energía eléctrica. La instalación de biodigestores para captar el biogas no tuvo éxito en los productores de Santo Domingo, debido a la falta de conocimiento técnico en la instalación y elevados costos de implementación y mantenimiento.

Estos adelantos tecnológicos son accesibles para productores medianos y grandes, no obstante, el segmento de productores pequeños generalmente tiene limitaciones económicas y

técnicas, que les dificulta mejorar el manejo de sus explotaciones rudimentarias porcícolas. Es por esto que, dentro de las alternativas mencionadas, la cama profunda se perfila como una opción económica y de fácil implementación, que puede ofrecer además un subproducto que se utiliza dentro de las mismas fincas como abono. La mejora en la gestión del estiércol representa además una oportunidad para la mitigación de GEI, que en la actualidad está tomando fuerza y se refleja en las estrategias nacionales y provinciales para enfrentar el cambio climático.

La investigación se justifica en la necesidad de encontrar métodos alternativos para la producción porcina, que minimicen los impactos ambientales y climáticos, y logren que la porcicultura pueda ser una actividad sostenible. En especial, porque la porcicultura a pequeña escala es la más vulnerable de sufrir los mayores impactos del cambio climático. Además de presentar inequidades, como la falta de conocimiento técnico, menor acceso a formación y capacitación y la desventaja competitiva por la monopolización de la industria cárnica.

Si añadimos estas desigualdades, a los futuros impactos que ocasionará el cambio climático en la zona y la poca capacidad económica y técnica de los pequeños productores, el resultado puede ser la pérdida de la porcicultura como su medio de vida. Es así que, la transformación de la porcicultura a pequeña escala, hacia sistemas productivos sostenibles, puede ser la forma de generar valor agregado a su producción y ser competitivos.

En ese escenario, el desarrollo sostenible es la vía más adecuada para garantizar que las actividades puedan generar modos de vida amigables con el entorno, que sean resilientes y puedan adaptarse al cambio climático, sin incrementar la inequidad y pobreza. El enfoque de esta tesina en el sector porcicultor que se desarrolla mayoritariamente en las áreas rurales, se analiza desde una óptica integral. Además, el entramado urbano – rural en Santo Domingo de los Tsáchilas es complejo y dada la fortaleza productiva ya instalada, requiere mejorar sus sistemas de manejo, la eficiencia productiva y la gestión ambiental de las actividades.

La producción porcina a pequeña escala manejada mediante técnicas sostenibles como la cama profunda, es una oportunidad valiosa para emprender proyectos de mitigación de emisiones de GEI. Los porcicultores pequeños constituyen el 66,72% de la producción nacional, por tanto, representa un importante sector que puede ser priorizado. La ganadería porcina es en efecto, un sector clave para la mitigación del cambio climático.

## **Pregunta de investigación**

¿Cuáles son las ventajas del sistema de cama profunda como modelo sostenible de producción de cerdos, que favorezca la mitigación y adaptación al cambio climático de los pequeños porcicultores en Santo Domingo de los Tsáchilas?

## **Definición de los objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar las ventajas para la mitigación y adaptación al cambio climático del sistema de producción de cerdos en cama profunda y los factores que inciden en la sostenibilidad de la porcicultura a pequeña escala en Santo Domingo de los Tsáchilas.

### **Objetivos específicos**

- Contrastar las emisiones de gases de efecto invernadero del método de producción convencional de cerdos y del método de cama profunda, en la población porcina de engorde de Santo Domingo de los Tsáchilas.
- Determinar los beneficios que el sistema de cama profunda ofrece para la adaptación climática local.
- Elaborar y entregar al GAD Provincial de Santo Domingo de los Tsáchilas, material comunicacional que permita informar y sensibilizar sobre las ventajas en términos de cambio climático, del sistema de producción en cama profunda.

Esta tesina consta de tres capítulos, el primer capítulo contiene al marco contextual que permite ubicar el área de estudio, al marco teórico-conceptual que aborda las fuentes teóricas que sustentan la investigación, así como las definiciones que permiten comprender a la porcicultura, sus impactos y al sistema cama profunda. También contiene al marco metodológico que permitió elaborar el diseño de la investigación.

En el segundo capítulo se abordan los resultados de la investigación que se sintetizan en los beneficios para la mitigación y adaptación al cambio climático, que proporciona el sistema de producción en cama profunda y también las posibles desventajas del sistema. El tercer capítulo se focaliza en la aplicación de los resultados obtenidos, que busca aportar al desarrollo productivo y social de la porcicultura a pequeña escala.

## **Capítulo 1**

### **Marco teórico conceptual, metodológico, contexto**

#### **1.1 Contexto**

##### **1.1.1 Descripción geográfica**

“La provincia Santo Domingo de los Tsáchilas está ubicada en las estribaciones de la cordillera occidental de Los Andes al noroccidente de Ecuador, entre las coordenadas 0°10´ - 0°20´ de latitud sur y 79°15´-79°0´ de longitud oeste” (MAE 2014). Su ubicación estratégica la convierte en el nodo principal de articulación costa-sierra que vincula el eje Quito-Guayaquil, Quito-Manta y Quito-Esmeraldas (MAE 2014, 28). Se encuentra a 120 km de distancia del mar y a 133 km de la ciudad de Quito, capital del país (Chávez 2015).

“La superficie provincial es 3.770,49 km<sup>2</sup>, limita al norte y al este con Pichincha, al noroeste con Esmeraldas, al oeste con Manabí, al sur con Los Ríos y al sureste con Cotopaxi” (GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas 2015, 27). Está conformada por dos cantones: Santo Domingo y La Concordia, Santo Domingo está constituido por siete parroquias urbanas y siete parroquias rurales, por su parte La Concordia se conforma por una parroquia urbana y tres parroquias rurales (GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas 2020).

Su altitud es de 625 msnm en una zona climática tropical húmeda, posee clima cálido húmedo con una temperatura promedio de 22,9°C y un volumen de precipitaciones de 3000 a 4000mm anuales, es una de las zonas con mayor pluviosidad del país (MAE 2014). Tiene gran riqueza hidrológica, existen cinco cuencas principales y micro cuencas importantes, el Río Toachi es el mayor eje hídrico (GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas 2020). “Su topografía es relativamente regular, con alturas que no superan los 1300 msnm” (MAE 2014, 28).

##### **1.1.2 Descripción política**

Santo Domingo perteneció como cantón a la provincia Pichincha y fue declarado provincia el 6 de noviembre de 2007 (Quintana 2012). El 3 de junio de 2013 por resolución de la Asamblea Nacional del Ecuador, se adhiere como segundo cantón el recinto La Concordia (Quintana 2012). La institución que administra las competencias de productividad, cuencas hidrográficas, infraestructura rural y control ambiental es el GAD Provincial (Quintana 2012). Los GAD cantonales tienen competencias en provisión de agua potable, tratamiento de aguas servidas e infraestructura urbana (GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas 2015).

### **1.1.3 Descripción demográfica**

De acuerdo a la proyección poblacional del INEC, para el año 2020 Santo Domingo de los Tsáchilas alcanzará una población de 458.580 habitantes, que corresponde al 2,62% de población nacional. Sin embargo, la ciudad principal y capital de la provincia Santo Domingo es la cuarta ciudad más poblada del país, concentrando al 57,93% de población provincial (INEC 2018). “La densidad poblacional es de 116,69 hab/ Km<sup>2</sup>” (SENPLADES 2013, 8).

La población provincial se constituye por 50,30% de mujeres y 49,7% de hombres (INEC 2010). Debido a su acelerado crecimiento, tiene sectores sin cobertura de servicios básicos, el 51,10% de población no tiene acceso al agua potable y el 39,20% del territorio no tiene cobertura de alcantarillado (INEC 2010).

La tasa de analfabetismo es de 6,3%, ligeramente inferior al promedio nacional que es 6,8%, el promedio de años de escolaridad es de 8.8 años para los hombres y 8.7 años para las mujeres (INEC 2010). Por el contrario, existe una diferencia significativa en la escolaridad del área urbana y rural con 9,4 y 6,9 años de asistencia escolar respectivamente (INEC 2010). El 39,61% de la población tiene instrucción primaria, el 22,80% culminó el bachillerato, el 8,35% tiene formación universitaria y sólo el 0,47% realizó estudios de posgrado (INEC 2010).

La población urbana es de 348.944 habitantes correspondiente al 76,07% y en el sector rural habitan 109.636 personas, es decir, el 23,91% de población (INEC 2018). La falta de control municipal y estatal favoreció la expansión territorial mediante procesos de invasión, y la posterior conversión de bosques primarios a tierras rurales y urbanas (Quintana 2012). Entre 1974 y 1990 la población urbana aumentó 4 veces, con una tasa de crecimiento anual del 10% que la convierte en una de las ciudades de mayor crecimiento nacional (Quintana 2012).

### **1.1.4 Descripción económica**

La ubicación espacial, condiciones climáticas y edafológicas, así como las cortas distancias hacia las principales ciudades y puertos de país, le han permitido desarrollar intensas actividades agrícolas y comerciales que son la base de su economía. Estos factores la convierten en un puerto terrestre de intercambio comercial entre las regiones sierra y costa (GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas 2015). De acuerdo a información del

Banco Central del Ecuador en el año 2010 la provincia aportó con el 1,92% del valor agregado bruto (VAB) nacional.

Las principales actividades económicas son: el comercio con el 20,40% del VAB provincial, seguido por el sector agropecuario que representa el 20,32% del VAB, el sector inmobiliario genera el 11,72% del VAB, la manufactura con el 11,46% del VAB (GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas 2015). Finalmente, el 36,10% proviene de otros sectores como el transporte, turismo, salud, telecomunicaciones, enseñanza, minería, entre otros (GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas 2015).

En concordancia, el comercio emplea al 22,81% de población económicamente activa (PEA), el sector agropecuario ocupa al 22,34%; la industria ocupa el 8,07%; y el sector de la construcción emplea al 6,37%. (GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas 2015). El porcentaje de PEA por género es del 70,35% de hombres, que contrasta con solamente el 35,32% de mujeres que realizan una actividad económica. Para ambos géneros los principales trabajos se dan en ocupaciones elementales como oficiales, operarios, jornaleros y comercio informal. El nivel de profesionalización es bajo con 11,7% de hombres dedicados a actividades técnicas, administrativas, intelectuales y gerenciales; contrapuesto al 22,8% de mujeres ejerciendo estos campos laborales (INEC 2010).

Adicionalmente, considerando el enfoque más amplio de índice de pobreza multidimensional, se refleja la inequidad entre pobladores urbanos y rurales (INEC 200). Los autores Alkire y Foster propusieron el enfoque multidimensional para evidenciar “que las medidas de privación no-monetaria (salud, educación, mortalidad, empleo, etc.) son complementarias al ingreso, y que ellas reflejan otras dimensiones de la pobreza que no se pueden captar solamente por indicadores monetarios” (FAO 2018, 14). Por lo tanto, no se acotan únicamente a los indicadores de pobreza monetaria.

En el año 2019, “el índice de pobreza multidimensional fue de 22,7% para el sector urbano y 71,10% para el sector rural” (INEC 2020, 7). Reducido sólo a términos monetarios en el mismo periodo “la pobreza por ingresos fue de 17,20% para el sector urbano y 41,80% para el sector rural” (INEC 20220, 5). Ambos indicadores dan cuenta de una brecha significativa entre habitantes urbanos y rurales, sin embargo, los 48,4% puntos porcentuales de diferencia en el índice de pobreza multidimensional, alertan del aspecto social de la pobreza y las

desigualdades de las personas por su ubicación territorial. “De manera desagregada, los factores de pobreza multidimensional rural más determinantes son la protección social, educación, acceso a energía, recursos monetarios y bienes durables” (FAO 2018, 16).

A nivel local, de acuerdo a SENPLADES (2015) para el año 2010 el porcentaje de pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI) en la provincia fue 55,55% para el sector urbano y 90,33% para el sector rural, mientras que la pobreza extrema por NBI fue 22,63% en el área urbana y 33,34% a nivel rural. La economía de Santo Domingo de los Tsáchilas depende en gran medida de las actividades agropecuarias. El 66,71% de habitantes se dedican a labores agropecuarias, divididas en 38% a actividades pecuarias, 27% a actividades agrícolas y 35% a la combinación de ambas (GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas 2015). El 77,19% del territorio corresponde a pastos y cultivos permanentes. Los principales productos que se cultivan son la palma aceitera, cacao, plátano y frutas tropicales (MAG 2018).

En el sector pecuario destaca la crianza de ganado bovino y porcino, rubros que generaron en el año 2017 a nivel nacional el 9,73% del VAB agropecuario con un movimiento económico de 544,03 millones de dólares y contribuye con el 0,177 del PIB nacional (MAG 2018). De acuerdo a la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, “en Ecuador existen 1,3 millones de cabezas de ganado porcino” (INEC 2018, 25). De las que el 41,84% se encuentran en Santo Domingo de los Tsáchilas (AGROCALIDAD, MAGAP y ASPE 2011), representando un rubro importante en la economía local.

La producción pecuaria local tiene como ventaja el dinamismo comercial de la provincia. El flujo comercial se refleja en el movimiento económico que se realiza cada semana en la feria ganadera local coordinada por la asociación de ganaderos (ASOGAN). Esta feria es la más grande de Ecuador y que permite el intercambio de ganado al resto del país (GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas (2015). Cada jornada moviliza aproximadamente 4 millones de dólares, como referencia la cantidad de cerdos comercializados por la ASOGAN fue de 349.886 cerdos en el año 2013 (GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas 2015).

Por otra parte, destacan las unidades productivas pequeñas llamadas de manejo familiar (1 a 50 cerdos) de traspatio o de pequeña escala (ASPE 2016), porque abastecen con el 40% de producción nacional. Estas unidades carecen de tecnificación y tratamiento del estiércol (ASPE 2016); no obstante, representan el 66,72% de unidades productivas

(AGROCALIDAD, MAGAP y ASPE 2011). La innovación tecnológica en la porcicultura de traspatio puede ofrecer beneficios integrales, aporta al desarrollo local, a la eficiencia productiva y a la acción climática, como se expone en la siguiente sección.

### **1.1.5 Producción porcina sostenible y la acción climática**

El sistema convencional de crianza de cerdos en corrales con piso de cemento elimina las deposiciones utilizando agua y genera purines que emiten GEI. “Información de 137 países en desarrollo sugieren que la fermentación entérica y el manejo del estiércol en conjunto representan cerca del 9,2 % del total de las emisiones de GEI” (Wilkes et al. 2017, 13). De acuerdo al Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Ecuador Serie Temporal 1994-2012 (MAE 2016, 18) “las emisiones del sector agropecuario en el año 2012 fueron 14.648,10 Gt de CO<sub>2</sub> eq, representando el tercer lugar de emisiones nacionales con el 18,17%. El estiércol pecuario generó 2,34% de emisiones de CO<sub>2</sub> del sector agropecuario”.

El sector porcicultor debe considerarse prioritario para la mitigación, fomentando modelos de producción sostenible con la finalidad de reducir las emisiones de metano, un gas con “potencial de calentamiento global 28, de acuerdo al Quinto Informe de Evaluación del IPCC” (IPCC 2014, 95). Las transformaciones sistémicas en la porcicultura también facilitan la adaptación al cambio climático, porque minimizan las afectaciones al ambiente como la contaminación del agua por las excretas. Dependiendo de la eficacia del uso agua para limpieza, los purines tienen una carga orgánica con DQO que varía entre 4.000 a 40.000mg O<sub>2</sub>/l, (Garzón y Buelna 2014), causando daños a la vida acuática y cadena alimenticia.

Otro aspecto favorable para la adaptación al cambio climático de la porcicultura sostenible, es el fortalecimiento de las capacidades técnicas de la producción a pequeña escala, que provee competencias a los campesinos para que sean eficientes y competitivos (FAO 2016). De esta manera disminuiría la pobreza rural y la migración campo-ciudad, garantizando la seguridad alimentaria con modelos sostenibles. En suma, los sistemas de porcicultura familiar pueden contribuir decisivamente a mejorar los medios de vida de los agricultores (FAO 2016).

En el contexto actual, en que se prevén escenarios de variabilidad climática intensificados por el acelerado calentamiento global, la porcicultura sostenible representa una alternativa de actividad económica compatible con la planificación climática. De esta forma es posible reemplazar o complementar otras actividades agrícolas que puedan verse afectadas por los

cambios de patrones climáticos y diversifiquen las opciones de desarrollo de los agricultores. El vínculo entre eficiencia productiva, economía local y acción climática conlleva al desarrollo sostenible rural, que es clave para la interacción campo-ciudad.

### **1.1.6 La porcicultura y la red urbana en Santo Domingo de los Tsáchilas**

Santo Domingo de los Tsáchilas concentra el mayor porcentaje de producción porcina del país, en efecto, este sector contribuye con la economía local y genera empleo. El desarrollo económico rural fomenta la producción familiar y disminuye la migración campo-ciudad que ha sido una tendencia creciente especialmente en los países en desarrollo, donde la migración rural hacia zonas urbanas se da en búsqueda de bienestar (Morrissey 2008). Este fenómeno migratorio sin planificación ocasionó que en Santo Domingo se den procesos de crecimiento horizontal hacia áreas periurbanas marginales, inseguras y carentes de servicios básicos.

Es fundamental considerar que el cambio climático puede convertirse en un factor determinante que intensifique las migraciones rurales, forzadas por los eventos climáticos extremos o por cambios progresivos en los patrones climáticos, y que agraven los problemas de vulnerabilidad económica y social (Kumari et al. 2018). Los procesos migratorios han ocurrido históricamente en los centros poblados rurales, sin embargo, actualmente estos pueblos representan puntos de acopio y comercio de productos agrícolas. En la interacción campo-ciudad es importante considerar a las mujeres que se quedan en sus tierras y sostienen gran parte de la actividad rural, mientras quienes migran en mayoría son hombres jóvenes.

Los escenarios prospectivos del cambio climático proyectan que los pobladores rurales serán altamente vulnerables al cambio climático, debido a la dependencia económica a los recursos naturales, a la reducción de la productividad de sus cultivos tradicionales y al incremento de eventos extremos (OMM 2011). A nivel provincial esta previsión se manifiesta en que de los cuatro sectores identificados con riesgo clave por exposición a amenazas climáticas, dos se asocian al sector rural (Congope 2019). Estos sectores priorizados son “Seguridad alimentaria, agricultura, ganadería y pesca, y sectores productivos y estratégicos” (Congope 2019, 18). La vulnerabilidad de estos sectores se debe entre otros factores, al “poco valor agregado a productos agrícolas primarios y cadenas productivas sensibles al cambio climático” (Congope 2019, 18).

Resulta interesante enfrentar esta problemática desde dos componentes. Por una parte, es necesaria la transición en innovación tecnológica apalancada en las nuevas generaciones de pobladores rurales. Es decir, “incentivar un acceso preferencial a los medios de producción y decisión de la población rural joven y de mediana edad, que cuenta como condición adicional con mayores niveles de educación formal” (Dirven 2003, 419), comparada con la educación recibida por sus padres. El segundo elemento importante, es la organización de los agricultores o comuneros en la búsqueda de soluciones conjuntas a sus problemas comunes.

Las dificultades que enfrentan los pobladores rurales, sobre todo, se acrecientan por la pérdida de capital social definido como “el grado de confianza existente entre los actores sociales de una sociedad, las normas de comportamiento cívico practicadas y el nivel de asociatividad” (Kliksberg 1999, 87). Por consiguiente, el entramado social rural debe reforzarse mediante la innovación, organización, consolidación y fortalecimiento de capacidades individuales y grupales. De esta manera, podrá ser posible que el poblador rural joven se empodere en sus predios y se cohesione socialmente en la comunidad, favorecido por el sentido de pertenencia en las problemáticas sectoriales de otros comuneros. Cabe destacar, que los cambios significativos y el acceso a recursos, son más exitosos cuando se realizan por grupos sociales, antes que, por individuos, facilitando aspectos coyunturales y participativos (Dirven 2003).

Las transformaciones sistémicas como propone el sistema cama profunda fomentan estos objetivos, la cantidad de porcicultores a pequeña escala presentes en la zona de estudio crean un denso tejido que posibilita la conectividad gremial. Las relaciones activas tanto en vínculos entre pobladores rurales, como rurales- urbanos, puede fortificar el capital social e incrementar las relaciones recíprocas de intercambio material, emocional y de transferencia de conocimientos (David y Ortiz 2003).

Las causas comunes de problemáticas actuales pueden ser el estímulo que lleven a un cambio de paradigma. Las transformaciones sistémicas en el sector rural si bien son lentas y son sobrepasadas por los cambios económicos repentinos de la demanda y precios del mercado, así también, como los efectos progresivos del cambio climático, son una necesidad que debe ser atendida para dotar de capacidad de resiliencia y continuidad al sector agropecuario, que repercute en la seguridad alimentaria de toda la población (Dirven 2003).

### **1.1.7 Análisis del rol femenino en la porcicultura**

Martínez y Perea (2012) encuestaron a 71 familias en localidades periurbanas del valle de México, que se dedican a la crianza de cerdos y concluyeron que:

“Las mujeres (madres de familia) que sumaron el 25% de la muestra, manifestaron ser dueñas de las granjas y responsables de limpiar los corrales; sin embargo, reciben ayuda de sus hijos e hijas” (Martínez y Perea 2012, 417). Más, “en las granjas donde la mujer es la jefa de familia, ellas deciden sobre el manejo de los animales y aunque la gente se refiere a ellas como productoras, no son vistas como entes económicos” (Martínez y Perea 2012, 417).

Los sistemas alternativos de producción pueden disminuir el esfuerzo físico de la limpieza y acarreo de agua. Un aspecto positivo de la porcicultura es que las actividades como el barrido y limpieza pueden ser realizadas por mujeres con ayuda de sus hijos, a diferencia de otras labores agrícolas que demandan mayor fuerza y destreza física. Adicionalmente, se debe considerar que “Los cerdos proporcionan ingresos a las mujeres, fortaleciendo su papel en las familias y comunidades” (FAO 2012, 10).

## **1.2 Marco teórico conceptual**

### **1.2.1 Cambio climático, fenómeno global con particularidades locales**

Desde las civilizaciones antiguas hasta la actualidad, el clima ha sufrido variaciones espaciales y temporales que han condicionado a los recursos y medios de vida de la humanidad (OMM 2011). Estas variaciones pueden ser el efecto de procesos naturales como “las modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas” (IPCC 2013, 188) o cambios de origen antrópico, es decir, actividades propias de los procesos de desarrollo humano como el uso de combustibles fósiles y el cambio de uso de suelo (IPCC 2013).

Estos factores han ocasionado que el cambio climático, comprendido como el desequilibrio de la composición de la atmósfera que se atribuye a la actividad humana (IPCC 2013), se intensifique a partir de la revolución industrial (Naciones Unidas 2013). La revolución industrial mejoró la calidad de vida en términos económicos y propició procesos de explosión demográfica (OMM 2011). Sin embargo, el incremento de uso de energías fósiles que sostuvo la transición hacia la industrialización y mecanización del trabajo y que se mantiene hasta el presente, ha dejado su huella en la atmósfera mediante las emisiones de GEI, que son los causantes de la alteración atmosférica (OMM 2011).

Los GEI son componentes gaseosos que tienen la propiedad de absorber y emitir la radiación solar y permiten que se produzca el efecto invernadero, esencial para la vida humana (IPCC 2013). Sin el efecto invernadero, el calor que emite el sol a la superficie terrestre sería reflejado hacia la atmósfera y no podría mantenerse el rango térmico necesario para la vida en el planeta (OMM 2011).

La principal causa de emisiones de GEI a nivel global es la obtención de energía a partir de combustibles fósiles, que ha ocasionado el incremento de emisiones en un 40% desde la era preindustrial (IPCC 2014). La solución planteada para frenar el incremento de emisiones de GEI es la mitigación, definida por el IPCC (2013, 196) como la “intervención humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de GEI”, mediante estrategias como incrementar la eficiencia energética, reducir la deforestación o reemplazar energías fósiles por energías renovables (CIPPEC 2016).

Sin embargo, en Sudamérica, el 75,2% de emisiones de GEI son causadas por la agricultura y el cambio de uso del suelo (Gudynas 2009), resultando en desafíos diferentes para la mitigación del cambio climático. La necesidad de la región de buscar vías de transformación hacia sistemas sostenibles en estos sectores es imperiosa, debido a su dependencia de los recursos primarios y la importancia de los ingresos agropecuarios como uno de los pilares de su economía (Gudynas 2009). Otros factores que agudizan la problemática son la acelerada tasa de urbanización que disminuye el potencial de producción de alimentos y la desigualdad social de la región, donde la pobreza provoca que los campesinos subsistan en condiciones precarias y no puedan ser competitivos ante los grandes productores (Gudynas 2009).

Por otra parte, el segundo frente de lucha contra el cambio climático es mejorar la capacidad adaptativa de los sistemas naturales y humanos para enfrentarse a los impactos climáticos (Magrin 2015). El tránsito hacia la adaptación al cambio climático debe estar acompañado de “decisiones y acciones” (Magrin 2015, 5), así como de la responsabilidad de todos los actores de la sociedad y de las diferentes dimensiones escalares de gobiernos, con la finalidad de proteger a las personas, ecosistemas y a los medios de vida (Naciones Unidas 2015).

En la siguiente sección se presentan enfoques teóricos que han abordado la importancia de dar valor a los recursos ecosistémicos. Las consecuencias de su aprovechamiento insostenible están causando efectos negativos, como el cambio climático, la degradación al ambiente y la

pérdida de la biodiversidad. Aunque estos enfoques ayudan a comprender la importancia de estos recursos y que deben asumirse los costos económicos asociados a su deterioro, el tema es más complejo por las múltiples variables que intervienen, puesto que, resulta complejo valorizar otros tipos de elementos sociales y derechos inalienables de la naturaleza.

### **1.2.2 Economía ambiental, economía ecológica y medios de vida sostenibles**

El desarrollo social se ha vinculado al desarrollo económico. No obstante, a partir de la segunda mitad del siglo XX se empezó a notar el deterioro ambiental, en impactos como la contaminación atmosférica e hídrica, el cambio climático y la pérdida de biodiversidad (Hartley 2008). De acuerdo a Pearce y Turner (1995), esta degradación fue efecto de la intensificación de actividades productivas, que permitió el crecimiento económico a costa del daño ambiental.

Del creciente interés en la crisis ambiental, surgió una nueva rama de la economía, llamada economía ambiental (Hartley 2008) que buscaba explicar las causas del deterioro ambiental y aplicar métodos para valorizarlo. Este interés también parte de la concepción que el desarrollo humano está ligado al consumo de los recursos naturales que son considerados como “capital natural” (Hartley 2008). Por otra parte, el impacto ambiental que ocasiona un individuo o grupo de individuos y que afecta a terceras personas, empieza a ser abordado por la economía ambiental como externalidad o efecto externo (Domínguez 2014).

La economía ambiental constituye una extensión de la economía neoclásica y se fundamenta en la valorización económica de los bienes y servicios ecosistémicos (Hartley 2008). Además, incorpora la degradación ecológica resultante de los procesos de producción y consumo, en la internalización de la economía (Leff 2004). Esta valorización se da en términos monetarios y es distribuida a través del sistema de mercado (Hartley 2008).

En efecto, la economía ambiental propone la conversión del modelo actual de valoración económica, para que se incluyan los impactos de las externalidades producidas por la actividad humana sobre el recurso extraído y transformado (Aguilera y Alcántara 2011). Este reduccionismo se argumenta en que toda actividad genera impactos y afectaciones; pero que debe focalizarse en evitar el perjuicio más grave (Aguilera y Alcántara 2011). Este enfoque económico se interesa por los bienes y servicios ambientales que sean de utilidad humana,

representados en términos crematísticos y surge por buscar competitividad económica, antes que por preocupación ambiental (Figuroa 2017).

Por otra parte, la economía ecológica postula que existen complejos factores sociales, culturales e interacciones ecosistémicas, que son inconmensurables en términos económicos (Martínez-Alier 2014). Esta dificultad de valorizar los impactos ambientales, se debe a que existen efectos adversos contra la naturaleza que son imposibles de reparar o ser renovados, por tanto, sobrepasan la dimensión económica (Martínez-Alier 2006). Existen diferentes “lenguajes de valoración” que trascienden el valor económico, para los que se han creado mecanismos como “evaluaciones multi-criteriales participativas”, que han tratado de buscar alternativas, pero no siempre logran consenso (Martínez-Alier 2014).

La economía ecológica se fundamenta en que la naturaleza es un sistema abierto, que debe funcionar de manera ordenada y articula leyes biofísicas para incorporar otras magnitudes de medición como los materiales y la energía (Figuroa 2017). Estos aspectos se deben tomar en cuenta en la valorización y toma de decisiones económicas (Figuroa 2017). Los flujos energéticos y materiales se utilizan para explicar la secuencia dinámica que involucra el intercambio ecológico y económico entre sociedad y la naturaleza (Martínez-Alier 2006).

La relación hombre naturaleza comprende las fases desde la extracción o apropiación de bienes naturales que son transformados, circulan, son consumidos y finalmente se excretan en forma de desechos y energía (Toledo 2013). Pero para lograr el equilibrio precisa el consumo de materiales para una determinada actividad productiva, en las mismas cantidades que los productos y desechos que se generen (Martínez-Alier 2006). Este ciclo se ha desbalanceado por el incremento en la apropiación de recursos ecosistémicos, que excede la capacidad regenerativa de la naturaleza (Toledo 2013).

En la economía ecológica también se abordan al concepto de desarrollo sostenible, en el sentido de que el aprovechamiento económico no puede sobrepasar el bienestar social y ambiental de las generaciones actuales y futuras (Figuroa 2017). Bajo esta premisa, se integran elementos como “la equidad, la ética, la justicia y los procesos culturales” que proporcionan una dimensión sistémica y multidisciplinaria, sobre la que debe afianzarse la sostenibilidad (Figuroa 2017).

Finalmente se contempla la teoría del enfoque basado en medios de vida sostenibles, que se fundamenta en que las actividades que realiza una población o comunidad para garantizar su bienestar y sustento de vida deben ser capaces de afrontar los impactos naturales, ambientales, climáticos y económicos, sean actuales o futuros (Gottret 2011). Estos cambios no deben debilitar los bienes y servicios ecosistémicos, tampoco a los sistemas sociales, más bien les permite mejorar sus condiciones (Gottret 2011). Incluso pueden generar transformaciones innovadoras y convertir las crisis en oportunidades de mejora (Folke 2016).

El enfoque de medios de vida sostenibles tiene una orientación antropocéntrica, porque se centran en cómo el sistema ecológico puede influir sobre el sistema social (Binder et al. 2013). Abarca múltiples dimensiones como el capital natural, humano, físico y social y la forma en que deben combinarse para adoptar estrategias de vida sostenibles (Binder et al. 2013). Estos postulados han sido utilizados en diversos ámbitos y niveles de acción, destacando el nivel comunitario y sectores como la agricultura, para disminuir los niveles de pobreza rural en temáticas como los procesos extensivos e intensivos agrícolas, diversificación de medios de vida y la migración urbano-rural (Binder et al. 2013). Los objetivos que persigue y que son pertinentes al tema de investigación pueden resumirse en:

Mayor acceso a educación, información, tecnologías y formación de calidad; un entorno social más cohesivo y que ofrezca más apoyo; un acceso más seguro a los recursos naturales y una mejor gestión de los mismos; una política y entorno institucional que apoyen distintas estrategias en materia de medios de vida y promuevan un acceso equitativo a los mercados competitivos (Alzate 2009, 58).

Además, los límites urbanos y rurales son cada vez más difíciles de delimitar, puesto que los procesos de urbanización generan entornos periurbanos en constante crecimiento que van consolidando un nuevo tipo de ciudad de mayor extensión (Davis 1955). Incluso, las ciudades están consumiendo suelo rural agrícola para expandirse (Jordán, Riffo y Prado 2017). Las relaciones campo-ciudad se analizarán en la siguiente sección.

Esta investigación reconoce los avances de la economía ambiental para proponer modelos de valorización que tratan de transferir el coste socioeconómico de las externalidades negativas a los actores, que mediante el ejercicio de oferta y demanda contribuyen a su causa (Figuerola 2017). También reconoce a la economía ecológica en su esfuerzo por integrar las múltiples

variables que conforman la naturaleza, entre las que el ser humano es un elemento integrante, más no propietario, ni dominador. No obstante, el sentido de la investigación se fortalece al buscar un punto de equilibrio de estas aproximaciones teóricas, que es la procura de un modelo de desarrollo sostenible.

El desarrollo sostenible proporciona la equidad y justicia a las dimensiones económicas, sociales y ambientales, que interactúan permanentemente (Denton et al. 2014). La vinculación del desarrollo sostenible con las actividades productivas, permite la inclinación de este estudio hacia el enfoque de medios de vida sostenibles, considerando que los recursos naturales son indispensables para el desarrollo y supervivencia humana. No obstante, el bienestar humano debe respetar los límites naturales de provisión y regeneración, mediante el consumo y excreción responsables.

Los principios de los medios de vida sostenibles se centran en las estrategias para que las formas de ganarse la vida de las personas puedan ser sostenibles en el tiempo y sin causar daño al ambiente, así como fortalecer la capacidad de adaptación humana hacia escenarios de cambio o crisis (Neely, Sutherland y Johnson 2004). De la misma manera expone e integra los recursos necesarios (humano, social, natural, físico y financiero) para que se puedan robustecer las aptitudes de adaptación (Gottret 2011). Por tanto, este estudio considera que las actividades productivas puedan realizar transformaciones sistémicas que encaucen hacia medios de vida sostenibles.

### **1.2.3 Conexión rural-urbana y el rol de la agricultura sostenible**

La vinculación campo-ciudad se basa principalmente en el intercambio de bienes primarios del sector rural hacia las ciudades y los bienes y servicios que las ciudades proveen a los campesinos (CAF 2017). Los centros poblados rurales ejercen un rol importante, porque canalizan e intermedian este flujo bidireccional e inclusive tienden a extenderse y conurbanizar con las ciudades.

Estas interacciones se verán afectadas por el cambio climático. Los escenarios previstos por el IPCC advierten que “existe un nivel de confianza alto en que las zonas rurales se enfrentarán a grandes impactos en la provisión de agua, seguridad alimentaria, infraestructura e ingresos agrícolas” (IPCC 2014, 16). Estos factores tendrán gran impacto en los medios de vida rural, especialmente en los agricultores de subsistencia y pondrá en riesgo la seguridad alimentaria

de toda la población (Binder et al. 2013). Por lo tanto, resulta esencial la planificación y capacitación rural en medios de vida sostenibles (Binder et al. 2013). Los cambios que se prevean y las soluciones que se ofrezcan deben partir de la planificación, para que no se limiten a la reactividad y puedan ser anticipatorias y proactivas (Barton 2009).

Estos cambios facilitarán la transición hacia la formación de capacidades adaptativas indispensables para enfrentar los efectos del cambio climático (Denton et al. 2014). El sector rural es vulnerable por sus condiciones físicas, económicas y sociales, por tanto, es impostergable transitar hacia la adaptación, promover la producción sostenible y asegurar una transición hacia el uso sustentable de recursos y la equidad social (Denton et al. 2014). Justamente, renovar los sistemas agropecuarios convencionales por sistemas sostenibles puede fomentar a la población joven a trabajar en sus territorios y disminuir el desplazamiento hacia las ciudades en búsqueda de empleo y progreso (CAF 2017).

La agricultura sostenible se define como la práctica de actividades agrícolas que busca “garantizar la seguridad alimentaria, promover ecosistemas saludables y apoyar la gestión sostenible de la tierra, el agua y los recursos naturales, permite a la vez la rentabilidad, la protección ambiental y la equidad socio económica” (FAO 2020, 1). La sostenibilidad de la agricultura también favorece la adaptación de las mujeres hacia los nuevos desafíos que conlleva el cambio climático (Gottret 2011). En el sector agropecuario la carga física y horaria del trabajo femenino, limita a las mujeres acceder a oportunidades de desarrollo, a profesionalizarse, generar ingresos y tomar decisiones (Gottret 2011).

A nivel institucional las competencias legales facultan a la planificación climática local. De acuerdo al artículo 42 del Código Orgánico de Organización Territorial (Asamblea Nacional 2015), en Ecuador está establecida una estructura institucional en la que los gobiernos autónomos descentralizados (GAD) provinciales constituyen un nexo intermedio y articulador de los distintos niveles de gobierno y poseen competencias de desarrollo productivo y control ambiental en los sectores urbanos y rurales del territorio. Por esta razón uno de los objetivos de esta investigación es proporcionar la información al GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas, sobre el análisis del sistema de cama profunda como posible alternativa de producción sostenible de cerdos. La producción porcina y el sistema de producción de cerdos en cama profunda, se explicarán en las siguientes secciones.

#### **1.2.4 Tipos y escalas de la producción porcina**

La producción porcina conocida también como producción de cerdos o porcicultura, consiste en la cría de cerdos en todas las etapas de cría del animal, incluyendo la reproducción, destete de lechones y fase de engorde (Reyes 2010). Existen diferentes modalidades de crianza de cerdos, dependiendo la disponibilidad de espacio físico y capital económico con que cuente el productor (Gordillo 2016). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura (FAO), clasifica a los sistemas de cría o explotación porcina considerando la densidad de animales por área, de la siguiente manera:

- Producción Intensiva.- Sistema de cría mediante confinamiento donde los cerdos cuentan con el mínimo espacio vital para su desarrollo y busca el alojamiento de la mayor cantidad de cerdos por área (FAO 2010).
- Producción Extensiva.- Consiste en la crianza de cerdos al aire libre mediante pastoreo, con acceso a áreas de sombra y alimento (FAO 2010).
- Producción Semi intensiva.- Conjuga la crianza de cerdos al aire libre durante ciertas horas del día y el confinamiento en corrales el resto del tiempo (FAO 2010).

Las escalas de producción porcícola se relacionan directamente a la capacidad económica para inversión de los productores, se clasifican en:

- Producción industrial.- Requiere gran inversión monetaria, es tecnificada y toma en cuenta las mejoras genéticas de las razas de cerdos, optimización del consumo de alimentos balanceados y el manejo sanitario de los cerdos (Gordillo 2016). Se asocia al método de producción intensiva, porque los volúmenes de producción se manejan a gran escala optimizando el uso del espacio físico (Gordillo 2016).
- Producción de traspatio.- Conocida también como sistemas de producción familiar, pequeña producción o de pequeña escala, es la crianza de cerdos que se realiza utilizando mano de obra familiar (FAO 2010). “Los cerdos de traspatio forman parte de la tradición y cultura de las familias en zonas rurales y representan una fuente importante de proteínas, además de una fuente de ingreso y de ahorro” (FAO 2010, 15).

### 1.2.5 Porcicultura convencional *versus* porcicultura sostenible

Las condiciones de producción porcícola actual que se basan en el incremento de la producción porcina tendiente a la intensificación, confinamiento y aumento de número de animales degradan el ambiente (Reyes 2010). También la consolidación de grandes empresas agroindustriales dedicadas a la crianza y venta de cerdos, ha provocado impactos negativos al entorno socio ambiental (Reyes 2010). Las modalidades de manejo porcícola dependiendo del impacto ambiental que generan pueden agruparse en: a) Sistemas de producción convencionales y b) sistemas de producción alternativos o “sostenibles” (Reyes 2010).

a) Los sistemas de porcicultura convencional se relacionan a la producción en granjas compuestas por corrales con piso impermeable, donde las excretas porcinas son separadas mediante mecanismos de limpieza como recogida o lavado con agua (Reyes 2010), los principales problemas ambientales derivados de este sistema son:

- Generación de emisiones de GEI por la descomposición del estiércol en condiciones anaerobias (Reyes 2010).
- Contaminación de cauces hídricos por vertimientos directos de las excretas y de las aguas residuales del aseo de las instalaciones (Reyes 2010).
- Consumo de agua utilizado para limpieza de corrales (Reyes 2010).
- Generación de malos olores provenientes de la degradación del estiércol (Reyes 2010).

b) Los sistemas de producción sostenibles conjugan la rentabilidad económica con la mitigación de los impactos ambientales que generan, el aprovechamiento de los residuos y los beneficios sociales a los productores y comunidades aledañas (Reyes 2010). En este grupo se destacan los siguientes sistemas:

- Sistemas convencionales a los que se instalan biodigestores para obtener biogás, mediante la descomposición controlada del estiércol porcino y posterior uso como combustible dentro de la granja.
- Sistema de cama profunda, que constituye una alternativa a los sistemas intensivos en confinamiento y se basa en sustituir el piso de concreto por una capa de aproximadamente 50 a 70 cm de cascarilla de arroz, paja de trigo o residuos agrícolas fibrosos o forestales (Reyes 2010). Este sistema no requiere el uso de agua para la

limpieza y evita las descargas hídricas contaminantes, debido a que las excretas se depositan sobre el piso y se compostan al mezclarse con el material fibroso, por efecto del desplazamiento de los cerdos dentro del corral (Reyes 2010).

### **1.2.6 Transferencia de tecnología e innovación en el sector rural**

Para alcanzar el desarrollo sostenible del sector rural, es ineludible la aplicación de nuevas tecnologías agrícolas y conocimientos de gestión integral de las fincas, y menguar la fuga de agricultores productivos hacia otros sectores económicos (Urquía 2014). Las proyecciones de la FAO al año 2050 señalan que será necesario incrementar la producción mundial de alimentos en un 33%, en relación al año 2014 (Urquía 2014). La tendencia hacia la innovación y desarrollo conocido como I + D, no es nuevo en el sector agropecuario. Estos procesos han sido tradicionalmente liderados desde instituciones públicas con competencias como organismos a cargo de la investigación y transferencia tecnológica hacia los productores (Trigo y Elverdin 2019).

Pero, no han podido deslindarse de la supremacía del Estado y sus componentes burocráticos, así como, a las limitaciones presupuestarias, dependiendo de la voluntad política y debilitando su institucionalidad y razón de ser (Trigo y Elverdin 2019). La revolución tecnológica que precisa el sector agropecuario debe ir de la mano con el encadenamiento con el mercado y otros sectores productivos, y un marco legal que promueva el acceso a las mejores prácticas, tecnología e innovación (Trigo y Elverdin 2019). Otros fundamentos de la metamorfosis productiva es el apalancamiento con otras fuentes científicas como la academia y la propia manera de “hacer ciencia”, que combina la experiencia práctica y los conocimientos ancestrales, además del conocimiento de la estrecha relación entre producción agropecuaria y los ecosistemas (Trigo y Elverdin 2019).

Los procesos I + D se vinculan a la provisión de recursos para investigación, que a su vez, tiene relación con las economías nacionales, en esta panorama es aún más preocupante la posición de pequeñas economías (Trigo y Elverdin 2019). Ecuador es un ejemplo, debido que el contar con altos índices de biodiversidad, no ha colocado la seguridad alimentaria como prioridad en su agenda y por tanto, no se ha preocupado históricamente en promover políticas públicas que hagan accesible el acceso a nuevas capacidades y tecnologías, que optimicen los rendimientos productivos y la rentabilidad de la agricultura.

Por las restricciones de la economía nacional, también debe considerarse que las nuevas tecnologías que se apliquen se adapten a los requerimientos y capacidad adquisitiva de acuerdo al perfil del productor. Para que la transición hacia sistemas de producción agrícolas sostenibles sea posible, debe procurarse el financiamiento para la inversión, el análisis costo beneficio y la cesión de conocimientos sea por medio de formación, capacitación o extensionismo en territorio (Trigo y Elverdin 2019). Para el sistema analizado de producción en cama profunda, el enfoque es precisamente hacia la producción a pequeña escala, porque se plantea un sistema que simula un efecto que se da de manera natural en el ambiente, sin la exigencia de materiales y equipos sofisticados y costosos.

### **1.3 Marco metodológico**

#### **1.3.1 Aspectos preliminares del diseño de la investigación**

El proceso de investigación se realizó en el periodo comprendido entre marzo a junio de 2020. El diseño y planificación de la metodología fue modificado en base a las medidas de distanciamiento social establecidas por la emergencia sanitaria, decretada por los impactos en la salud pública del COVID-19. Esta situación fue tomada en cuenta y se desarrollaron metodologías alternativas de investigación que limitaron el contacto personal y permitieron la recopilación de datos por medios tecnológicos.

La investigación es de tipo descriptivo, que se caracteriza porque busca especificar las propiedades importantes de fenómeno analizado (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio 2010). Como preámbulo se realizó la investigación exploratoria del fenómeno de investigación, durante la construcción del marco contextual y teórico. La presente investigación tiene enfoque mixto, porque combinó los métodos cuantitativo y cualitativo. Para el diseño de investigación se establecieron las metodologías a emplearse para cada objetivo.

#### **1.3.2 Diseño de la investigación para el objetivo 1**

Para el objetivo 1 que consiste en contrastar las emisiones de gases de efecto invernadero del método de producción convencional de cerdos con las originadas por el sistema de producción en cama profunda. Se utilizó el método deductivo con enfoque cuantitativo, en virtud que los resultados son datos objetivos. Las emisiones de GEI se estimaron utilizando como instrumento de cálculo, a las directrices del IPCC para inventarios nacionales de GEI, volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, capítulo 10 Agricultura,

silvicultura y otros usos del suelo (IPCC 2006). En este mismo documento se consultaron los factores de emisión para realizar los cálculos.

El cálculo se acotó a las emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) de la gestión del estiércol. El cómputo de los datos se realizó mediante el desarrollo paso a paso de las fórmulas, utilizando el programa informático Excel.

El cálculo se limitó a la gestión del estiércol, que se refiere a “las emisiones de GEI procedentes de la gestión del estiércol consistentes en los gases metano y óxido nitroso, generados durante los procesos de descomposición del estiércol” (FAO 2015, 51). La investigación se acotó a las emisiones de GEI del estiércol, que de acuerdo a la indagación teórica se presumió son minimizadas al utilizar el sistema cama profunda. Los resultados se obtuvieron en unidades de gigatoneladas (Gt) año  $\text{CH}_4$  y Gt año  $\text{N}_2\text{O}$ .

Se estimaron las emisiones de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  para el sistema convencional de crianza de cerdos, tomando en consideración que el estiércol no recibe tratamiento y es descargado junto con las aguas de limpieza en forma de purines. Seguidamente, se estimaron las emisiones  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  para el sistema de producción en cama profunda.

Los resultados fueron convertidos a dióxido de carbono equivalente ( $\text{CO}_2$  eq), utilizando los potenciales de calentamiento global del quinto informe de evaluación del IPCC (2014). La conversión a una unidad común permitió contrastar los resultados, para conocer la diferencia cuantitativa de emisiones de GEI de los dos sistemas productivos analizados y determinar el porcentaje de reducción de emisiones en  $\text{CO}_2$  eq. Además, esta conversión facilita la comprensión y toma de decisiones en la gestión climática, al unificar las métricas de las emisiones de GEI con distintas capacidades de forzamiento climático.

Para el levantamiento de información estadística, se realizó la revisión de fuentes secundarias. La población utilizada para el cálculo de emisiones de GEI fue la compuesta por unidades estadísticas de la población de cerdos de engorde, que se producen en Santo Domingo de los Tsáchilas. Para estandarizar los términos empleados, con los establecidos por el IPCC, a los individuos de la población de estudio se les denominó “cabezas”.

La información se obtuvo de la encuesta nacional sanitaria de granjas de ganado porcino realizada en el año 2010 por AGROCALIDAD. Se utilizaron los datos poblacionales del año 2010, porque es la información oficial más reciente y precisa, debido a que se obtuvo de una encuesta de alcance nacional por el organismo de control sanitario nacional. En años posteriores al 2010, no se han actualizado las encuestas o censos nacionales o locales, que puedan ser utilizados con la veracidad que requiere la investigación.

Se seleccionó la fase de engorde de los cerdos que comprende individuos de 30kg a 100kg de peso vivo, considerando que durante esta fase se consume entre el 70% y 80% de alimento en toda la vida del cerdo (FAO 2010); por tanto, la cantidad de estiércol es mayor. Además, el uso del sistema de producción en cama profunda está más desarrollado en esta fase, debido a que en etapas más tempranas los lechones requieren mayor control de la temperatura y humedad ambiental.

### **1.3.3 Diseño de la investigación para el objetivo 2**

El objetivo 2 buscó determinar las ventajas que el sistema de cama profunda ofrece para la adaptación climática local, para el que se utilizó el método inductivo de la investigación científica. El enfoque es cualitativo y utilizó dos técnicas de recolección de datos. Los resultados obtenidos en ambos métodos se triangularon, con la finalidad de unificar los resultados de las técnicas utilizadas y obtener aproximaciones más sólidas y coherentes que permitieron revisar y confirmar la teoría analizada (Arias 2000).

La primera técnica fue la revisión de fuentes secundarias, se utilizaron buscadores de internet y se indagaron dos tópicos principales. El primero fue los impactos climáticos y ambientales del sistema convencional de producción porcina, el segundo fue las experiencias de manejo de cama profunda. Los aspectos que se consideraron fueron los beneficios del sistema cama profunda para el ambiente, clima, sector socioeconómico, eficiencia productiva y para el género femenino.

También se analizaron las desventajas en la implementación de sistemas de cama profunda. Se realizó la búsqueda de fuentes secundarias necesarias, hasta que se alcanzó el punto de saturación de información, que se dio cuando “las unidades que se adicionaron no aportaron datos novedosos” (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio 2010, 395).

La segunda técnica de recolección de información fueron las entrevistas semiestructuradas. Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2010) destacan que las entrevistas semiestructuradas se realizan utilizando como instrumento una guía de preguntas; sin embargo, el entrevistador puede introducir preguntas para obtener más información de interés. Se seleccionaron entrevistas semiestructuradas, porque estuvieron dirigidas a expertos en ámbitos relacionados a la porcicultura y gestión ambiental. En la tabla 1.1 se detallan las secciones del instrumento, los temas y subtemas que se definieron como categorías de la investigación.

Tabla 1.1. Temas considerados para definir las categorías de investigación

Secciones de la guía	Temas	Sub temas
Impactos ambientales y climáticos de la porcicultura	Impactos al ambiente método convencional	Degradación hídrica
		Consumo de agua
		Generación de olores
		Otros impactos
	Emisiones del sistema convencional	
	Mitigación de emisiones de la cama profunda	
Aspectos relevantes para la adaptación al cambio climático de la porcicultura		
Sistema de cama profunda	Beneficios del sistema cama profunda	
	Desventajas del sistema de cama profunda	
Aspectos productivos de la porcicultura a pequeña escala	Rentabilidad de la porcicultura a pequeña escala (PE)	Factores que afectan la rentabilidad
Producción a PE y cama profunda	Elementos necesarios de la porcicultura a PE para cambiar el sistema a cama profunda	Beneficios
		Desventajas
Género y actividad porcícola	Roles del género femenino en la porcicultura	
	Vulnerabilidad climática de las mujeres en la porcicultura	
	Beneficios del sistema cama profunda al género femenino	

Fuente: Datos del trabajo investigativo

La cantidad muestral inicial fue de 2 expertos académicos, 2 expertos técnicos, 2 expertos prácticos (productores) y 2 expertos ambientales (entes regulatorios) a quienes se entrevistaron mediante llamadas telefónicas, correos electrónicos y programa ZOOM. Este número se determinó en base a los acercamientos realizados previamente al COVID-19. Para sopesar la limitante de búsqueda de nuevos informantes se planteó utilizar la técnica bola de

nieve, estuvo planificado que a cada entrevistado se le solicitaría referir contactos que puedan aportar al tema y posteriormente realizar la aproximación telefónica o digital hacia las personas referidas, con la finalidad de realizar nuevas entrevistas. Sin embargo, por la situación de aislamiento y distanciamiento social, no se alcanzó la saturación de información.

Para el análisis de datos, se realizó la transcripción de la información y se realizó una búsqueda por categorías. Este ejercicio se realizó para el análisis de las dos técnicas de recolección de datos: Revisión de fuentes secundarias y entrevistas. Finalmente, se trianguló la información de las dos técnicas utilizadas y se realizó la correlación de categorías.

La información se presentó en forma textual, en formato narrativo, relatando en forma secuencial y coherente los resultados de la investigación. Los resultados de la estimación de emisiones, se presentó también en formato de tablas, que permiten visualizar de manera clara los resultados numéricos y realizar la comparación de estos resultados para los dos sistemas productivos que se analizaron

#### **1.3.4 Diseño de la investigación para el objetivo 3**

El objetivo 3 que planteó elaborar y entregar al GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas, material comunicacional que permita informar y sensibilizar sobre las ventajas en términos de cambio climático del sistema de producción en cama profunda, constituyó el aporte de la investigación aplicada. Este aporte surgió del ejercicio de sistematización y consolidación de los resultados de los objetivos 1 y 2.

El documento fue difundido a los directores de gestión ambiental y desarrollo económico del GAD Provincial. Los aspectos analizados del sistema de cama profunda pueden servir como insumo técnico para la construcción de alternativas sostenibles de producción porcina. Los materiales comunicacionales se elaborarán en presentaciones gráficas. La entrega se realizó mediante correo electrónico. Otro aporte importante, es que la tesina servirá como insumo técnico para la elaboración de un proyecto para postular a fondos de financiamiento climático, que tiene como finalidad promover el reemplazo del sistema convencional de producción porcina, por el sistema cama profunda.

## Capítulo 2

### Resultados y hallazgos

#### 2.1 Mitigación del cambio climático de la porcicultura en cama profunda

En este apartado se detallan los resultados de la medición de emisiones de GEI. Estas estimaciones se realizaron con la misma población porcina en cantidad y características físicas. El estudio se limitó a los GEI emitidos por la gestión del estiércol que son metano y óxido nitroso. Las emisiones de GEI de la fermentación entérica relacionados a la ganadería se excluyen del cálculo porque no son incididas directamente por el tipo de sistema productivo y dependen de otros factores, como la dieta.

Para minimizar las fluctuaciones derivadas de la cantidad de estiércol, debido a que el consumo de alimento está ligado al peso del animal, se utilizó únicamente la población compuesta por cerdos de engorde. La fase de engorde o ceba inicia desde los 30 kg de peso vivo hasta alcanzar un promedio de 100 kg. Las estimaciones se realizaron para emisiones de GEI de manera individual para los dos escenarios planteados. El primer escenario considera que toda la población se produce bajo el sistema convencional, y en el segundo escenario todos los individuos son producidos en cama profunda.

##### 2.1.1 Emisiones de GEI de la porcicultura convencional

En la tabla 2.1 se detallan los resultados de la estimación de GEI del sistema convencional de producción de cerdos, que se realizó utilizando como población al número de cabezas de cerdos de engorde existentes en las granjas localizadas en Santo Domingo de los Tsáchilas. Para el año 2010 esta población fue de 50.570 cabezas de cerdos (AGROCALIDAD, MAGAP y ASPE 2011). Los resultados se visualizan en gigatoneladas (Gt) anuales CH<sub>4</sub> y en Gt de N<sub>2</sub>O.

El metano y el óxido nitroso son los principales gases emitidos por la ganadería; el primero es mayor en cantidad de emisiones, no obstante, el óxido nitroso “presenta el mayor potencial de calentamiento global de GEI” (MAE 2012,31). El potencial de calentamiento, según el Quinto Informe de Evaluación del IPCC considerando los forzamientos acumulados durante 100 años, para el metano es 28, mientras que para el óxido nitroso es 265 (IPCC 2014). Los resultados se transformaron posteriormente a CO<sub>2</sub> eq, utilizando los potenciales de

calentamiento mencionados. La conversión se realizó para contar con una unidad única que permita realizar la comparación de emisiones totales de GEI.

Tabla 2.1. Resultados de estimación de emisiones de GEI del sistema convencional

Tipo de gas	Cantidad emitida	Unidad	Potencial de calentamiento	Resultado en CO2 equivalente	Unidad
CH4	0,05057	Gt año CH4	28	1,42	Gt año CO2 eq
N2O	0,02535	Gt año N2O	265	6,72	Gt año CO2 eq
<b>TOTAL</b>				<b>8,13</b>	<b>Gt año CO2 eq</b>

Fuente: Datos del trabajo investigativo

En consecuencia, la producción de cerdos de engorde de Santo Domingo de los Tsáchilas aportó con 8,13 Gt de CO<sub>2</sub> eq, durante el año 2010. De acuerdo al Reporte del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del año 2010 de Ecuador (MAE 2016), para el año 2010 el manejo de estiércol de la ganadería generó 381,77 Gt de CO<sub>2</sub> eq en el país, y en total el sector agricultura emitió 14.561,40 Gt CO<sub>2</sub> eq.

Por tanto, la producción de cerdos de engorde en Santo Domingo generó el 2,13% de total de emisiones de GEI debido al manejo del estiércol ganadero y generó el 0,056% del total de emisiones de GEI del sector agricultura. Esta estimación permitió correlacionar las emisiones de GEI de la población porcina de engorde del año 2010 consultada en AGROCALIDAD, con el inventario de emisiones de GEI de Ecuador realizado por el MAE, en conjunto con el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). En efecto, los datos utilizados corresponden a fuentes oficiales, que facilitaron los cálculos, minimizando el sesgo en el uso de datos.

### 2.1.2 Emisiones de GEI de la porcicultura en cama profunda

Los resultados obtenidos de la estimación de emisiones de GEI en el escenario planteado con fines comparativos, en que la totalidad de la población de cerdos de engorde se produce bajo el sistema de cama profunda, se visualizan en la tabla 2.2, tanto para metano, como para óxido nitroso. Las emisiones totales de GEI generadas en Santo Domingo de los Tsáchilas bajo este sistema productivo, corresponden a 4,06 Gt anuales de CO<sub>2</sub> eq, tal como se detalla en la tabla 2.2.

Tabla 2.2. Resultados de estimación de emisiones de GEI del sistema cama profunda

Tipo de gas	Cantidad emitida	Unidad	Potencial de calentamiento	Resultado en CO2 equivalente	Unidad
CH4	0,02781	Gt año CH4	28	0,78	Gt año CO2 eq
N2O	0,01237	Gt año N2O	265	3,28	Gt año CO2 eq
<b>TOTAL</b>				<b>4,06</b>	<b>Gt año CO2 eq</b>

Fuente: Datos del trabajo investigativo

De la misma manera, se relacionó la generación de emisiones generadas por la porcicultura, bajo el escenario supuesto en que toda la población provincial de cerdos se produjera en el sistema cama profunda y se comparó con las emisiones de GEI nacionales, tanto para la gestión de estiércol como para el sector agricultura. La producción porcina utilizando el sistema cama profunda representa el 1,06% de emisiones de GEI de la gestión de estiércol y contribuye con el 0,028% de emisiones de GEI del sector agricultura, a nivel nacional y para un periodo anual.

### 2.1.3 Contraste de emisiones de GEI de la porcicultura convencional y en cama profunda

La comparación de emisiones de los dos sistemas productivos refleja que, si existe disminución de emisiones de GEI al reemplazar el sistema convencional, por el sistema cama profunda. Este último genera el menor impacto al clima y constituye una alternativa para mitigar el cambio climático. Como se detalla en el cuadro 2.3, el contraste en la disminución de GEI es significativa en el sistema cama profunda, con una disminución total de 50,06% de emisiones totales de GEI.

Tabla 2.3. Contraste de emisiones de CO<sub>2</sub> eq del sistema convencional y el sistema cama profunda

Tipo de gas	Sistema convencional		Sistema cama profunda		Emisiones GEI reducidas		% emisiones de GEI reducidas, utilizando cama profunda
	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	
CO2	<b>8,13</b>	Gt CO2eq año	<b>4,06</b>	Gt CO2eq año	<b>4,07</b>	Gt CO2eq año	<b>50,06%</b>

Fuente: Datos del trabajo investigativo

Este resultado se refleja en una disminución de emisiones de GEI para el sector gestión de estiércol de 1,07% y para el sector agricultura de 0,028%. Esta cantidad puede parecer ínfima, pero debe considerarse que el estudio está acotado únicamente a la población de cerdos de

engorde que se producen en Santo Domingo de los Tsáchilas y que el cálculo se realizó con los datos referenciales poblacionales del año 2010.

La tendencia en los últimos años a nivel global ha sido el incremento de la producción de carne de cerdo, debido al corto tiempo en que alcanza el peso de venta. Otro aspecto que incide es la crianza en confinamiento de grandes cantidades de animales, en poco espacio “con un crecimiento acelerado de la producción de especies mono gástricas (cerdos y aves de corral) y una desaceleración de la producción de rumiantes” (Steinfeld et al. 2009, 21).

A nivel nacional, en los últimos años la población porcina ha aumentado, pese a que los registros oficiales del último censo realizado por AGROCALIDAD datan del 2010. Datos como los proporcionados por la Asociación de Porcicultores del Ecuador (ASPE), reflejan que el crecimiento de la producción porcina en el país pasó de 95.000 toneladas de carne de cerdo en 2010 a 140.000 toneladas en 2016 (ASPE 2016). Por consiguiente, el incremento fue del 32,14% en 6 años, a una velocidad de crecimiento anual del 5,36%.

Tomando en consideración esta tasa de crecimiento de producción de cerdos en Ecuador, es posible proyectar que para el año 2020, la producción de cerdos aumentó. La población de cerdos de engorde a nivel nacional fue de 111.656 cabezas en el año 2010, bajo el supuesto que el incremento en la población de cerdos se comportara de acuerdo a la tasa de crecimiento sostenida hasta 2016, se tendría un incremento de 53,60% de individuos para el año 2020.

Por lo tanto, la población proyectada para el año 2020 es de 171.503 cabezas de cerdo. Realizando una regla de tres, considerando que 50.570 cabezas de cerdo disminuyen 4.07 Gt de CO<sub>2</sub> eq, es posible inferir que el cambio de tecnología hacia cama profunda para todo el país sería de 13,80 Gt de CO<sub>2</sub> eq, acotado al año 2020 en que se realizó esta investigación.

No se incluyó en el alcance de la estimación de emisiones de GEI al resto de las fases en la cría de cerdos, como la reproducción y los lechones, porque no corresponden al objetivo de esta investigación. Además, este estudio no fue realizado para cuantificar las cantidades actuales emisiones de GEI, la finalidad fue comparar las emisiones del sistema cama profunda en relación al sistema convencional, en la misma población y en el mismo periodo de tiempo.

Sobre todo, se destaca que el aporte de medidas y procesos que contribuyan a la mitigación del cambio climático suman esfuerzos para contribuir a los objetivos nacionales, especialmente en los sectores clave. La agricultura es considerada sector prioritario para la mitigación en Ecuador, de acuerdo a la Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025.

El sector “agricultura” representa una de las principales fuentes de emisiones de GEI en Ecuador, pues pasaron de aproximadamente de 159 millones de toneladas de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> eq) en 1990 a 210 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> eq en 2006, un incremento del 24% en 16 años, a un promedio de un 1,5% anual (MAE 2012, 31).

Dentro de los objetivos específicos de la estrategia nacional de mitigación se incluye “identificar e incorporar prácticas apropiadas para mitigar el cambio climático en el sector agropecuario, que puedan además fortalecer y mejorar su eficiencia productiva y competitividad” (MAE 2012, 58). Como objetivo proyectado para el 2025 se encuentra “promover que las medidas, prácticas y acciones que reducen emisiones de GEI en el sector agropecuario sean amplia y frecuentemente usadas en los sistemas productivos del país” (MAE 2012, 59).

Justamente, es posible relacionar la importancia de la reducción de emisiones de sistemas que mitigan emisiones de GEI, como el sistema de producción de cerdos estabulados en cama profunda demostrado en esta investigación, como contribución a los objetivos de mitigación de Ecuador. En suma, la producción de cerdos debe ser contemplada para proponer medidas de mitigación al cambio climático, puesto que, el volumen de producción se encuentra en permanente crecimiento. Tradicionalmente se ha priorizado la mitigación de GEI provenientes del ganado bovino, debido a que los sistemas digestivos de los rumiantes generan mayor cantidad de metano (Carmona, Bolívar y Giraldo 2005).

El ganado bovino emite metano porque en su digestión intervienen bacterias metanógenas que descomponen los alimentos en el rumen, que constituye un medio anaerobio (Carmona, Bolívar y Giraldo 2005). Esta degradación bacteriana “convierte la celulosa ingerida en la dieta a glucosa, que se fermenta como ácido acético y reduce el dióxido de carbono, durante este proceso se forma el metano” (Carmona, Bolívar y Giraldo 2005, 51). La producción de metano en vacunos adultos tiene un promedio de generación total de 120 kg anuales, por cada

individuo (Carmona, Bolívar y Giraldo 2005, 51), en contraste con la generación de metano por cada cabeza de ganado porcino que es de 1,5 kg (BBC 2009).

Esta particularidad de generar emisiones de los bovinos no debe distraer la atención del resto de especies que pueden aportar significativamente a la mitigación de emisiones de GEI. El impacto de mitigación de emisiones de especies como el cerdo, no se da por la generación individual, pero si por los elevados niveles de producción que representan. En este sentido, la carne de cerdo corresponde al 36,6% de producción total de carnes a nivel global (Desouzart 2012).

## **2.2 Impactos ambientales y climáticos de la porcicultura convencional**

Se realizó el levantamiento de información primaria a ocho personas, como estaba previsto, fueron dos expertos por cada área temática (técnicos en manejo porcino, docentes universitarios de producción animal, productores porcícolas y expertos en gestión ambiental. El grupo de entrevistados fluctuó en edades de 27 a 55 años, con experiencia en el campo porcícola de 2 a 15 años.

La información obtenida en las fuentes primarias de información destaca que la mayor afectación al ambiente de la actividad porcina en Santo Domingo de los Tsáchilas, se debe a la descarga de las deposiciones de los cerdos diluidas en el agua utilizada para limpiar los corrales. En conversación telefónica con el Dr. Francisco Caiza (55) manifestó que el principal impacto ambiental negativo de la porcicultura se debe a la contaminación hídrica por los desechos de excretas y purines que no se reciclan y se descargan directamente, esto sucede especialmente en las granjas ubicadas en el trópico y subtrópico de Ecuador.

Todos los informantes coincidieron que la afectación principal se da al recurso agua, porque las aguas residuales no reciben un tratamiento adecuado. Sin embargo, a criterio del Dr. Marco Acosta (51), el problema de fondo de la contaminación hídrica por descargas porcinas no se relaciona directamente al sistema de manejo convencional, sino al mal uso del agua y mala práctica en la gestión de desechos. Dentro del mismo sistema convencional puede utilizarse la recogida en seco del estiércol, que permitiría una descontaminación de la carga orgánica de las aguas residuales.

Además, el Ing. Rodrigo Rojas (37) expresó la excesiva utilización de agua, que en un panorama futuro de escasez hídrica en la provincia, podría intensificar el déficit hídrico y disminuir la cantidad de agua disponible. La experiencia del Ing. Luis Yáñez (54) lo induce a afirmar que en las granjas porcinas de Santo Domingo de los Tsáchilas se realiza un uso exagerado de agua, con un gasto estimado de 30 a 50 litros diarios de agua por cada cerdo.

El uso indiscriminado de agua se realiza tanto en explotaciones pequeñas, como industriales. No obstante, en las porquerizas de traspatio el problema se acentúa porque no cuentan con recursos económicos para invertir en sistemas de tratamiento y en el mejor de los casos, las descargas se depositan en pozos desde donde se infiltran y contaminan los mantos freáticos. Todas estas opiniones coincidieron con la información consultada en fuentes secundarias.

“Los desechos orgánicos acumulados sin ningún manejo son una fuente de problemas para el medio ambiente y para la salud de los humanos y de los animales” (FAO 2013, 76). Estos generan eutrofización en cuerpos de agua, ya sea por la descarga directa de aguas residuales sin tratar o por el rebosamiento de fosas sépticas o lagunas de oxidación (FAO 2013). Incluso la recogida en seco del estiércol o el mismo compost pueden contaminar si se almacenan en sitios abiertos sin techado, que se expongan a lluvias que causan escorrentías, donde se produce un arrastre de nutrientes (FAO 2013). El estiércol al ser un desecho de los procesos digestivos animales también puede ser un potencial transmisor de patógenos a las fuentes de agua superficial y humana que afecten la salud humana sea directamente, o indirectamente por medio de la cadena alimenticia (FAO 2013).

Por otra parte, todos los informantes expresaron su preocupación por la generación de GEI que se debe al inadecuado tratamiento de las excretas. A nivel global, China concentra la mayor producción porcina y es el mayor emisor de metano que procede de la gestión del estiércol. “A escala global las emisiones procedentes del estiércol porcino representan casi la mitad de las emisiones de estiércol de todo el sector pecuario” (Steinfeld et al. 2009, 110).

De este porcentaje más de la cuarta parte de las emisiones totales de metano se originan en producciones industriales (Steinfeld et al. 2009). Los productores de nivel industrial comunitarias han debido tecnificar sus sistemas de gestión de estiércol, ya sea por presiones legales o comunitarias. Preocupa sobremanera que cerca del 75% de emisiones de metano

provengan de granjas medianas y pequeñas, que aún carecen de tecnificación en la gestión los desechos.

Las fuentes primarias también enunciaron como afectación ambiental, a la presencia de vectores como moscas y roedores que son atraídos por el material orgánico, estas plagas se observan dentro de los corrales, así como en las granjas que cuentan con lagunas de oxidación. Destacan también el impacto de la contaminación del estiércol hacia el suelo y la generación de olores desagradables derivados de la descomposición anaerobia del estiércol, que afectan a los vecinos y comunidades aledañas.

### **2.3 Efectos del cambio climático en la porcicultura local**

Los efectos del cambio climático en Santo Domingo de los Tsáchilas que mayores impactos causarán en la porcicultura son los relacionados al incremento de la temperatura ambiental. El aumento de número de días más cálidos, el aumento de la temperatura media y los posibles periodos de sequía, fueron los principales efectos mencionados. Estos efectos estimados en la provincia se desprenden de las proyecciones climáticas prospectivas y amenazas climáticas que oficializó el Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (CONGOPE), dentro del instrumento de planificación climático provincial denominado, Estrategia de cambio climático de Santo Domingo de los Tsáchilas con enfoque de género (CONGOPE 2019).

Estas variaciones en el clima pueden ocasionar estrés térmico en los cerdos, que conllevan mayores necesidades de ventilación y mayor gasto por consumo de energía. Otro efecto en los cerdos, es el mayor gasto energético y mayor necesidad de hidratación, por lo que, podrían aumentar las necesidades de consumo de agua para compensar el calor corporal perdido. Como consecuencia el metabolismo se acelera y disminuye la conversión de alimento consumido en tejido muscular y grasa.

Un factor recalado por las fuentes primarias como efecto indirecto del cambio climático, es la vulnerabilidad de la cadena alimentaria porcícola. Las variaciones en los patrones climáticos pueden incidir en el menor rendimiento de cultivos como el maíz y la soya, componentes principales de los balanceados, que son la base alimenticia del cerdo. Este aspecto, a la vez puede influir en el encarecimiento de los precios o en el traslado progresivo de estos cultivos a zonas con condiciones climáticas donde puedan adaptarse, y

consecuentemente subir los costos de transporte del alimento. Todos estos posibles escenarios encarecerían la dieta porcina.

Las precipitaciones intensas que se prevén en la provincia no son percibidas como un problema importante, debido a que requerirá adecuar techos y canales de drenaje, pero no es de gran relevancia. En la zona, los techos ya son diseñados para soportar las precipitaciones intensas que son características de la zona.

#### **2.4 Factores que inciden en la sostenibilidad de la porcicultura a pequeña escala**

Los factores que inciden para que la porcicultura a pequeña escala sea sostenible se relacionan a los componentes económico, social y ambiental. En el componente ambiental, factores como los impactos ambientales y climáticos de la porcicultura convencional, detallados en las secciones 2.2 y 2.3, son las principales causas que pueden hacer que la actividad porcícola sea insostenible. Los impactos negativos alteran el funcionamiento de los ecosistemas y en conjunto con el alto nivel de consumo y la degradación excesiva de los recursos naturales que realiza la sociedad actual, pueden terminar agotando estos recursos.

En los factores de tipo económico preocupan principalmente (Darwin Castillo, correo electrónico al autor, 15 de mayo de 2020) “los altos costos de producción para tener los animales listos para la venta, teniendo en cuenta que el precio de venta actualmente es bajo”. Este problema se debe a la falta de competitividad del mercado ecuatoriano en relación a los países vecinos como Colombia y Perú que tienen menores costos de producción, debido al valor de la moneda. Estos aspectos, sumados a la falta de control fronterizo desencadenan en el tráfico de animales a menor precio que los producidos en el país, causando un efecto de desvalorización de los precios locales que dejan mínimo margen de ganancia o en ocasiones se traducen en pérdidas económicas.

Los altos costos alimenticios, se deben a la composición de la dieta de los cerdos, que se basa principalmente en alimentos balanceados, que tienen como materia prima principal al maíz. En Ecuador el costo del maíz oscila entre \$17 y \$18 por cada saco de 50 kg, mientras en Colombia y Perú está entre \$11 y \$12, por lo tanto, incrementa el precio del alimento (Muñoz 2017). El menoscabo de utilidad debido a los costos de alimentación, confluye con la falta de visión empresarial de la producción a pequeña escala. Los productores medianos y grandes han diversificado sus actividades para la producción propia de alimento balanceado para

disminuir costos productivos, además dan valor agregado a la venta de sus cerdos porque los comercializan faenados o como productos procesados, embutidos o conservados.

En consecuencia, los productores pequeños, quedan relegados a la venta de cerdos en pie a los comerciantes que cumplen la función de intermediación e influyen en el precio de mercado mediante el ejercicio de oferta y demanda. Esta intermediación en el sector porcino es percibida como un sistema de acaparamiento, que no permite el desarrollo de los pequeños productores. El efecto combinado de la primacía comercial de los grandes productores cárnicos que monopolizan el mercado, sumado a la dependencia a los intermediarios para poder vender los cerdos, relega a los poricultores pequeños a la producción de subsistencia.

En cuanto a los factores sociales, ligados también al componente económico e inclusive institucional, los informantes manifiestan que les inquieta el vacío técnico que existe en las granjas de traspatio. No se manejan estándares productivos y reproductivos que se reflejen en rendimientos adecuados y rentabilidad económica. El manejo técnico implica la mejora genética para aumentar la eficiencia en la conversión de alimento en carne y en los parámetros reproductivos se deben manejar 2,5 partos de cerda por año con un promedio de 28 a 30 lechones destetados anualmente por cada cerda. Estos lechones pasarán a la fase de ceba hasta alcanzar un peso promedio óptimo de venta de 100 kg. Para alcanzar estos estándares se requiere manejar técnicamente la porqueriza.

En este punto, también existen falencias de las instituciones estatales, no existe un adecuado acompañamiento a los productores pequeños por parte del MAG o de los entes de desarrollo productivo local como la dirección de desarrollo económico del GAD Provincial. Las entidades pertinentes no llegan a los territorios, para socializar e incentivar mejores prácticas productivas y de manejo ambiental. Los entrevistados sienten que las instituciones están desarticuladas de los productores. El problema de no contar con herramientas de manejo técnico que permitan que la actividad sea rentable, ni el acompañamiento de las instituciones del ramo, dificultan que la actividad puede proveer un nivel de vida digna a los pequeños productores.

Los problemas derivados de esta falta de utilidad económica de la actividad, conlleva problemas de índole social como trabajo forzado para las mujeres campesinas y los niños que deben ayudar con las labores productivas a sus padres, puesto que la actividad no da para

pagar mano de obra adicional. La falta de escolaridad en los niños y jóvenes rurales, repercute en que no sientan oportunidades de desarrollo en sus tierras y deban migrar hacia las ciudades en búsqueda de fuentes de empleo.

De la mano con el bajo nivel de escolaridad rural, está la precarización del trabajo urbano para los migrantes rurales, debiendo realizar el trabajo que puedan conseguir e inclusive asentándose en zonas marginales, porque el nivel de ingresos no permite una ubicación más segura. Por consiguiente, la migración campo-ciudad no permite un mejor desarrollo del campesino, por el contrario, acentúa las vulnerabilidades. Esta percepción también fue recurrente en los actores entrevistados, quienes consideran que los problemas de fondo no se solucionan con el abandono del campo y que la solución debe partir de la mejora en las condiciones de producción y competitividad de los productores a pequeña escala.

Como alternativas para que el manejo de las granjas de cerdos de traspatio sea sostenible, el Dr. Francisco Caiza (55) proporcionó datos interesantes de su experiencia práctica de varios años presidiendo la empresa BIOGENSA, líder nacional en genética animal. Sus ensayos concluyen que el punto de equilibrio de una explotación porcina es de 20 madres reproductoras. Sin embargo, esta cantidad supera la cantidad de cerdos manejados en promedio en un predio familiar.

De las fuentes de información primarias, se desprende que una opción para que las granjas pequeñas que no llegan al punto de retorno de la inversión, puedan ser productivas, es proporcionárseles un nuevo enfoque, el de fincas diversificadas en producción que apuesten por el manejo orgánico de sus cultivos y la permacultura. El manejo integral de las fincas, cuidando los recursos y aprovechando los materiales que permitan dotar de mayor fertilidad del suelo, como el compost que se obtiene en la cama profunda, lo convierte en un complemento ideal, que suma sus propiedades a la productividad de las granjas.

Finalmente, para que la porcicultura sea sostenible también incide el cumplimiento de las regulaciones estatales. El incumplimiento a la normativa ambiental ocasionado por los vertidos que exceden los límites permisibles de descargas a cuerpos de agua conlleva la imposición de sanciones económicas o clausuras, dependiendo el nivel de afectación provocado.

## **2.5 Beneficios de la cama profunda para la adaptación climática de los productores a pequeña escala**

### **2.5.1 Beneficios climáticos**

Los beneficios del sistema de cama profunda para enfrentar el cambio climático presentan la ventaja de ser sinérgicos. Tal como se demostró en la sección de mitigación, la cama profunda permite un compostaje *in situ* de las excretas y minimiza la generación de emisiones de GEI, que se dan en los estiércoles no tratados.

Todos los informantes conocen el potencial uso del metano como combustible, el mismo que es generado durante la descomposición anaeróbica del estiércol. El biogás puede utilizarse dentro de la misma granja para generar calefacción en las áreas de maternidad que requieren mayores temperaturas para el abrigo de los lechones. También puede utilizarse para la generación de energía eléctrica.

Sin embargo, la instalación de sistemas de biodigestión y turbinas eléctricas representan costos altos de instalación y mantenimiento, que no podrían ser asequibles a los productores a pequeña escala. Otra desventaja para el aprovechamiento de biogás, es que no es competitivo en costos comparado con otras formas de generación eléctrica y requerirían incentivos o subvenciones (Steinfeld et al. 2009).

El éxito de estos sistemas podría darse en sitios donde el acceso de otras formas de energía eléctrica es difícil o requiere largas distancias de conexión desde una planta centralizada (Steinfeld et al. 2009). Estas condiciones no aplican al contexto provincial, puesto que requieren altos costos de inversión y mantenimiento.

Por otra parte, los beneficios ambientales, socioeconómicos, para el género femenino y el aporte a la sostenibilidad de la porcicultura a pequeña escala, inciden en la capacidad adaptativa de los productores pequeños. Todos los aspectos mencionados convergen en la adquisición de mayor capacidad de adaptación y resiliencia de los campesinos, que sin duda, serán más afectados por el cambio climático. Los nuevos desafíos del cambio climático requieren invertir en condiciones que faciliten la adaptación, pudiendo agravarse los medios de vida de los agricultores y llevar al abandono de sus tierras o a exacerbar las condiciones de pobreza.

### **2.5.2 Beneficios ambientales**

El principal beneficio del sistema cama profunda es la minimización de las aguas residuales contaminadas con excretas porcina. Las descargas porcinas se conforman por las deyecciones sólidas y líquidas con alto contenido en nutrientes y materia orgánica. La caracterización de las excretas depende de factores como la dieta y cantidad de agua utilizada para la limpieza de corrales (FAO 2012). De todas maneras, el efecto contaminador se da porque la descarga de excretas en los cauces hídricos altera la composición del agua y compite con la biota acuática por el oxígeno disponible, para degradarse (FAO 2012).

El manejo tecnificado ha sido vinculado a afectaciones ambientales que han creado una imagen negativa por la gran cantidad de animales confinados, los problemas sanitarios en el manejo de excretas y la generación de olores desagradables (Montero et al. 2015). La cama profunda ayuda a minimizar estos impactos y además crea una imagen de responsabilidad ambiental en la comunidad y en los clientes que valoran las buenas prácticas ambientales.

Sobre este aspecto, una ventaja adicional es el posible acceso a certificaciones de buenas prácticas de gestión ambiental que creen un valor agregado, ya sea de manera individual o colectiva mediante asociatividad entre productores. Las certificaciones ambientales ofrecen ventajas como acceder a mercados exigentes y a consumidores responsables.

Respecto a la generación de olor, el sistema cama profunda lo minimiza. Las porquerizas convencionales si no se limpian diariamente producen olores desagradables y atraen moscas, en la cama profunda este problema disminuye porque la degradación de estiércol es más controlada y en condiciones de mayor presencia de oxígeno. La remoción por el movimiento de los cerdos sobre el sustrato y la simulación que realizan de su hábitat natural al excavar y mover el tamo con el hocico, contribuye al ingreso de oxígeno.

Para que esta acción sea más efectiva, se recomienda periódicamente remover la cama manualmente o con ayuda mecánica. “La calidad de la cama es importante para la absorción de agua y la salud de los cerdos” (Montero et al. 2015, 145). Con un buen manejo, el material de la cama puede durar más tiempo antes de tener que reemplazarlo y la calidad del compost es mejor porque se minimizan los sitios no removidos donde la degradación puede ser anaerobia.

Otro beneficio importante es la disminución de consumo de agua que se emplea para limpieza. El estudio realizado en Cuba por Pullés et al. (2010) concluye que el ahorro de agua es de aproximadamente 46 litros de agua diarios por animal. Este beneficio si bien en la actualidad no es tan valorado en las zonas de Santo Domingo de los Tsáchilas que cuentan con fácil acceso a fuentes de agua, posiblemente si repercutirá en panoramas futuros de épocas de sequía o en posibles valoraciones económicas que se asignen al uso de agua y que pueden incrementar. Esta situación afectará económicamente a la producción, pero es una medida en muchos casos necesaria para salvaguardar el recurso agua, ante el uso irracional.

Además, la producción sostenible ayuda a generar una conciencia ambiental en los productores para que transforman sus métodos de trabajo y cambien la visión tradicional del agricultor, de producir más mediante métodos intensivos y demandantes de recursos. Esta concienciación y sensibilización es especialmente importante para el cuidado de las fuentes hídricas, en cantidad y calidad de agua.

### **2.5.3 Beneficios del sistema cama profunda para las mujeres porcicultoras**

Para analizar los beneficios del sistema de cama profunda para el género femenino, primero era necesario conocer la percepción de los informantes sobre los principales roles que cumplen las mujeres en la porcicultura convencional. Las principales actividades que ejecutan son la limpieza de los corrales, alimentación de los cerdos, acarreo de agua para limpieza. En menor mención también la gestión de los desechos y la comercialización de los productos cárnicos. Estas actividades incluso pueden comprometer la vida de las mujeres, ya que el ingreso a los corrales para realizar labores de limpieza puede ocasionar accidentes laborales, por el tamaño de los cerdos confinados.

Sin embargo, también se destacó el rol multifacético femenino que puede desempeñar todo tipo de actividades relacionadas a la porcicultura a nivel operativo, técnico y administrativo. Las mujeres tienen características innatas como la organización, pasión y dedicación por el trabajo, que hacen que su desempeño en la porcicultura sea eficiente y que sean inclusive preferidas como operarias, debido a demostrar mejores aptitudes en labores delicadas como el cuidado post parto de las cerdas. A nivel administrativo, las mujeres demuestran tomar mejores decisiones en aspectos críticos, por ser más cuidadosas, a diferencia de los hombres que demuestran ser más temerarios.

A nivel de fincas pequeñas, no siempre los roles están preestablecidos y más bien dependen del nivel de organización familiar. En el ámbito doméstico, la mujer se encargará de las actividades cotidianas que no requieren un esfuerzo físico desmedido, siendo óptimas las actividades de limpieza y de alimentación.

Las actividades forzadas como la movilización de sacos de alimento o reparaciones de las porquerizas son encomendadas a los hombres. No obstante, estos escenarios se alteran en los hogares donde la mujer es la cabeza de la familia o donde los varones tienen limitaciones físicas o han debido emigrar a las ciudades en búsqueda de empleo o para estudiar. En estos casos a la mujer le toca ejercer estas acciones en extremo forzadas, comprometiendo su salud.

De los roles detallados, existe un consenso en que las actividades que se verán más afectadas por el cambio climático son: El acarreo de agua para limpieza, debido a que se estima que pueden haber sequías en especial en épocas estivales y las fuentes de agua disponible pueden volverse más lejanas. La alimentación de los cerdos es otra actividad con potencial de afectarse, debido a que la disponibilidad de alimentos suplementarios en las fincas como restos de plátano y yuca pueden tener menores niveles de producción por las variaciones del clima y desencadenar en mayor esfuerzo, recorrido y tiempo para conseguirlo.

Los datos proporcionados por las fuentes primarias se correlacionaron con la indagación en fuentes secundarias. Por ejemplo, en México “las tareas diarias como alimentar a los animales y asear los corrales, se realizan por mujeres en un 69%” (Montero et al. 2015, 37). Alrededor del 30% de granjas son de subsistencia y podría representar un negocio que encajaría en la economía formal como PYME manejada en orden familiar con liderazgo femenino (Montero et al. 2015). Este empoderamiento en la actividad es transferido por las mujeres a sus hijos, quienes también realizan labores de apoyo.

Finalmente, el aporte del sistema cama profunda para minimizar las desventajas de género se centra en la disminución de tiempo y esfuerzo en actividades de limpieza y provisión de agua. Es importante mencionar que la limpieza de corrales en el sistema convencional se realiza con frecuencia diaria. Este ahorro de tiempo incide directamente en la disponibilidad para ejercer otras actividades dentro de la granja, para descansar o para realizar actividades personales relegadas por la “falta de tiempo”.

#### **2.5.4 Beneficios productivos de la porcicultura en cama profunda**

La productividad de la porcicultura a pequeña escala en general tiene criterios divididos, 5 informantes consideran que no existe rentabilidad, mientras 3 opiniones reflejan que si es rentable. Los factores que afectan la rentabilidad de los pequeños productores tienen que ver con la falta de visión empresarial, planificación y organización productiva y financiera. En esta escala productiva el manejo es artesanal y no existe valoración de costos de producción, ni reinversión de ganancias para realizar mejoras en las instalaciones o en la genética animal.

La información obtenida de las fuentes primarias, conciertan en que no existen diferencias en los rendimientos productivos, en cuanto a un sistema productivo, del otro. El factor determinante es la generación del compost como subproducto que puede utilizarse para la misma granja como sustituto de los fertilizantes sintéticos, para abaratar costos por fertilización o para venderlo generando un ingreso económico adicional.

Sin embargo, estudios analizados sugieren que si existen beneficios en cuanto al confort de los cerdos, los animales criados en cama profunda demuestran mayores niveles de socialización y pasividad en comparación a los animales criados en estricto confinamiento, que les lleva a un alto nivel de bienestar animal (Feijoo 2014). El bienestar animal “es de vital importancia, cuyos beneficios se reflejan en el buen desempeño del potencial reproductivo y productivo de los animales, y por lo tanto mejores beneficios económicos para los productores ganaderos” (Córdova y Villa 2013, 125).

Por otra parte, el sistema cama profunda ofrece beneficios complementarios a los estándares productivos del productor en el resto de las actividades de la granja, puesto que, aporta con la generación de un subproducto valorado en el campo de la producción orgánica, como es el compost. En el marco de las entrevistas realizadas, la producción de compost fue un factor recurrente que inclinaría la balanza para que un productor de sistema convencional reemplace su producción hacia el estabulado en cama profunda. La importancia del compost como insumo agrícola se debe a sus múltiples beneficios, FAO (2013) resalta los siguientes:

- Suministrar materia orgánica al suelo, sirve como enmienda en suelos degradados.
- Proporcionar macro y micronutrientes al suelo, mediante la formulación adecuada para la aplicación del sustrato, inclusive puede remplazar el uso de fertilizantes sintéticos.

- Mejora la capacidad de intercambio de cationes y en consecuencia, facilita las reacciones químicas que permiten la absorción radicular de nutrientes.
- Mejora las propiedades físicas del suelo y minimiza el riesgo de erosión.
- Aumenta la capacidad de absorción de agua, el compost se convierte sobre la base de la planta en una especie de esponja que almacena agua y la libera a la planta lentamente.
- Ayuda a mantener la humedad del suelo y controla la temperatura.
- Mejora la microbiota radicular.

Otro aspecto favorable del sistema cama profunda, es que permitiría la transformación de la porcicultura hacia la intensificación sostenible. Debido al crecimiento poblacional y a la presión que se ejerce a la naturaleza para satisfacer las necesidades humanas, surge la disyuntiva entre incrementar la producción para alimentar a más personas causando degradación a los recursos y servicios ecosistémicos, o producir menos y poner en riesgo la seguridad alimentaria (FAO 2016).

Ante este dilema, surgen alternativas propuestas para buscar soluciones integrales, por ejemplo Moreira, Castro y Cascante (2016) apuestan por la agricultura intensiva sostenible, argumentando que no es posible seguir expandiendo la producción agropecuaria, porque se ejerce presión sobre la frontera agrícola y sobre los bosques. Esta presión se suma al cambio en los patrones climáticos y a la exacerbación de los fenómenos meteorológicos que tienden a reducir la productividad agrícola (FAO 2016).

La intensificación sostenible requiere el uso de las mejores prácticas y tecnologías agropecuarias, conjuntamente al abordaje social y ambiental de los aspectos productivos, procurando el bienestar del productor, de las comunidades rurales y la protección ecosistémica (Moreira, Castro y Cascante 2016). Un factor interesante de esta propuesta es que “la situación socioeconómica de los agricultores puede cambiarse efectivamente mediante la intensificación sostenible de la agricultura, en particular aumentando la capacidad de resistencia de los agricultores frente al cambio climático” (FAO 2016, 2).

El sistema cama profunda se perfila en la porcicultura intensiva sostenible, porque representa una alternativa al sistema convencional, que no afecta el factor productivo y económico de la

actividad, en relación a la porcicultura convencional. A la vez, contribuye al sostenimiento del medio de vida del poricultor de traspatio, mitiga emisiones de GEI, evita la contaminación hídrica coadyuvando a mantener la biodiversidad y protege a los pequeños productores rurales que viven mayoritariamente en condiciones de pobreza y representan un grupo vulnerable ante el cambio climático (FAO 2016).

### **2.5.5 Beneficios socio económicos**

Los informantes concordaron en que la porcicultura familiar, siempre ha sido complementaria a otras actividades en las fincas. En realidad, no permite el mantenimiento de gastos del hogar por si sola, más bien es considerada una caja de ahorro, mucho menos permite reinvertir dinero en la porqueriza.

En entrevista telefónica el 20 de mayo de 2020 con el Ing. Luis Yáñez (54), considera que los productores pequeños se resisten a la inversión, debido a que ya cuentan con instalaciones porcinas convencionales y creen que adecuarlas a cama profunda les demandará gastos. Este aspecto puede mejorarse, si las autoridades de fomento productivo difunden los beneficios de la técnica y les transfieren conocimientos que puedan persuadirlos, al sopesar que los beneficios justifican el cambio.

La aplicación técnica de las camas profundas puede influir en que los productores adquieran capacidades de planeación, organización y visión a largo plazo. La tecnificación de explotaciones pequeñas no es necesariamente más costosa, puede incluso utilizar elementos constructivos locales y promover la creatividad. Este empoderamiento en la mejora de la granja, faculta a los productores en la mejora continua y promueve el intercambio de experiencias y crea vínculos participativos con otros productores.

Los informantes detallaron que lo único que se requiere para cambiar el sistema es la voluntad y tomar la decisión. En Santo Domingo de los Tsáchilas se cuenta con materiales que ofrecen opciones de construcción para disminuir la inversión, como la caña guadua. Otra ventaja es que los corrales que se cuenta para el sistema convencional pueden ser adaptados al sistema de cama profunda y además con este sistema se evita la inversión en sistemas para el tratamiento del agua residual.

El progreso económico incide en el desarrollo local y en la visión de los productores y sus descendientes sobre el medio de vida agrícola como fuente de bienestar humano. A más de la inequidad social entre habitantes urbanos y rurales, se suma la desigualdad entre agricultores grandes y pequeños en aspectos como el acceso a créditos productivos. El financiamiento, está supeditado a la presentación de garantías y a la capacidad de pago. En este punto es importante señalar los beneficios del manejo técnico, la visión empresarial y la mejora de rendimientos productivos, que facilitan las oportunidades de financiamiento e inversión.

## **2.6 Desventajas del sistema cama profunda**

La información obtenida arroja que no existen desventajas significativas para reemplazar el sistema de producción convencional, por el sistema cama profunda, y que esta alternativa es mucho más accesible y asequible para los productores pequeños. Pese a que existen otras opciones de manejo del estiércol como la generación de biogás, el implementar sistemas de biodigestión es mucho más costoso que el sistema cama profunda.

La principal desventaja del sistema cama profunda es la provisión de material para la cama. El material más utilizado y de mayor facilidad de manejo es el tamo o cascarilla de arroz, que comprende la envoltura del grano de arroz desprendida luego del proceso de pilado. De las experiencias de los entrevistados, se infiere que en ciertas épocas del año cuando la producción de arroz es baja, la cascarilla escasea y causa retrasos en la conformación de la cama y encarece al material. Otro factor que podría agravar la situación es que si los sistemas de manejo en cama profunda aumentan, también aumentará la demanda de cascarilla de arroz y en consecuencia su disponibilidad y costo.

Para sobrellevar este inconveniente, los informantes sugieren que se realicen estudios con otros tipos de materiales como el aserrín de balsa (*Ochroma pyramidale*) que tiene alta disponibilidad en la provincia, donde existen industrias de producción de materiales elaborados a base de esta madera. Otros materiales sugeridos son los restos de cosecha de maíz y de podas agroforestales previamente secados, triturados o molidos. En la región sierra, aunque no corresponde al área de estudio, también existen materiales que puede aprovecharse como la paca de trigo, de cebada y de avena.

Incluso, ensayos como el realizado en Colombia por Campiño Espinoza y Ocampo Durán (2010), proponen el uso del racimo vacío de fruta de palma aceitera y concluyen que es un

material adecuado para la conformación de camas profundas. Este material podría ser una opción a tener en cuenta, al momento los desechos de la palma constituyen un problema ambiental. Poderles dar un uso productivo solucionaría la mala disposición de estos residuos en vertederos a cielo abierto, a la vez que representaría un material para las camas profundas. No obstante, se requieren las pruebas y experimentos suficientes a nivel local.

Otra desventaja del sistema cama profunda en la etapa de engorde, es el aumento de la temperatura influida por el calor que se produce al compostarse el material de la cama y las excretas. Este efecto; sin embargo, se puede paliar al diseñar las granjas con paredes bajas y techados altos que favorezcan la ventilación natural o mediante ventilación mecánica.

Del mismo modo que en el sistema convencional, en el sistema cama profunda los cerdos se crían en confinamiento, sin embargo, en la cama profunda las densidades de alojamiento de cerdos son menores. Regularmente en el sistema convencional la densidad requerida para los cerdos de engorde es aproximadamente de 0,75 mt<sub>2</sub> por cerdo (Arbea et al. 2010). Mientras en el sistema cama profunda se requieren de 1,4 a 1,5 mt<sub>2</sub> por cerdo (Báez 2014). Esta necesidad de mayor espacio físico podría considerarse otro inconveniente, pero resulta en mayor confort animal y ayuda a mitigar el calor producido por la cama.

Por otra parte, la deficiencia en la gestión técnica es crítica en la porcicultura y se acentúa en producciones pequeñas. El manejo porcino incluye factores vitales como la alimentación, genética, gestión del estiércol, parámetros productivos, planes vacunales y de desparasitación, tratamiento oportuno de enfermedades y bioseguridad. En consecuencia, si bien, la cama profunda constituye una valiosa alternativa, no resulta efectiva si no se acompaña de la gestión técnica adecuada para todos los aspectos del manejo porcino. Además, la falta de conocimiento en el manejo del sistema cama profunda puede generar efectos indeseables, como la generación de amoníaco, proliferación de humedad que creen ambientes propicios para la proliferación de insectos y plagas que puedan ocasionar infestaciones y enfermedades microbianas y de transmisión vectorial en los cerdos.

La degradación del estiércol es un proceso biológico que depende de factores como la temperatura, humedad, aireación, PH, relación carbono nitrógeno y porosidad del sustrato (González 2016). El compostaje en la cama profunda requiere el manejo adecuado de los factores mencionados, que garanticen el metabolismo eficiente de los microorganismos (FAO

2012). Caso contrario, existe el riesgo de obtener compost inmaduro y con patógenos que se inoculen a los cultivos y huevos de parásitos que se transmitan al ser humano a través de alimentos contaminados (FAO 2013).

Es de especial importancia el aspecto sanitario en el manejo de cama, si no se mantienen las condiciones idóneas para la degradación aerobia y el rango térmico que elimine o inactive a los microorganismos patógenos, puede provocarse la proliferación de agentes infecciosos. Los principales microorganismos nocivos que se presentan en el compostaje de estiércoles son bacterias entéricas como “Salmonella, Shigella y E. coli verotoxigénicas” (FAO 2013, 97). Otros patógenos presentes en compostas inmaduras son “Clostridium perfringens, Listeria monocytogenes, Bacillus cereus, Cryptosporidium parvum, huevos de helmintos y áscaris, y hongos fitopatógenos” (FAO 2013, 97).

Asimismo, puede ocasionar problemas sanitarios a los cerdos, a los trabajadores de la granja y a quienes manipulan el compost (FAO 2012). De acuerdo a la información recabada en las entrevistas, la cama profunda necesita ayuda humana para el control de la aireación, mediante remoción por medios manuales o mecánicos que implica horas persona de trabajo. La remoción de la cama se puede realizar con frecuencias aproximadas de a 1 a 2 veces por semana, por consiguiente, el tiempo requerido es menor comparado al que ocupa la limpieza de excretas del sistema convencional, que generalmente se efectúa todos los días.

Decisivamente, es fundamental que los productores a pequeña escala puedan acceder al fortalecimiento de capacidades que asegure el manejo correcto de la cama profunda, minimizando la generación de patógenos y optimizando la conversión de nutrientes y materia orgánica del compost. Finalmente, el sistema cama profunda constituye una alternativa conveniente para minimizar las afectaciones ambientales y climáticas de la producción porcina. Es de especial relevancia en la gestión del estiércol, no obstante, requiere de manejo eficiente y de innovación para encontrar fuentes de biomasa accesibles que puedan conformar la cama, sin que el suministro del material se convierta en el cuello de botella del sistema.

## Capítulo 3

### Aportes de la investigación aplicada

#### 3.1 Elaboración del material comunicacional

El propósito para aplicación de la tesina es dar a conocer los resultados de la investigación a los funcionarios responsables de control ambiental y de desarrollo económico del GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas, para fortalecer las capacidades de los funcionarios públicos. Para conseguir este objetivo, se elaboró material visual que sintetiza la información relevante y propone a la producción de cerdos en cama profunda como alternativa a los problemas que se asocian a la producción porcina, con énfasis en la producción a pequeña escala.

Se elaboraron 7 materiales comunicacionales diferentes, en todos ellos se incluyen los logotipos de FLACSO y de la especialización Liderazgo, cambio climático y ciudades. El material se realizó en formato digital, de tipo infografías, afiches y folletos, utilizando gráficos y textos, de manera sintética. Se utilizó el programa informático especializado Canva.

Todos los materiales se elaboraron, en contraste de colores entre el fondo y las letras. Los títulos y subtítulos se resaltan en letra negrita para que sean llamativos. Se ha considerado que el material debe ser de fácil entendimiento, incluyendo para personas que no estén familiarizadas con la problemática del cambio climático y los términos técnicos relacionados. Por tanto, se evitó el empleo de tecnicismos y se priorizó el uso de lenguaje didáctico.

El orden del material comunicacional que se propone corresponde a una secuencia lógica en que se introduce al lector en el cambio climático y su relación con la actividad porcina, transitando hacia los efectos del cambio climático en el contexto local. Posteriormente, se detallan los beneficios para la mitigación y adaptación al cambio climático de la producción estabulada en cama profunda, como sistema de producción porcina sostenible.

Se incorporó en la propuesta de aplicación, la importancia de resaltar el rol femenino en la porcicultura y las ventajas de la producción porcina sostenible para las mujeres. Finalmente, se realizó el abordaje de la importancia de la producción a pequeña escala y como debe vincularse a los productores pequeños, para que puedan transformar sus actividades hacia sistemas de producción sostenibles. Los temas del material gráfico se detallan a continuación:

Cambio climático y el impacto de la producción porcina al clima: En la figura 3.1 se introducirá al lector en el cambio climático y como se vincula a la actividad porcina. La necesidad de este primer paso es que las autoridades del GAD Provincial, relacionadas al fomento a la producción agropecuaria, tengan conocimiento de la afectación climática ocasionada por la actividad porcina. Seguidamente, en la figura 3.2 se realizará la aproximación a los efectos del cambio climático y las amenazas locales, de acuerdo a las proyecciones prospectivas contenidas en la Estrategia provincial de cambio climático.

Impactos ambientales negativos de la producción porcina: Se exponen los impactos negativos de la producción porcina que se realiza sin tratamiento de excretas. La figura 3.3 muestra estos impactos, para concienciar sobre la importancia de transformar el sistema de producción convencional asociado a malas prácticas ambientales, por sistemas de porcicultura sostenible.

La porcicultura en cama profunda como alternativa para el cambio climático: En esta sección se presentará al sistema de producción en cama profunda, explicando en la figura 3.4 en qué consiste, cómo se conforma la cama y cuáles son sus limitantes. En la figura 3.5 se detallan los beneficios de la cama profunda para la mitigación y adaptación al cambio climático.

La importancia del rol femenino en la porcicultura y los beneficios del sistema cama profunda para las mujeres en este campo, se abordan en la figura 3.6. Los resultados de la investigación reflejaron que las mujeres son actores activos dentro de la producción porcina y que pueden ejercer cualquier actividad, desde operarias hasta administradoras. Demuestran un desempeño destacado por su paciencia, organización y nivel de trabajo a detalle. Sin embargo, las vulnerabilidades físicas y roles preestablecidos culturalmente, las colocan en desventaja frente al cambio climático y en la porcicultura estas vulnerabilidades también están presentes.

Para finalizar, el tránsito de la porcicultura en cama profunda como alternativa de acción climática, se conecta a la concepción de medios de vida sostenible para los productores a pequeña escala, que sirvió de fundamento teórico para esta investigación. La sostenibilidad de la porcicultura se vincula al mantenimiento del medio de vida del que dependen miles de personas a nivel provincial y nacional. Las figuras 3.7 y 3.8 resumen los aspectos a considerar, para que la producción de cerdos a pequeña escala pueda ser competitiva y proveer el sustento de vida a los porcicultores de la provincia.

### 3.1.1 Cambio climático y el impacto de la producción porcina al clima

Figura 3.1. Infografía Cambio climático



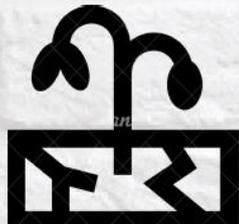
Figura 3.2. Afiches Efectos del cambio climático en Santo Domingo de los Tsáchilas

## PRINCIPALES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO PREVISTOS PARA SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS

1. Los escenarios futuros de cambio climático muestran incrementos de la precipitación anual, en especial en época invernal
2. Habrán lluvias muy intensas (superiores en más del 100% a las lluvias actuales)
3. Aumento progresivo de la temperatura media, entre 0.8 y 1°C

### PRINCIPALES RIESGOS Y AMENAZAS

- Inundaciones y deslaves
- Daño de infraestructuras y pérdida de vidas
- Disminución de caudal hídrico
- Pérdidas de cultivos y afectaciones agrícolas
- Pérdida de biodiversidad
- Daños a la salud



**FLACSO**



**IDRC | CRDI**

International Development Research Centre  
Centre de recherches pour le développement international



**LIDERAZGO  
CAMBIO CLIMÁTICO  
Y CIUDADES**

Fuente: CONGOPE 2019

### 3.1.2 Impactos ambientales negativos de la producción porcina

Figura 3.3. Infografía Principales impactos negativos de la producción porcina

## IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS DE LA PORCICULTURA CONVENCIONAL

### Contaminación hídrica y al suelo



Se utiliza agua para limpiar los corrales, la misma que es vertida junto con el estiércol, directamente a la naturaleza y contamina las aguas superficiales, subterráneas y el suelo. También afecta a la vida acuática.

### Emisión de gases de efecto invernadero

La digestión de los cerdos y el mal manejo del estiércol generan gases metano y óxido nitroso, la generación excesiva de estos gases altera el efecto invernadero natural y provoca el cambio climático.



### Uso indiscriminado de agua



En el sistema convencional, se utilizan grandes cantidades de agua (aproximadamente 50 diarios de agua por cerdo), para limpieza del corral mediante barrido con agua.

### Generación de malos olores

Producido por el mal manejo del estiércol. Afecta a los vecinos y comunidades aledañas



### Insectos y vectores



El inadecuado tratamiento de excretas también atrae a insectos, en especial moscas y a vectores como los roedores



LIDERAZGO  
CAMBIO CLIMÁTICO  
Y CIUDADES

Fuente: Datos del trabajo investigativo

### 3.1.3 La porcicultura en cama profunda como alternativa para el cambio climático

Figura 3.4. Afiche Sistema de producción porcina en cama profunda

## PRODUCCIÓN PORCINA EN SISTEMA ESTABULADO EN CAMA PROFUNDA

### ¿En qué consiste?

Es la producción de cerdos en corrales que reemplazan el piso de cemento, por una capa de cascarilla de arroz o cualquier otro material que puede servir como sustrato fibroso, como paja de trigo, hojas de maíz, aserrín, etc.

### ¿Qué sucede en esta cama?

El estiércol y la orina de los cerdos, se mezclan con la cascarilla por el movimiento de los cerdos y se compostan. No es necesario retirar el estiércol, ni lavar los corrales.

### ¿Qué altura debe tener la cama?

Para que haya un correcto filtrado de las excretas, la altura debe tener de 50 a 70cm de sustrato.



### ¿Se requiere construir instalaciones nuevas?

No, los corrales del sistema convencional sirven, sólo debe adecuar el piso, para colocar la cama en la altura indicada.



LIDERAZGO  
CAMBIO CLIMÁTICO  
Y CIUDADES



IDRC | CRDI

CarriB

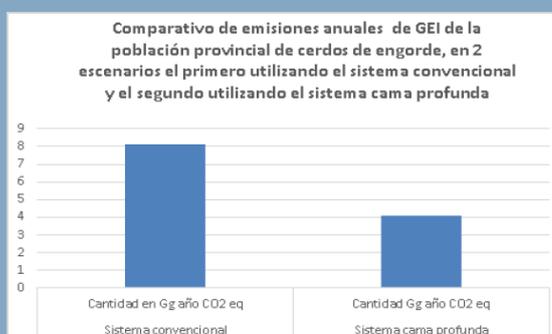
Fuente: Datos del trabajo investigativo

Figura 3.5. Infografía Beneficios de la porcicultura en cama profunda para el cambio climático

# BENEFICIOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN PORCINA EN CAMA PROFUNDA

## Beneficios para la mitigación del cambio climático

**El sistema cama profunda reduce las emisiones de gases de efecto invernadero en 50,06%, en relación al sistema de producción convencional**



## Beneficios para la adaptación climática local

<b>Beneficios ambientales</b>	Disminución de aguas residuales Disminución de consumo de agua Minimización de malos olores y afectación a la comunidad Disminución de moscas y vectores
<b>Beneficios sociales</b>	Más oportunidades de desarrollo social rural Oportunidad para diversificar actividades (producción orgánica)
<b>Beneficios para el género femenino</b>	Menor disminución de esfuerzo y tiempo de trabajo
<b>Beneficios productivos</b>	Generación de compost Bienestar animal



**LIDERAZGO  
CAMBIO CLIMÁTICO  
Y CIUDADES**

Fuente: Datos del trabajo investigativo

### 3.1.4 Rol femenino en la porcicultura y el aporte del sistema cama profunda

Figura 3.6. Infografía Mujeres porcicultoras y el beneficio que les ofrece la cama profunda



Fuente: Datos del trabajo investigativo

### 3.1.5 La porcicultura en cama profunda como medio de vida sostenible

Figura 3.7. Folleto La porcicultura sostenible en la producción a pequeña escala (cara 1)

## PORCICULTURA SOSTENIBLE

*Unifica la producción de cerdos con el desarrollo sostenible*

↓

- Mínimo impacto ambiental, respeta los ciclos regenerativos naturales
- Promueve el desarrollo y bienestar del productor y la comunidad
- Ofrece rentabilidad como medio de vida que provee sustento económico al proveedor
- Busca el equilibrio armónico entre ambiente, economía y sociedad
- Promueve oportunidades de manera equitativa y sin acaparamiento

### ¿Por qué reemplazar mi sistema de producción, por la cama profunda



El sistema cama profunda permite eliminar emisiones de gases de efecto invernadero y las descargas hídricas contaminantes. También disminuye el consumo de agua.

Además, minimiza los malos olores y la presencia de moscas y vectores.

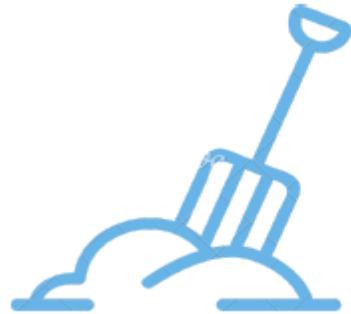
Al final de su vida útil, la cama profunda se ha transformado en compost, que es valioso insumo para la fertilidad del suelo



Fuente: Datos del trabajo investigativo

Figura 3.8. Folleto La porcicultura sostenible en la producción a pequeña escala (cara 2)

## ¿Cómo aprovecho mis desechos porcinos?



La cama profunda me permite convertir las excretas (mezcla de estiércol con orina de los cerdos) en compost rico en materia orgánica, macro y micronutrientes

Fuente: Datos del trabajo investigativo

## ¿En qué puedo usar el compost?

1. Para reemplazar el uso de fertilizantes sintéticos
2. Restaurar suelos degradados, pobres en materia orgánica, devolviéndoles la fertilidad
3. Aumentar la capacidad de retención de agua de las raíces de mis cultivos
4. Valioso insumo para emprender en agricultura orgánica y cultivos eco amigables



LIDERAZGO CAMBIO CLIMÁTICO Y CIUDADES

## Puedes ir más allá

- Utiliza los beneficios del compost, para mejorar la fertilidad al suelo
- Rota tus cultivos, para que el suelo no se desgaste
- Dá-le valor agregado a tus productos, cultiva alimentos orgánicos



### **3.2 Propuesta para institucionalizar los resultados de la investigación**

La propuesta para que el trabajo investigativo pueda institucionalizarse dentro del GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas, consta de dos estrategias. Por una parte, se precisó la estrategia de socializar los resultados de la investigación mediante material comunicacional, que fue realizado al término del trabajo investigativo. Posteriormente la tesina también podrá ser utilizada como fuente ampliada de consulta, una vez aprobada y que se encuentre publicada en el repositorio digital FLACSO Andes.

La segunda estrategia, consiste en que el presente trabajo investigativo servirá de insumo técnico, para la implementación del plan de intervención denominado “Financiamiento climático para reemplazar el modelo convencional de producción porcícola a cama profunda en Santo Domingo de los Tsáchilas”. Este proyecto es financiado por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC por sus siglas en inglés), en el marco del proyecto “Construyendo liderazgo para las ciudades de América Latina y El Caribe frente al cambio climático”. Para esta iniciativa FLACSO sede Ecuador, convocó a los estudiantes de la primera y segunda cohorte de la especialización en Liderazgo, cambio climático y ciudades, para que presenten propuestas de intervención climática en ciudades intermedias y emergentes de Latinoamérica. Las propuestas ganadoras son financiadas por la fundación IDRC y la responsabilidad de las partes proponentes es la ejecución, bajo supervisión de FLACSO.

La propuesta de plan de intervención en Santo Domingo de los Tsáchilas consiste en promover en los pequeños porcicultores, el reemplazo del sistema convencional de producción de cerdos, por el sistema de producción en cama profunda. El mecanismo para que los productores se incentiven al reemplazo del sistema productivo, es mediante créditos blandos y preferenciales, apoyo técnico y el fortalecimiento de capacidades técnicas para el manejo del sistema de producción estabulada en cama profunda y de las propiedades y usos del compost. El escenario ideal es que el GAD Provincial promueva la porcicultura sostenible y el funcionamiento de granjas integrales, aprovechando el subproducto compost.

La propuesta realizada por las estudiantes de Santo Domingo, resultó una de las favorecidas y se encuentra en la fase de implementación. La característica de la intervención es que se desarrollará de manera articulada entre el consultor especialista contratado, las estudiantes proponentes del proyecto y el GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas. La contratación del consultor se realizó para que elabore el perfil de proyecto con los requisitos y

términos necesarios, para postular a fondos de financiamiento climático en torno a la medida de adaptación y mitigación al cambio climático, relacionada con el manejo sostenible de actividades de porcicultura con pequeños productores de Santo Domingo de los Tsáchilas, a través del sistema de cama profunda.

Para ejecutar este proyecto se conformó el equipo que estará a cargo de la ejecución y seguimiento del proyecto. El equipo se conformó por las proponentes, la representante de FLACSO, el consultor experto y los representantes del GAD Provincial de las áreas de gestión ambiental, desarrollo económico y cooperación internacional. En la tabla 3.1 se detalla la asignación de funciones específicas de cada miembro del equipo, organizados de tal manera para cumplir con los plazos de contratación y presentación del perfil del proyecto y la nota conceptual. Estos elementos serán el resultado del proyecto y sirven como instrumentos para postular a recursos económicos provenientes de organismos de financiamiento climático.

Tabla 3.1. Equipo que conforma el proyecto de intervención en Santo Domingo

<b>Miembros</b>	<b>Rol</b>	<b>Funciones</b>	<b>Correo electrónico</b>
Miguel Herrera	Consultor experto	Realizar el perfil de proyecto y nota conceptual para postular a financiamiento climático	mherrera@dsecosultores.com
Diana Calero	Asistente de investigación FLACSO	Realizar el seguimiento de la ejecución y cumplimiento del proyecto	dcalerofl@flacso.edu.ec
Verónica Narváez	Directora de gestión ambiental del GAD Provincial	Facilitar la conexión del proyecto en su enfoque climático y sostenible con los responsables de fomento productivo y cooperación internacional del GAD Provincial	venarvaezteran@gmail.com
Xavier López	Director de desarrollo económico del GAD Provincial	Facilitar y/o levantar información en territorio sobre los productores porcinos que requieren intervención en cama profunda y promover el desarrollo de sistemas productos sostenibles	xlopez@gptsachila.gob.ec
Andrea Espinoza	Analista de gestión internacional GAD Provincial	Coordinar aspectos logísticos y administrativos de la elaboración del perfil del proyecto	aespinoza@gptsachila.gob.ec
Viviana Güilcamaigua	Egresada de la especialización LCCC	Colaborar en la revisión de documentación para armar el perfil de proyecto climático financiable	viviana.guilcamaigua@gmail.com
María Rojas	Estudiante de la especialización LCCC	Realizar el levantamiento de información técnica sobre el sistema de producción en cama profunda y los beneficios de este sistema como alternativa de producción sostenible para la mitigación y adaptación climática	mrgg_0809@hotmail.com

Fuente: Propuesta de intervención climática en Santo Domingo de los Tsáchilas 2020

A nivel nacional, se aplicará en primera instancia a los fondos concursables de CONGOPE, que asignará fondos dirigidos a los GAD Provinciales de todo el país, para que realicen propuestas de acción climática. Este proyecto de financiamiento es parte del proyecto de CONGOPE, denominado Acción Provincial frente al Cambio Climático (APROCC), que “con financiamiento de la Unión Europea establece entre sus objetivos el cofinanciamiento de medidas o acciones de adaptación o mitigación al cambio climático en territorio” (CONGOPE 2020). Los beneficiarios son los GAD Provinciales de Ecuador, que deben presentar proyectos climáticos viables y bien argumentados.

De esta manera se articula la información levantada en la presente investigación, con la elaboración del perfil del proyecto para postular a los fondos climáticos, sea por parte de CONGOPE o de otros organismos nacionales o extranjeros que ofrecen financiamiento climático. El aspecto importante es poder elaborar el proyecto y levantar la información, que en parte ya se encuentra desarrollada en la presente tesina.

La aplicación en territorio se facilita, porque se ha involucrado a los funcionarios del GAD Provincial en este proceso. La vinculación parte desde las fases de difusión de beneficios del sistema cama profunda a los funcionarios del GAD Provincial. Posteriormente, con el trabajo conjunto y coordinado para la postulación de financiamiento climático, con la finalidad de ofrecer alternativas de implementación a los pequeños porcicultores y reemplazo de sus sistemas convencionales por cama profunda, replicar y masificar.

Se cuenta al momento con un mapa de ubicación de las granjas productoras que consta en el anexo 10, que sirve de partida para identificar productores que requieran conocer el sistema, para solucionar sus impactos ambientales y por el potencial de convertir sus granjas en sistemas sostenibles. En el anexo 11 se detalla el número de productores identificados por parroquia.

Adicionalmente, se prevé realizar los contactos con los representantes de ASPE, para facilitar la identificación de actores interesados, entre sus miembros y para difundir la información. Otro nexo de acercamiento a los productores son los representantes de las juntas parroquiales, puesto que la porcicultura como medio de vida se desarrolla principalmente en el sector rural. Estos vínculos fortalecen el proyecto, facilitan la divulgación y acceso a todos los productores que quieran introducirse en la producción en cama profunda.

## Conclusiones

El sistema de producción en cama profunda es beneficioso para la mitigación del cambio climático, permite la disminución de emisiones de los gases metano y óxido nitroso. A la vez, contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector agricultura, que es una de las prioridades de la Estrategia Nacional de Mitigación al cambio climático.

El sistema cama profunda también beneficia a la adaptación climática local en múltiples dimensiones, siendo especialmente importante en Santo Domingo de los Tsáchilas para minimizar las afectaciones por contaminación hídrica, debidas a las descargas de excretas. Incide también, en minimizar posibles focos de insalubridad del agua disponible para consumo humano y disminuir el riesgo de contagio de enfermedades infecciosas y parasitarias que pueden afectar a los animales y al ser humano.

El deterioro ambiental ocasionado por los modelos de producción actuales son insostenibles, los efectos adversos como el cambio climático requieren medidas urgentes que limiten los patrones de consumo que provocan la apropiación excesiva de bienes naturales, en detrimento de la capacidad de regeneración natural. Estos modelos productivos generan el incremento acelerado de emisiones de GEI, que han agudizado el cambio climático, debido al alto consumo de energías fósiles y al cambio de uso de suelo que elimina la capacidad de secuestrar y almacenar carbono.

La producción agropecuaria también contribuye al cambio climático, en especial en los países que dependen de la producción primaria, como los países latinoamericanos. En este sentido, la producción porcina se encuentra vinculada al cambio climático por la generación de GEI que se produce por la degradación anaerobia del estiércol y por los impactos ambientales negativos de esta actividad, que degradan los recursos naturales.

Los fundamentos teóricos analizados fueron totalmente coherentes en el marco de la investigación y la encausaron hacia los temas más importantes que debe considerar la producción sostenible. El análisis de la economía ecológica y la economía ambiental permitió encontrar un equilibrio, en que se reconoce lo primordial de la protección ambiental que debe primar ante la apropiación humana y por otra parte la importancia del desarrollo

socioeconómico mediante el aprovechamiento de los recursos naturales. Este equilibrio se basó, en que, si bien las actividades productivas son fundamentales para el mantenimiento de la humanidad, éstas deben respetar el funcionamiento ecológico y no degradar, ni agotar los recursos naturales.

En este análisis, surgió el concepto de sostenibilidad en las actividades productivas y la comprensión de los medios de vida sostenibles. Los medios de vida en el sector rural como se están manejando en la actualidad, no pueden mantenerse, porque los sistemas de producción extractivistas están sobrepasando la capacidad regenerativa de los ecosistemas.

El desarrollo sostenible es la clave para poder desarrollar actividades en armonía con la naturaleza. Es innegable que las actividades humanas causan impactos negativos al ambiente, pero este paradigma puede y debe cambiar. Existen nuevas opciones de producción sostenible, que permiten transformar los métodos de producción convencionales, por sistemas más armoniosos con las dinámicas ecosistémicas.

La metodología cuantitativa permitió abordar la mitigación de emisiones de GEI de la porcicultura mediante un enfoque objetivo. La mitigación consiste en disminuir la cantidad de emisiones de GEI y por tanto precisa que sea posible de cuantificarlas, utilizando métodos estandarizados y validados por la ciencia.

La metodología cualitativa permitió abordar a los expertos temáticos que manejan temas de porcicultura local, sus aportes pudieron triangularse con la revisión de fuentes secundarias y ayudaron a que los resultados fueran más específicos en el análisis de las categorías de la investigación, acotando a la realidad local.

Gracias a la tecnología, fue posible realizar la investigación sin tener que recurrir al trabajo de campo presencial, debido a las condiciones de distanciamiento social en el contexto de la emergencia sanitaria por COVID-19. La metodología se diseñó para utilizar los recursos tecnológicos que permiten la interacción virtual. La recopilación y procesamiento de información se dio en un momento de transición global hacia nuevas modalidades de comunicación digital.

El sistema cama profunda puede constituir una alternativa sostenible de producción porcina, siempre que se acompañe del manejo técnico tanto del sistema, como del manejo en general de la granja. Este punto es importante reforzar en los productores a pequeña escala donde se evidencia falta de conocimiento técnico, falta de planificación del negocio a mediano y largo plazo y poca motivación para reinversión en la granja.

El sistema de cama profunda no afecta el rendimiento y parámetros productivos del sistema porcino, tampoco existen estudios concluyentes que lo mejore. No obstante, permite una mejora tecnológica en la gestión del estiércol, que es uno de los problemas principales de la porcicultura y que puede desencadenar en multas y clausuras.

La mujer es un pilar fundamental dentro de la porcicultura, tiene capacidad para realizar todo tipo de actividades. Estos roles, especialmente los que se realizan a diario relacionados a la limpieza y acarreo de agua, se ven beneficiados por el sistema cama profunda que les facilita el ahorro de tiempo y esfuerzo físico.

El compost es un insumo valioso para uso en la granja o como subproducto que puede ser comercializado, es una de las motivaciones principales para emprender en sistemas de cama profunda o que motiva el reemplazo del sistema de producción. Puede aportar opciones de producción agrícola integral que beneficie la fertilidad del recurso suelo y la productividad de los cultivos, y promover en la provincia a la producción orgánica y al reemplazo de fertilizantes sintéticos.

La porcicultura a pequeña escala es una fuente potencial de acción climática. Las grandes empresas de producción cárnica ya han implementado métodos de tratamiento de excretas, debido a la presión comunitaria y por regulación ambiental. No obstante, los productores de granjas de manejo familiar, por generar menor cantidad de excretas creen que no es necesario invertir en el tratamiento de estos residuos, pero el impacto es considerable al sumar todas las fuentes contaminantes dispersas en la provincia.

La porcicultura a pequeña escala puede representar un medio de vida que ofrezca bienestar a los productores y que motive a la continuidad del negocio por parte de las futuras generaciones del sector rural. Se requiere el apoyo en transferencia de conocimientos y de socialización de las mejoras técnicas que encaminen esta actividad hacia la sostenibilidad.

Para esto, un actor fundamental es el Estado representado por las entidades de fomento productivo.

Resulta esencial, implementar estrategias de acción climática adaptativa a nivel rural para que las variables naturales, económicas, sociales y culturales, que inciden en el desarrollo de los medios de vida rurales se orienten a la sostenibilidad. De esta manera, podrían disminuir los problemas de migración campo-ciudad que acentúan los problemas de inequidad y pobreza.

Las condiciones geográficas y climáticas en Santo Domingo de los Tsáchilas le proporcionan gran potencial para el desarrollo de actividades productivas sostenibles. Éstas deben ser consideradas para la ejecución de estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático, mediante el reemplazo de sistemas de producción convencionales, por tecnologías innovadoras con menor intensidad en demanda de recursos y en generación de desechos.

La elaboración de material comunicacional fue un ejercicio dinámico de síntesis, que permite difundir conocimientos de fácil comprensión que acercan los resultados de la investigación a personas que no están directamente vinculadas a temas climáticos, ni de producción porcina. Permite transmitir conceptos básicos e introducirse de manera gradual en estos temas.

El plan de intervención para fomentar el reemplazo del sistema de producción porcícola por la tecnología de cama profunda en los productores de nivel familiar es un proyecto interesante dado el contexto de Santo Domingo de los Tsáchilas que es la provincia con mayor producción porcina del país. La aplicación conjunta en este plan, entre actores del GAD Provincial, la academia representada por FLACSO y la experticia técnica del consultor climático, pueden lograr la diferencia entre pasar de ser un proyecto de papel a materializarse en territorio.

## Anexos

### Anexo 1. Guía de entrevista



**IDRC | CRDI**  
International Development Research Centre  
Centre de recherches pour le développement international



**LIDERAZGO  
CAMBIO CLIMÁTICO  
Y CIUDADES**

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_

Nombre del entrevistado(a): \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Nivel de escolaridad: \_\_\_\_\_

Profesión u ocupación: \_\_\_\_\_

Tiempo de experiencia relacionado a la porcicultura: \_\_\_\_\_

Seleccione con una X su rol en la porcicultura (puede ser una opción o más de una, si aplica):

Usted es porcicultor \_\_\_\_\_

Usted es trabajador de una granja porcícola o brinda asistencia técnica a porcicultores: \_\_\_\_\_

Usted pertenece a un Ente regulador ambiental \_\_\_\_\_

#### Introducción

Saludos cordiales, mi nombre es Gabriela Rojas, soy estudiante de la especialización en liderazgo, cambio climático y ciudades de la FLACSO sede Ecuador. La entrevista se realiza en el marco de mi proyecto de titulación sobre el tema “Análisis del sistema de producción en cama profunda como alternativa de mitigación y adaptación al cambio climático de los pequeños porcicultores en Santo Domingo de los Tsáchilas”.

Para obtener la información, se han seleccionado profesionales y productores con experiencia académica, técnica, práctica y ambiental sobre porcicultura y producción en cama profunda. El sistema de cama profunda reemplaza al piso de concreto por una capa de 50 a 70 cm de cascarilla de arroz o materiales fibrosos absorbentes, donde los cerdos depositan sus excretas que se incorporan al material fibroso y se genera un efecto de compostaje por la remoción de estos materiales, debido al movimiento de los cerdos, la cama se renueva en promedio luego de cada camada (4 a 6 meses) o puede durar más tiempo.

La información se utilizará para analizar si el sistema de cama profunda, podría representar una alternativa de producción sostenible que favorezca la mitigación y adaptación al cambio climático. La investigación se desarrollará en 3 meses y se prevé que concluya en agosto 2020, usted podrá acceder a los resultados del estudio en la página web de FLACSO.

#### Características de la entrevista

Los datos que usted proporcione en esta entrevista son de uso exclusivo para el análisis de la presente investigación. Se estima un tiempo de duración de 30 minutos.

Si usted autoriza, su nombre puede aparecer en los resultados del proyecto, caso contrario se utilizará una codificación.

Autoriza el uso de sus datos: \_\_\_\_\_ No autoriza el uso de sus datos: \_\_\_\_\_

Me gustaría conocer si está de acuerdo en que procedamos con la entrevista en este momento.

## PREGUNTAS

### Sección 1. Impactos ambientales y climáticos de la porcicultura

1. El sistema convencional de producción es el que se realiza en corrales con piso impermeable y que se limpia utilizando agua ¿Qué afectaciones al ambiente cree usted que son ocasionados por la crianza de cerdos en el sistema convencional?

2. Sabe usted que es el cambio climático

SI \_\_\_\_\_ (pase a pregunta 3)      NO \_\_\_\_\_ (pase a la pregunta 4 y lea la nota explicativa)

3. ¿Conoce usted cómo afecta la producción porcícola al cambio climático?

4. Sabe usted que son los gases de efecto invernadero

SI \_\_\_\_\_ (pase a pregunta 5)      NO \_\_\_\_\_ (lea la nota explicativa a continuación y pase a la pregunta 6)

**Nota explicativa:** El cambio climático corresponde al desequilibrio de la composición atmosférica atribuible a la actividad humana y que repercute en la variación del clima, que persiste durante prolongados periodos de tiempo.

Los gases de efecto invernadero son los componentes de la atmósfera que tienen la propiedad de absorber y emitir la radiación solar y permiten que se produzca el efecto invernadero, esencial para la vida humana, estos gases son principalmente el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el metano (CH<sub>4</sub>). Sin el efecto invernadero, el calor que emite el sol a la superficie terrestre sería reflejado hacia la atmósfera y no podría mantenerse el rango térmico necesario para la vida en el planeta. Sin embargo, el incremento excesivo de emisión de gases de efecto invernadero, generado principalmente por la quema de combustibles fósiles que genera CO<sub>2</sub>, provoca la alteración de la composición atmosférica, que repercute en el calentamiento climático sostenido en el tiempo.

5. ¿Sabe usted cómo podrían utilizarse los gases de efecto invernadero que se generan por la degradación del estiércol?

6. De los siguientes efectos del cambio climático que se prevé sucederán en los próximos años, seleccione a los que considera que pueden afectar más a la actividad porcícola.
- a) Mayor intensidad de precipitaciones
  - b) Posibles periodos de sequía
  - c) Aumento de la temperatura media
  - d) Incremento de número de días más cálidos
  - e) Otros (especificar): \_\_\_\_\_

### Sección 2. Sistema de cama profunda

El sistema de cama profunda constituye una alternativa a los sistemas de producción de cerdos y se basa en sustituir el piso de concreto por una capa de aproximadamente 50 a 70 cm de cascarilla de arroz, paja de trigo o residuos agrícolas fibrosos o forestales. Este sistema no requiere el uso de agua para la limpieza y evita las descargas hídricas contaminantes, debido a que las excretas se depositan sobre el piso y se compostan al mezclarse con el material fibroso, por efecto del desplazamiento de los cerdos dentro del corral.

7. De los siguientes beneficios en términos de eficiencia productiva y protección ambiental, seleccione los que considera que puede ofrecer el sistema de cama profunda. Marque del 1 al 5, siendo 1 el menos beneficioso y 5 el más beneficioso
- a) Mayor conversión alimenticia \_\_\_\_\_
  - b) Disminución de aguas residuales contaminadas \_\_\_\_\_
  - c) Disminución de olores \_\_\_\_\_
  - d) Disminución del consumo de agua \_\_\_\_\_
  - e) Disminuye el esfuerzo físico de las actividades de limpieza \_\_\_\_\_
  - f) Disminuye el tiempo de trabajo dedicado a actividades de limpieza \_\_\_\_\_
  - g) Otros (especificar): \_\_\_\_\_
8. De las siguientes opciones, seleccione las que considera usted que serían las desventajas del sistema de cama profunda. Califique sus respuestas seleccionadas del 1 al 5, siendo 1 la menor desventaja y 5 la mayor desventaja.
- a) Mayor estrés térmico \_\_\_\_\_
  - b) Presencia de moscas y vectores \_\_\_\_\_
  - c) Necesidad de remoción periódica de cama contaminada \_\_\_\_\_
  - d) Menor ganancia de peso \_\_\_\_\_
  - e) Generación de amoníaco \_\_\_\_\_
  - f) Otros (especificar): \_\_\_\_\_

9. De los siguientes aspectos de la porcicultura, cuáles cree que se verán más afectados por el cambio climático. Califique del 1 al 5, siendo 1 el menos afectado y 5 el más afectado.
- a) Abastecimiento de agua
  - b) Confort térmico de los cerdos
  - c) Necesidades de ventilación y enfriamiento de los corrales
  - d) Costos de producción
  - e) Consumo energético de la granja
  - f) Gasto energético de los cerdos
  - g) Gasto en infraestructura, para soportar lluvias intensas
  - h) Presión comunitaria para cumplimiento de la normativa ambiental
  - i) Otros (especificar): \_\_\_\_\_
10. ¿Si usted fuera un productor de cerdos convencional, le llamaría la atención cambiar su sistema de manejo hacia cama profunda?
- SI \_\_\_\_\_ (pase a pregunta 11)                      NO \_\_\_\_\_ (pase a pregunta 13)
11. ¿Cuáles son sus motivaciones para cambiarse al sistema de cama profunda?
12. ¿Qué material utilizaría para conformar la cama profunda?
13. Seleccione qué usos le daría al compost resultante del sistema de cama profunda.
- a) Abono en cultivos propios cercanos a la granja (no requiere transporte) \_\_\_\_\_
  - b) Abono en cultivos propios lejanos de la granja (requiere transporte) \_\_\_\_\_
  - c) Venta del compost \_\_\_\_\_
  - d) Otros (especificar) \_\_\_\_\_
14. ¿Por qué no le interesaría hacer este cambio?

### Sección 3. Aspectos productivos de la porcicultura a pequeña escala

15. ¿Cree usted que la porcicultura convencional es una actividad que permite el sustento económico a los productores a pequeña escala? La agricultura a pequeña escala, es la que se realiza en unidades pequeñas de producción, en promedio hasta 50 cerdos y utilizan mano de obra familiar.
- SI \_\_\_\_\_ (pase a pregunta 15)      NO \_\_\_\_\_ (pase a pregunta 16)

16. ¿Qué factores afectan la rentabilidad de la porcicultura a pequeña escala?

#### **Sección 4. Aspectos sociales de la porcicultura a pequeña escala**

17. ¿Qué elementos necesitan los porcicultores a pequeña escala, para cambiar el sistema de producción a cama profunda?

18. ¿Cómo cree usted puede beneficiar el sistema cama profunda a los productores a pequeña escala?

19. ¿Qué desventajas tiene el sistema cama profunda para los productores a pequeña escala?

#### **Sección 5. Género y actividades de porcicultura**

20. Seleccione cuáles considera que son los roles que las mujeres cumplen en las actividades de porcicultura

- a) Limpieza de los corrales
- b) Alimentación de los cerdos
- c) Acarreo de agua para limpieza
- d) Gestión de los desechos
- e) Comercialización
- e) Otros (especificar): \_\_\_\_\_

21. De estos roles ¿Cuáles cree que serán más afectados por el cambio climático?

22. Si se reemplaza el sistema convencional por el sistema de cama profunda ¿Qué aspectos considera que van a beneficiar a las mujeres?

*Gracias por su tiempo y colaboración.*

## Anexo 2. Listado de actores entrevistados

<b>Tipo de informante</b>	<b>Codificación</b>	<b>Nombre</b>	<b>Profesión u ocupación</b>	<b>Institución</b>	<b>Número telefónico</b>	<b>Correo electrónico</b>
Experto académico	E1	Dr. Marco Acosta	Docente	UTE	0993460598	
	E2	Dr. Francisco Caiza	Docente	BIOGENSA	0999719905	
Experto técnico	E3	In. Luis Yáñez	Ing. Zootecnista	Particular	0992771976	
	E4	Ing. Alex Rojas	Ing. Agropecuario	Particular	0997677983	alexrg12@hotmail.com
Experto práctico	E5	Sr. Geovanny Chimbo	Porcicultor	Granja GEO GAB	0992771976	geofa.01@hotmail.com
	E6	Sra. Gloria Cuascota	Porcicultora	Granja El Rocío	023618437	
Experto ambiental	E7	Ing. Verónica Narváez	Directora de gestión ambiental	GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas	0992771976	v_narvaezt@hotmail.com
	E8	Ing. Darwin Castillo	Técnico de la comisaría ambiental	GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas	0968845271	

**Anexo 3. Fórmulas utilizadas para el cálculo de emisiones de metano y óxido nitroso, para la gestión del estiércol de acuerdo a directrices del IPCC para inventarios nacionales de GEI, volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, capítulo 10 Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (IPCC 2006)**

**EMISIONES DE CH<sub>4</sub> DE LA GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL**

$$CH_{4\text{Estiércol}} = \sum_{(T)} \frac{(EF_{(T)} \cdot N_{(T)})}{10^6}$$

Donde:

CH<sub>4</sub><sub>Estiércol</sub> = emisiones de CH<sub>4</sub> por la gestión del estiércol, para una población definida, Gg CH<sub>4</sub> año<sup>-1</sup>

EF<sub>(T)</sub> = factor de emisión para la población de ganado definida, kg CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>

N<sub>(T)</sub> = la cantidad de cabezas de la especie/categoría de ganado T del país

T = especie/categoría de ganado

**EMISIONES DIRECTAS DE N<sub>2</sub>O DE LA GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL**

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

Donde:

N<sub>2</sub>O<sub>D(mm)</sub> = emisiones directas de N<sub>2</sub>O de la gestión del estiércol del país, kg N<sub>2</sub>O año<sup>-1</sup>

N<sub>(T)</sub> = cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del país

Nex<sub>(T)</sub> = promedio anual de excreción de N por cabeza de la especie/categoría T en el país, kg N animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>

MS<sub>(T,S)</sub> = fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada especie/categoría de ganado T que se gestiona en el sistema de gestión del estiércol S en el país, sin dimensión

EF<sub>3(S)</sub> = factor de emisión para emisiones directas de N<sub>2</sub>O del sistema de gestión del estiércol S en el país, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N en el sistema de gestión del estiércol S

S = sistema de gestión del estiércol

T = especie/categoría de ganado

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

## Anexo 4. Proceso realizado para el cálculo de emisiones de metano y óxido nítrico

### Estimación de emisiones de metano en sistema de producción convencional

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular las emisiones de CH<sub>4</sub> de la gestión del estiércol, tomada de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, capítulo 10: Emisiones resultantes de la gestión del ganado y del estiércol.

Fórmula 1. Ecuación para emisiones de CH<sub>4</sub> de la gestión del estiércol

#### EMISIONES DE CH<sub>4</sub> DE LA GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL

$$CH_{4\text{Estiércol}} = \sum_{(T)} \frac{(EF_{(T)} \cdot N_{(T)})}{10^6}$$

Donde:

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

Los datos necesarios para realizar el cálculo son:

El factor de emisión EF<sub>(T)</sub> en kg de CH<sub>4</sub> para el ganado porcino aplicable en Ecuador es 1 kg CH<sub>4</sub> cabeza año (IPCC 2006). Ver el recuadro rojo del anexo 5 (Factores de emisión de metano para el cálculo de la gestión del estiércol, por área y temperatura promedio anual

La cantidad de cabezas N<sub>(T)</sub> de la especie es **50.570** (AGROCALIDAD 2010).

La especie/ categoría de ganado (T) es porcinos de engorde.

La división para 10<sup>6</sup>, convierte el resultado de kg CH<sub>4</sub> año a Gg CH<sub>4</sub> año.

Aplicando la fórmula para estimar el metano, se tiene que:

$$CH_{4\text{Estiércol}} = \Sigma(1 \text{ kg CH}_4 \text{ eabeza-año} \bullet 50570 \text{ eabeza})/1000000 \Rightarrow 50570/ 1000000 = \mathbf{0,05057 \text{ Gg CH}_4 \text{ año}}$$

Para transformar el CH<sub>4</sub> en CO<sub>2</sub> eq, se multiplica el valor obtenido por el potencial de calentamiento del metano, de acuerdo al Quinto Informe de Evaluación del IPCC considerando los forzamientos acumulados durante 100 años, que es 28. Por tanto:

$$0,05057 \text{ Gg CH}_4 \text{ año} \bullet 28 = \mathbf{1,42 \text{ Gg CO}_2 \text{ eq año}}$$

## Estimación de emisiones de metano en sistema cama profunda

Se aplicó la misma fórmula de estimación de metano en el sistema convencional (fórmula 1). La diferencia en el cálculo radica en que se convirtió el factor de emisión por el valor por defecto de los factores de conversión de metano (MCF) para el sistema de gestión en cama profunda por periodos superiores a un mes de permanencia (anexo 6, recuadro rojo), que aplica para el sistema estabulado en cama profunda y según las temperaturas anuales promedio. En Santo Domingo de los Tsáchilas la temperatura promedio es 22,9°C, por tanto, se utilizó la referencia de temperatura de 23°C.

Determinación de factor de emisión, de acuerdo al tipo de gestión del estiércol es

Factor de emisión ● factor de conversión de metano (MCF) del sistema cama profunda  
1 kg CH<sub>4</sub> cabeza año ● 55%= **0,55**

Los datos necesarios para realizar el cálculo son:

El factor de emisión EF<sub>(T)</sub> en kg CH<sub>4</sub> para el ganado porcino aplicable a Ecuador, bajo sistema cama profunda es **0,55**

La cantidad de cabezas N<sub>(T)</sub> de la especie es **50.570** (AGROCALIDAD 2010).

La especie/ categoría de ganado (T) es porcinos de engorde.

La división para 10<sup>6</sup>, convierte el resultado de kg CH<sub>4</sub> año a Gg CH<sub>4</sub> año.

Aplicando la fórmula para estimar el metano, se tiene que:

$$\text{CH}_4 \text{ Estiércol} = \frac{\Sigma(0,55 \text{ kg CH}_4 \text{ cabeza-año} \bullet 50570 \text{ cabeza})}{1000000} \Rightarrow 2781,35 / 1000000 = \mathbf{0,02781 \text{ Gg CH}_4 \text{ año}}$$

Para transformar el CH<sub>4</sub> en CO<sub>2</sub> eq. se multiplica el valor obtenido por el potencial de calentamiento del metano, de acuerdo al Quinto Informe de Evaluación del IPCC considerando los forzamientos acumulados durante 100 años, que es 28. Por tanto:

$$0,02781 \text{ Gg CH}_4 \text{ año} \bullet 28 = \mathbf{0,78 \text{ Gg CO}_2 \text{ eq año}}$$

## Estimación de emisiones de óxido nitroso en sistema de producción convencional

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular las emisiones de N<sub>2</sub>O de la gestión del estiércol, tomada de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, capítulo 10: Emisiones resultantes de la gestión del ganado y del estiércol.

Fórmula 2. Ecuación para emisiones de N<sub>2</sub>O de la gestión del estiércol

### EMISIONES DIRECTAS DE N<sub>2</sub>O DE LA GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL

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

Donde:

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

$N_{(T)}$  = cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del país

$Nex_{(T)}$  = promedio anual de excreción de N por cabeza de la especie/categoría T en el país, kg N animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>

$MS_{(T,S)}$  = fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada especie/categoría de ganado T que se gestiona en el sistema de gestión del estiércol S en el país, sin dimensión

$EF_{3(S)}$  = factor de emisión para emisiones directas de N<sub>2</sub>O del sistema de gestión del estiércol S en el país, kg N<sub>2</sub>O-N/kg N en el sistema de gestión del estiércol S

S = sistema de gestión del estiércol

T = especie/categoría de ganado

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

Los datos necesarios para realizar el cálculo son:

La cantidad de cabezas  $N_{(T)}$  de la especie es 50.570 (AGROCALIDAD 2010).

La especie/ categoría de ganado (T) es porcinos de engorde.

El sistema de gestión de estiércol S para el sistema convencional es el equivalente a los términos del IPCC (2006) a corral de engorde.

La tasa de excreción anual de N  $Nex_{(T)}$  es **38,91 kg N cabeza año**, este dato se determinó en base a la siguiente fórmula.

### TASAS DE EXCRECIÓN ANUAL DE N

$$N_{ex(T)} = N_{\text{índice}(T)} \cdot \frac{TAM}{1000} \cdot 365$$

Donde:

$N_{ex(T)}$  = excreción anual de N para la categoría de ganado  $T$ , kg N animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>

$N_{\text{índice}(T)}$  = tasa de excreción de N por defecto, kg N (1000 kg masa animal)<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>

$TAM_{(T)}$  = masa animal típica para la categoría de ganado  $T$ , kg animal<sup>-1</sup>

La tasa de excreción de N por defecto para ganado porcino  $N_{\text{índice}(T)}$ , aplicable a Ecuador es 1,64 kg N (ver el recuadro rojo del anexo 7)

La masa animal  $TAM_{(T)}$ , se calculó realizando un promedio de la fase de ceba de los cerdos que comprende desde los 30kg hasta los 100 kg, por tanto, el promedio es 65kg. Entonces:

$$N_{ex(T)} = 1,64 \text{ kg N} \bullet 65\text{kg}/1000 \bullet 365 = 38,91 \text{ kg N cabeza año}$$

El factor de emisión  $EF_{3(s)}$  por defecto para emisiones directas de N<sub>2</sub>O de corral de engorde es **0,02 kg N 2O-N/ kg N**(ver anexo 8, recuadro rojo).

La fracción de la excreción total anual de N para ganado porcino gestionado en el sistema corral de engorde  $MS_{(T,S)}$  que aplica para Ecuador es 41% (ver anexo 9, recuadro rojo), que equivale a **0,41**

Aplicando la fórmula para estimar el óxido nitroso, se tiene que:

$$N_{2O_{D(mm)}} = [\sum_S[\sum_T(50570 \text{ cabeza} \bullet 38,91 \text{ kg N cabeza año} \bullet 0,41)] \bullet 0,02 \text{ kg N } 2O\text{-N/kg N}] \bullet 44/28 \Rightarrow [\sum_S( 806748,27 \text{ año} \bullet 0,02 \text{ kg N}_2\text{O-N}) \bullet 1,5714285 = \mathbf{25354,49 \text{ kg N}_2\text{O año}}$$

$$\text{Para convertir este valor en Gg N}_2\text{O año, se divide para } 1000000 \Rightarrow \\ 25354,94 \text{ kg N}_2\text{O año/ } 1000000 = \mathbf{0,02535 \text{ Gg N}_2\text{O año}}$$

Para transformar el N<sub>2</sub>O en CO<sub>2</sub> eq, se multiplica el valor obtenido por el potencial de calentamiento del óxido nitroso, de acuerdo al Quinto Informe de Evaluación del IPCC considerando los forzamientos acumulados durante 100 años, que es 265. Por tanto:

$$0,002535 \text{ Gg CH}_4 \text{ año} \bullet 265 = \mathbf{6,72 \text{ Gg CO}_2 \text{ eq año}}$$

## Estimación de emisiones de óxido nítrico en sistema de producción en cama profunda

Se aplicó la misma fórmula de estimación de metano en el sistema convencional (fórmula 2).

Los datos necesarios para realizar el cálculo son:

La cantidad de cabezas  $N(T)$  de la especie es 50.570 (AGROCALIDAD 2010).

El sistema de gestión de estiércol  $S$  para el sistema cama profunda es el equivalente a los términos del IPCC (2006) como cama profunda sin mezclado, debido a que no se realiza un mezclado e incorporación frecuente de material de la cama y la remoción es mayormente dependiente del movimiento de las extremidades de los cerdos. En los factores de emisión donde no está detallada esta categoría, se utiliza la categoría otros sistemas.

La especie/ categoría de ganado ( $T$ ) es porcinos de engorde.

La tasa de excreción anual de N  $N_{ex(T)}$  es **38,91 kg N cabeza año**, este dato se determinó en base a la siguiente fórmula.

El factor de emisión  $EF_{3(s)}$  por defecto para emisiones directas de  $N_2O$  de cama profunda sin mezclado es **0,01 kg N  $2O-N$ / kg N**(ver anexo 8, recuadro azul).

La fracción de la excreción total anual de N para ganado porcino gestionado en el sistema otros  $MS_{(T,S)}$  que aplica para Ecuador es 40% (ver anexo 9, recuadro azul), que equivale a **0,40**. Se aplica el sistema otros, porque no está detallado un valor específico para la cama profunda.

Aplicando la fórmula para estimar el óxido nítrico, se tiene que:

$$N_{2O_{D(mm)}} = [\sum_S [\sum_T (50570 \text{ cabeza} \bullet 38,91 \text{ kg N cabeza año} \bullet 0,40)] \bullet 0,01 \text{ kg N } 2O-N / \text{kg N}] \bullet 44/28 \Rightarrow [\sum_S (787071,48 \text{ año} \bullet 0,01 \text{ kg N}_2O-N)] \bullet 1,5714285 = \mathbf{12368,27 \text{ kg N}_2O \text{ año}}$$

$$\text{Para convertir este valor en Gg N}_2O \text{ año, se divide para } 1000000 \Rightarrow \\ 12368,27 \text{ kg N}_2O \text{ año} / 1000000 = \mathbf{0,01237 \text{ Gg N}_2O \text{ año}}$$

Para transformar el  $N_2O$  en  $CO_2$  eq, se multiplica el valor obtenido por el potencial de calentamiento del óxido nítrico, de acuerdo al Quinto Informe de Evaluación del IPCC considerando los forzamientos acumulados durante 100 años, que es 265. Por tanto:

$$0,01237 \text{ Gg CH}_4 \text{ año} \bullet 265 = \mathbf{3,28 \text{ Gg CO}_2 \text{ eq año}}$$

### Anexo 5. Factores de emisión de metano para el cálculo de la gestión del estiércol, por área y temperatura promedio anual

Características regionales	Especies de ganado	Factores de emisión de CH <sub>4</sub> según la temperatura promedio anual (°C) <sup>b</sup>																		
		Frío					Templado											Cálido		
		≤ 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	≥ 28
América del Norte: Regularmente se utilizan sistemas de base líquida para estiércol de vacas lecheras y de porcinos. Habitualmente, el estiércol del resto del ganado vacuno se gestiona como sólidos y depositado en pasturas o prados.	Vacas lecheras	48	50	53	55	58	63	65	68	71	74	78	81	85	89	93	98	105	110	112
	Otros vacunos	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Porcinos de carne	10	11	11	12	12	13	13	14	15	15	16	17	18	18	19	20	22	23	23
	Porcinos de cría	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	31	32	34	35	37	39	41	44	45
Europa Occidental: Regularmente se emplean sistemas de líquidos/fango y de almacenamiento en pozos para estiércol de vacunos y porcinos. La cantidad de tierras de cultivo para esparcir estiércol es limitada.	Vacas lecheras	21	23	25	27	29	34	37	40	43	47	51	55	59	64	70	75	83	90	92
	Otros vacunos	6	7	7	8	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	21	24	25	26
	Porcinos de carne	6	6	7	7	8	9	9	10	11	11	12	13	14	15	16	18	19	21	21
	Porcinos de cría	9	10	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	22	23	25	27	29	32	33
	Búfalos	4	4	5	5	5	6	7	7	8	9	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Europa Oriental: Se utilizan sistemas basados en sólidos para la mayor parte del estiércol. Alrededor de una tercera parte del estiércol del ganado se gestiona en sistemas basados en líquidos.	Vacas lecheras	11	12	13	14	15	20	21	22	23	25	27	28	30	33	35	37	42	45	46
	Otros vacunos	6	6	7	7	8	9	10	11	11	12	13	14	15	16	18	19	21	23	23
	Porcinos de carne	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	10	10	10
	Porcinos de cría	4	5	5	5	5	6	7	7	7	8	8	9	9	10	11	12	16	17	17
	Búfalos	5	5	5	6	6	7	8	8	9	10	11	11	12	13	15	16	17	19	19
Oceania: La mayor parte del estiércol vacuno se gestiona como sólidos en pasturas y prados, excepto en cuanto a vacas lecheras con algo de uso en lagunas. Alrededor de la mitad del estiércol de los porcinos se gestiona en lagunas anaeróbicas.	Vacas lecheras	23	24	25	26	26	27	28	28	28	29	29	29	29	29	30	30	31	31	31
	Otros vacunos	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Porcinos de carne	11	11	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	
	Porcinos de cría	20	20	21	21	22	22	23	23	23	23	23	24	24	24	24	24	24	24	24
América Latina: Casi todo el estiércol del ganado se gestiona como sólidos en pasturas y prados. El estiércol de los búfalos se deposita en pasturas y prados.	Vacas lecheras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
	Otros vacunos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Porcinos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
	Búfalos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2

Fuente: IPCC 2006.

### Anexo 6. Valores por defecto de los factores de conversión de metano (MCF) para diferentes sistemas de gestión de estiércol

Sistema <sup>a</sup>	MCF según la temperatura promedio anual (°C)																			Fuente y comentarios	
	Frío					Templado										Cálido					
	≤ 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	≥ 28		
Digestor anaeróbico	0-100%					0-100%										0-100%				Debe subdividirse en diferentes categorías, considerando la cantidad de recuperación de biogás, el quemado de biogás y el almacenamiento post-digestión. Cálculo con la Fórmula 1.	
Quemado para combustible	10%					10%										10%				Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC en combinación con Safley <i>et al.</i> (1992).	
Camas profundas para vacunos y porcinos	< 1 mes	3%					3%										30%				Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC en combinación con Moller <i>et al.</i> (2004). Es de esperar que las emisiones sean similares, y posiblemente mayores, que las del almacenamiento en pozo, según el contenido orgánico y del de humedad.
Camas profundas para vacunos y porcinos (cont.)	> 1 mes	17%	19%	20%	22%	25%	27%	29%	32%	35%	39%	42%	46%	50%	55%	60%	65%	71%	78%	80%	Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC en combinación con Mangino <i>et al.</i> (2001).
Fabricación de abono orgánico ( <i>compost</i> ) – en tambor	0,5%					0,5%										0,5%				Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC y Amon <i>et al.</i> (1998). Los MCF son menos de la mitad del almacenamiento de sólidos No dependiente de la temperatura.	
Fabricación de abono orgánico ( <i>compost</i> ) – Pila estática <sup>b</sup>	0,5%					0,5%										0,5%				Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC y Amon <i>et al.</i> (1998). Los MCF son menos de la mitad del almacenamiento de sólidos No dependiente de la temperatura.	
Fabricación de abono orgánico ( <i>compost</i> ) – intensivo en filas <sup>b</sup>	0,5%					1,0%										1,5%				Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC y Amon <i>et al.</i> (1998). Los MCF son algo menos que el almacenamiento de sólidos. Menos dependiente de la temperatura.	
Fabricación de abono orgánico ( <i>compost</i> ) – pasivo en filas <sup>b</sup>	0,5%					1,0%										1,5%				Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC y Amon <i>et al.</i> (1998). Los MCF son algo menos que el almacenamiento de sólidos. Menos dependiente de la temperatura.	

Fuente: IPCC 2006.

### Anexo 7. Tasa de excreción de Nitrógeno por defecto

VALORES POR DEFECTO PARA LA TASA DE EXCRECIÓN DE NITRÓGENO<sup>a</sup> (KG N (1000 KG MASA ANIMAL)<sup>-1</sup> DÍA<sup>-1</sup>)

Categoría de animal	Región							
	América del Norte	Europa Occidental	Europa Oriental	Oceanía	América Latina	África	Oriente Medio	Asia
Ganado vacuno	0,44	0,48	0,35	0,44	0,48	0,60	0,70	0,47
Otros vacunos	0,31	0,33	0,35	0,50	0,36	0,63	0,79	0,34
Porcinos <sup>b</sup>	0,50	0,68	0,74	0,73	1,64	1,64	1,64	0,50
Mercado	0,42	0,51	0,55	0,53	1,57	1,57	1,57	0,42
Cria	0,24	0,42	0,46	0,46	0,55	0,55	0,55	0,24
Aves de corral	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Gallinas >= 1 año	0,83	0,96	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Pollas	0,62	0,55	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Otros pollos	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Parrilleros	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Pavos	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Patos	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Ovinos	0,42	0,85	0,90	1,13	1,17	1,17	1,17	1,17
Caprinos	0,45	1,28	1,28	1,42	1,37	1,37	1,37	1,37
Caballos (y mulas, asnos)	0,30	0,26	0,30	0,30	0,46	0,46	0,46	0,46
Camélidos <sup>c</sup>	0,38	0,38	0,38	0,38	0,46	0,46	0,46	0,46
Búfalos <sup>c</sup>	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Visón y turón (kg N cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> ) <sup>d</sup>	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59	4,59
(kg CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	8,10	8,10	8,10	8,10	8,10	8,10	8,10	8,10
Zorro y mapache (kg N cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> ) <sup>d</sup>	12,09	12,09	12,09	12,09	12,09	12,09	12,09	12,09

Fuente: IPCC 2006.

## Anexo 8. Factores de emisión por defecto para emisiones directas de N<sub>2</sub>O de la gestión del estiércol

Sistema	Definición	EF <sub>3</sub> [kg N <sub>2</sub> O-N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup> ]	Rangos de incertidumbre de EF <sub>3</sub>	Fuente <sup>a</sup>	
Pastura/Prado/Praderera	Se deja que el estiércol de los animales en pasturas o prados permanezca como tal, sin gestionarse.			Las emisiones directas e indirectas de N <sub>2</sub> O relacionadas con el estiércol depositado en suelos agrícolas y en sistemas de pasturas, prados y praderas se tratan en el Capítulo 11, Sección 11.2, Emisiones de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados.	
Distribución diaria	Como rutina, el estiércol se saca de instalaciones de confinamiento y se aplica a tierras de cultivo o pasturas dentro de las 24 horas de su excreción. Se supone que las emisiones de N <sub>2</sub> O durante el almacenamiento y el tratamiento equivalen a cero. Las emisiones de N <sub>2</sub> O de aplicación en tierra están cubiertas bajo la categoría suelos agrícolas.	0	No aplicable	Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC (véase Co-chairs, Editors and Experts; N <sub>2</sub> O emissions from Manure Management).	
Almacenaje de sólidos <sup>b</sup>	El almacenamiento de estiércol, habitualmente por periodos de varios meses, en pilas o parvas no confinadas. El estiércol puede apilarse debido a la presencia de una suficiente cantidad de material de cama o a la pérdida de humedad por evaporación.	0,005	Factor de 2	Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC en combinación con Amon <i>et al.</i> (2001), que señala emisiones que oscilan entre 0,0027 y 0,01 kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup> .	
Corral de engorde	Una zona de confinación pavimentada o no sin cobertura vegetativa alguna de la que el estiércol acumulado puede retirarse periódicamente. Los corrales de engorde se encuentran habitualmente en los climas secos, pero también se emplean en climas húmedos.	0,02	Factor de 2	Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC en combinación con Kulling (2003)..	
Líquido/Fango	El estiércol se almacena tal como se excreta o con un agregado mínimo de agua para facilitar su manejo y se ubica en tanques o en estanques de tierra.	Con cobertura de costra natural	0,005	Factor de 2	Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC en combinación con Sommer <i>et al.</i> (2000).
		Sin cobertura de costra natural	0	No aplicable	Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC en combinación con los siguientes estudios: Harper <i>et al.</i> (2000), Lague <i>et al.</i> (2004), Monteny <i>et al.</i> (2001), y Wagner-Riddle y Marinier (2003). Se considera que las emisiones son insignificantes debido a la ausencia de formas oxidadas de nitrógeno que entren a los sistemas en combinación con un bajo potencial para la nitrificación y desnitrificación en el sistema.
Laguna anaeróbica no cubierta	Las lagunas anaeróbicas se diseñan y se operan para combinar estabilización de desechos con almacenamiento. Habitualmente, se utiliza el sobrenadante de la laguna para retirar el estiércol de las instalaciones de confinamiento relacionadas con ésta. Las lagunas anaeróbicas se diseñan para diversos periodos de almacenamiento (de hasta un año o más), según la región climática, la tasa de carga de sólidos volátiles y de otros factores operativos. El agua de la laguna puede reciclarse como agua para limpieza o usarse para irrigar y fertilizar campos.	0	No aplicable	Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC en combinación con los siguientes estudios: Harper <i>et al.</i> (2000), Lague <i>et al.</i> (2004), Monteny <i>et al.</i> (2001), y Wagner-Riddle y Marinier (2003). Se considera que las emisiones son insignificantes debido a la ausencia de formas oxidadas de nitrógeno que entren a los sistemas en combinación con un bajo potencial para la nitrificación y desnitrificación en el sistema.	
Almacenamiento en pozos por debajo de lugares de confinamiento animal	Recogida y almacenamiento del estiércol, habitualmente con poco o ningún agregado de agua y comúnmente por debajo de un suelo empujado, en una instalación de confinamiento de animales.	0,002	Factor de 2	Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC en combinación con los siguientes estudios: Amon <i>et al.</i> (2001), Kulling (2003) y Sneath <i>et al.</i> (1997).	

Sistema	Definición	EF <sub>3</sub> [kg N <sub>2</sub> O-N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup> ]	Rangos de incertidumbre de EF <sub>3</sub>	Fuente <sup>a</sup>	
Digestor anaeróbico	En general, los digestores anaeróbicos se diseñan y operan para la estabilización de los desechos mediante la reducción microbiana de compuestos orgánicos complejos de CH <sub>4</sub> y CO <sub>2</sub> , que se capturan y queman o se usan como combustible.	0	No aplicable	Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC en combinación con los siguientes estudios: Harper <i>et al.</i> (2000), Lague <i>et al.</i> (2004), Monteny <i>et al.</i> (2001), y Wagner-Riddle y Marinier (2003). Se considera que las emisiones son insignificantes debido a la ausencia de formas oxidadas de nitrógeno que entren a los sistemas en combinación con un bajo potencial para la nitrificación y desnitrificación en el sistema.	
Quemado para combustible o como desecho	El estiércol se excreta en el campo. Las tortas de estiércol secas se queman como combustible.	Las emisiones relacionadas con la quema del estiércol se deben declarar bajo la categoría «Quema de combustible» del IPCC si el estiércol se emplea como combustible y bajo la categoría «Incineración de desechos» del IPCC si el estiércol se quema sin recuperación de energía.			
	N de la orina depositada en pasturas y praderas	Las emisiones directas e indirectas de N <sub>2</sub> O relacionadas con la orina depositada en suelos agrícolas y en sistemas de pasturas, prados y praderas se tratan en el Capítulo 11, Sección 11.2, Emisiones de N <sub>2</sub> O de suelos gestionados.			
Camas profundas para vacunos y porcinos	A medida que el estiércol se acumula, se agrega constantemente material de cama para absorber la humedad durante un ciclo de producción y, posiblemente, durante hasta 6 a 12 meses. A este sistema de gestión del estiércol se lo conoce también como sistema de gestión del estiércol de estabulado con cama y se puede combinar con engorde en corral o pastura.	Sin mezclado	0,01	Factor de 2	Valor promedio basado en Sommer y Moller (2000), Sommer (2000), Amon <i>et al.</i> (1998), y Nicks <i>et al.</i> (2003).
		Mezclado activo	0,07	Factor de 2	Valor promedio basado en Nicks <i>et al.</i> (2003) y Moller <i>et al.</i> (2000). Hay bibliografía en la que se citan valores más altos de hasta un 20% para sistemas bien mantenidos con mezclado activo, pero éstos incluyen tratamiento para amoníaco, lo que no es habitual.
Fabricación de abono orgánico ( <i>compost</i> ) – en tambor <sup>c</sup>	Fabricación de <i>compost</i> , habitualmente en un canal cerrado, con aireación forzada y mezclado permanente.	0,006	Factor de 2	Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC. Se supone que es similar al de las pilas estáticas.	
Fabricación de abono orgánico ( <i>compost</i> ) – Pila estática <sup>c</sup>	Fabricación de <i>compost</i> en pilas con aireación forzada pero sin mezclado.	0,006	Factor de 2	Hao <i>et al.</i> (2001).	
Fabricación de abono orgánico ( <i>compost</i> ) – intensivo en filas <sup>d</sup>	Fabricación de <i>compost</i> en filas con medias vueltas esporádicas para mezclado y aireación.	0,1	Factor de 2	Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC. Se espera que sea mayor que en las operaciones de filas pasivas y de compostaje intensivo, ya que las emisiones están en función de la frecuencia de las medias vueltas.	
Fabricación de abono orgánico ( <i>compost</i> ) – pasivo en filas <sup>c</sup>	Fabricación de <i>compost</i> en filas con medias vueltas frecuentes para mezclado y aireación.	0,01	Factor de 2	Hao <i>et al.</i> (2001).	
Estiércol de aves de corral con hojarasca	Similar a los sistemas de camas profundas. Comúnmente se emplea para lotes de aves de cría y para la producción de pollos para carne (parrilleros) y otras aves.	0,001	Factor de 2	Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC basado en la alta pérdida de amoníaco de estos sistemas, lo que limita la disponibilidad de nitrógeno para su nitrificación/desnitrificación.	
Estiércol de aves de corral sin hojarasca	Puede ser similar a pozos abiertos en instalaciones cerradas de confinación de animales o puede diseñarse y operarse para secar el estiércol a medida que se acumula. Esto último se conoce como sistema elevado de gestión del estiércol y constituye una forma de fabricación pasiva de <i>compost</i> en filas cuando se lo diseña y opera correctamente.	0,001	Factor de 2	Dictamen del Grupo de Expertos del IPCC basado en la alta pérdida de amoníaco de estos sistemas, lo que limita la disponibilidad de nitrógeno para su nitrificación/desnitrificación.	

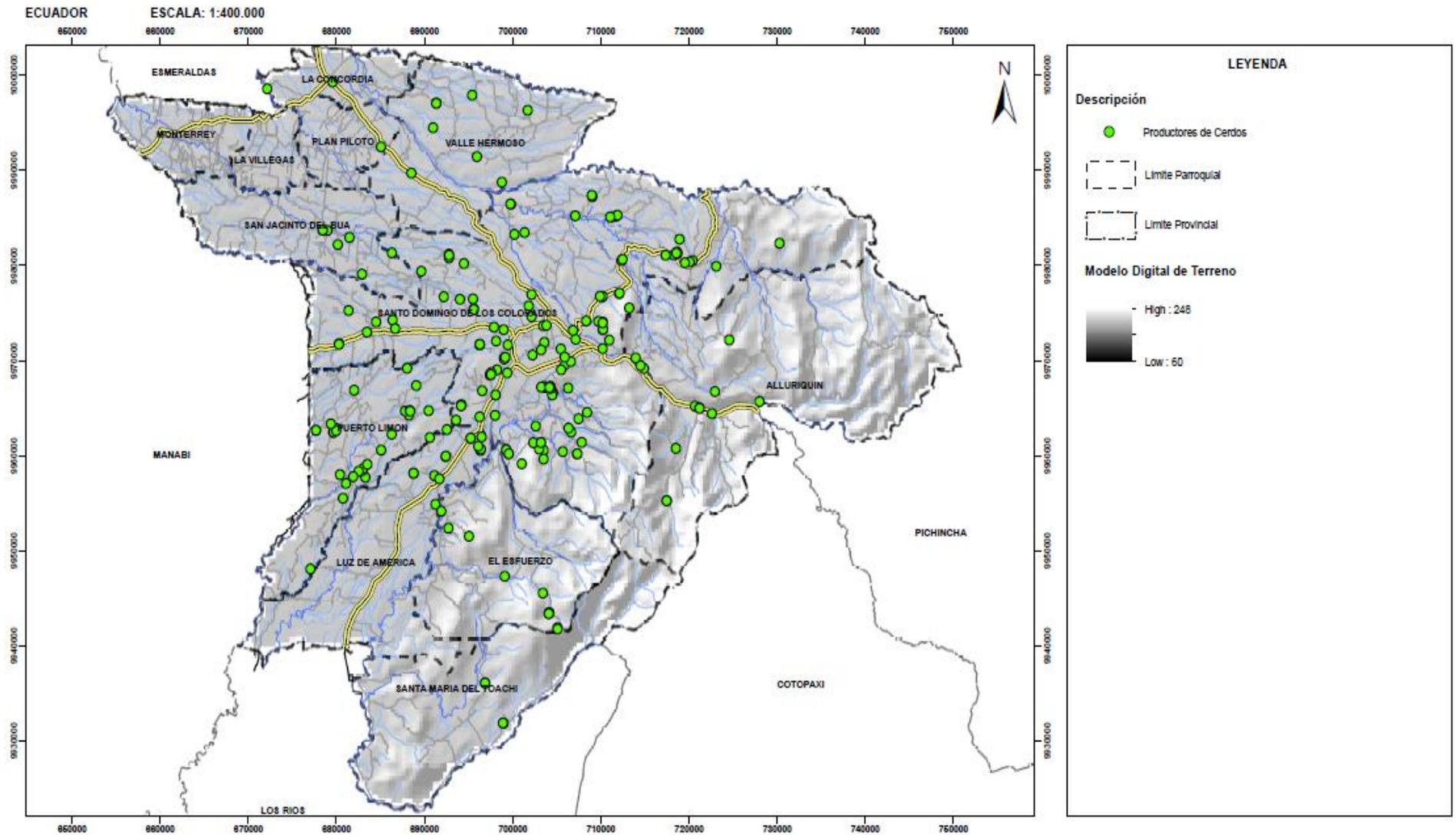
Fuente: IPCC 2006.

Anexo 9. Fracción de la excreción total anual de N de cada especie de ganado que se gestiona por sistema de gestión del estiércol y región

Temperatura promedio anual (°C)		MCF del sistema de gestión del estiércol										
		Líquido/ Laguna <sup>1</sup>	Líquido/ Fango <sup>1</sup>	Almac. Sólidos	Corral engorde	Pozo <1 mes	Pozo >1 mes	Distrib. Diaria	Digestor	Otros		
Frío	10	66%	17%	2,0%	1,0%	3,0%	17%	0,1%	10,0%	1,0%		
	11	68%	19%	2,0%	1,0%	3,0%	19%	0,1%	10,0%	1,0%		
	12	70%	20%	2,0%	1,0%	3,0%	20%	0,1%	10,0%	1,0%		
	13	71%	22%	2,0%	1,0%	3,0%	22%	0,1%	10,0%	1,0%		
	14	73%	25%	2,0%	1,0%	3,0%	25%	0,1%	10,0%	1,0%		
Templado	15	74%	27%	4,0%	1,5%	3,0%	27%	0,5%	10,0%	1,0%		
	16	75%	29%	4,0%	1,5%	3,0%	29%	0,5%	10,0%	1,0%		
	17	76%	32%	4,0%	1,5%	3,0%	32%	0,5%	10,0%	1,0%		
	18	77%	35%	4,0%	1,5%	3,0%	35%	0,5%	10,0%	1,0%		
	19	77%	39%	4,0%	1,5%	3,0%	39%	0,5%	10,0%	1,0%		
	20	78%	42%	4,0%	1,5%	3,0%	42%	0,5%	10,0%	1,0%		
	21	78%	46%	4,0%	1,5%	3,0%	46%	0,5%	10,0%	1,0%		
	22	78%	50%	4,0%	1,5%	3,0%	50%	0,5%	10,0%	1,0%		
	23	79%	55%	4,0%	1,5%	3,0%	55%	0,5%	10,0%	1,0%		
	24	79%	60%	4,0%	1,5%	3,0%	60%	0,5%	10,0%	1,0%		
	25	79%	65%	4,0%	1,5%	3,0%	65%	0,5%	10,0%	1,0%		
Cálido	26	79%	71%	5,0%	2,0%	30,0%	71%	1,0%	10,0%	1,0%		
	27	80%	78%	5,0%	2,0%	30,0%	78%	1,0%	10,0%	1,0%		
	28	80%	80%	5,0%	2,0%	30,0%	80%	1,0%	10,0%	1,0%		
Región	Características de los porcinos de carne			Utilización del sistema de gestión del estiércol (MS%)								
	Masa <sup>a</sup> kg	B <sub>o</sub> <sup>b</sup> m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg VS	VS <sup>c</sup> kg/hd/día	Líquido/ Laguna <sup>1</sup>	Líquido/ Fango <sup>1</sup>	Almac. Sólidos	Corral engorde	Pozo <1 mes	Pozo >1 mes	Distrib. Diaria	Digestor	Otros
América del Norte	46	0,48	0,27	32,8%	18,5%	4,2%	4,0%	0,0%	40,6%	0,0%	0,0%	0,0%
Europa Occidental	50	0,45	0,3	8,7%	0,0%	13,7%	0,0%	2,8%	69,8%	2,0%	0,0%	3,0%
Europa Oriental	50	0,45	0,3	3,0%	0,0%	42,0%	0,0%	24,7%	24,7%	0,0%	0,0%	5,7%
Oceanía	45	0,45	0,28	54,0%	0,0%	3,0%	15,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	28,0%
América Latina	28	0,29	0,3	0,0%	8,0%	10,0%	41,0%	0,0%	0,0%	2,0%	0,0%	40,0%
África	28	0,29	0,3	0,0%	6,0%	6,0%	87,0%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Oriente Medio	28	0,29	0,3	0,0%	14,0%	0,0%	69,0%	0,0%	17,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Asia	28	0,29	0,3	0,0%	40,0%	0,0%	54,0%	0,0%	0,0%	0,0%	7,0%	0,0%
Subcontinente Indio	28	0,29	0,3	9,0%	22,0%	16,0%	30,0%	3,0%	0,0%	9,0%	8,0%	3,0%

Fuente: IPCC 2006.

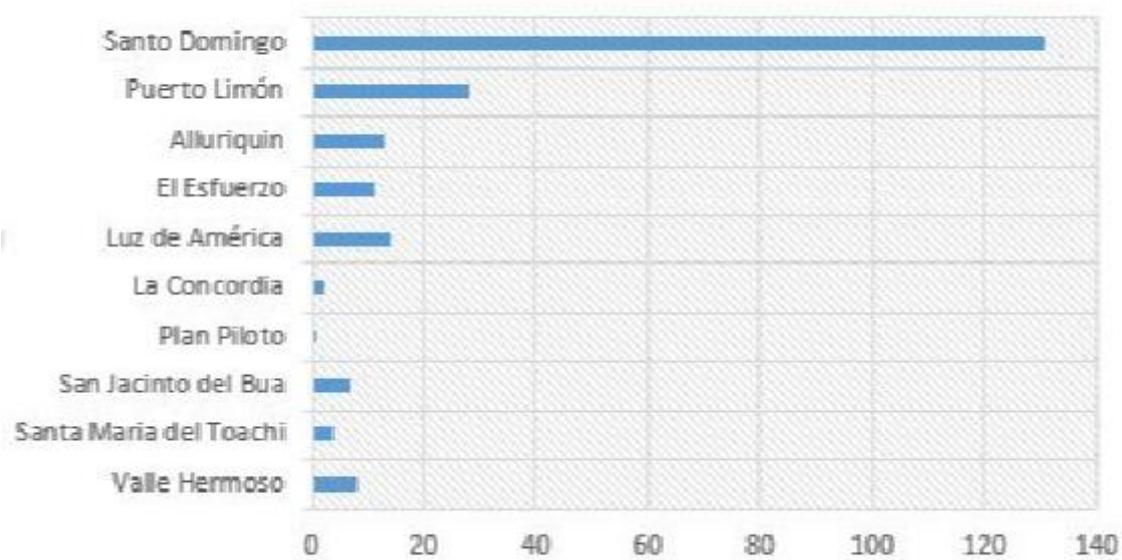
### Anexo 10. Mapa de ubicación de granjas porcinas en Santo Domingo de los Tsáchilas



Fuente: GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas 2020

## Anexo 11. Número de productores porcinos por parroquia

### Productores de cerdos por parroquia



Fuente: GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas 2020

**Anexo 12. Listado de envío de material a los funcionarios del GAD Provincial**

<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Institución</b>	<b>Fecha de envío</b>
Verónica Narváez	Directora de gestión ambiental	GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas	8 de junio de 2020
Xavier López	Director de desarrollo económico	GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas	8 de junio de 2020
Andrea Espinoza	Analista de gestión internacional	GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas	8 de junio de 2020

## Lista de Siglas y Acrónimos

AGROCALIDAD	Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario
APROCC	Acción Provincial frente al Cambio Climático
ASOGAN SD	Asociación de Ganaderos de Santo Domingo
ASPE	Asociación de Porcicultores del Ecuador
CONGOPE	Consortio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador
DQO	Demanda química de oxígeno
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
GEF	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
GEI	Gases de efecto invernadero
IDRC	Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
MAE	Ministerio del Ambiente de Ecuador
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
NDC	Contribución determinada a nivel nacional
NBI	Necesidades básicas insatisfechas
PEA	Población económicamente activa
PH	Potencial de Hidrógeno
PIB	Producto interno bruto
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
VAB	Valor agregado bruto
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo

## Lista de referencias

- AGROCALIDAD, MAGAP, ASPE. 2011. *Encuesta Nacional Sanitaria de Granjas de Ganado Porcino 2010*. Quito.
- Aguilera Klink, Federico y Vicent Alcántara. 2011. *De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica*. Barcelona: ICARIA: FUHEM.  
[https://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Actualidad/2011/LibroEA\\_EE.pdf](https://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Actualidad/2011/LibroEA_EE.pdf).
- Alzate Gómez, José Ángel. 2009. “Capital social, Descentralización y Modernización del Estado. Propuesta de desarrollo agroindustrial: Proyecto central de panela, como producto derivado de la caña de azúcar”. Tesis de maestría, Atlantic International University.
- Arbea, Santiago, Enrique Aguirre, Paola Eguinoa y María Oficialdegui. 2010. “Prueba de optimización de la optimización de la densidad de densidad de animales en cebo animales en cebo”. Sitio argentino de Producción Animal. Acceso el 30 de mayo 2020. [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00-produccion\\_porcina\\_general/142-densidad.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/142-densidad.pdf).
- Arias María. 2000. “La triangulación metodológica: Sus principios, alcances y limitaciones”. *Revista Investigación y Educación en Enfermería* 18 (1): 13-26.  
<https://www.redalyc.org/pdf/1052/105218294001.pdf>.
- Asamblea Nacional. 2015. *Código Orgánico de Organización Territorial COOTAD*. Quito: Registro Oficial Suplemento 303 de 19-10-2010, última modificación 16-01-2015.
- ASPE, Asociación de Porcicultores Ecuador. 2016. “Estadísticas Porcícolas 2016. Acceso el 26 de marzo de 2020. <https://www.aspe.org.ec/index.php/informacion/estadisticas/estadisticas-porcicolas-2016>.
- Báez, Sebastián. 2014. “Comparación de los sistemas de alojamiento cama profunda y piso de concreto y su efecto sobre el bienestar animal y la ganancia de peso en cerdos en fase de levante y ceba en dos granjas ubicadas en los municipios de Yacuanquer y Consacá (Nariño)”. Tesis de grado, Universidad de Nariño.
- Barton, Jonathan. 2009. “Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades-regiones”. *Revista de Geografía Norte Grande* 43 (2009): 5-30.
- BBC. 2009. “Buscan ovejas verdes que eructen menos”. Acceso el 10 de junio de 2020.  
[https://www.bbc.com/mundo/ciencia\\_tecnologia/2009/11/091129\\_oveja\\_eructo\\_jp](https://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2009/11/091129_oveja_eructo_jp).

- Binder Claudia R., Jochen Hinkel, Pieter W. G. Bots y Claudia Pahl-Wostl. 2013  
“Comparison of Frameworks for Analyzing Social-ecological Systems”. *Ecology and Society* 18 (4): 1-26. <https://www.jstor.org/stable/26269404>.
- CAF. Banco de Desarrollo de América Latina. 2017. *Crecimiento urbano y acceso a oportunidades: un desafío para América Latina*. Bogotá: CAF.
- Campiño Espinosa, Gina y Álvaro Ocampo Durán. 2010. “Comportamiento de Cerdos de Engorde en un Sistema de Cama Profunda Utilizando Racimos Vacíos de Palma de Aceite *Elaeis guineensis* Jacq”. *Revista Orinoquía* 14 (2): 147-159.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v14n2/v14n2a05.pdf>.
- Carmona, Juan, Diana Bolívar y Luis Giraldo. 2005. “El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo”. *Revista colombiana de ciencias pecuarias*. 18 (1): 49-63.
- Chávez, Jeancarlo. 2015. “Desarrollo local comunitario y fortalecimiento del tejido organizacional, el rol de las mujeres en el caso “Asociación de productores agrícolas unidos por un futuro” – Santo Domingo de los Tsáchilas, año 2010-2014”. Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.
- CIPPEC. 2016. *Resiliencia urbana Diálogos institucionales*. Buenos Aires: Pymedia S.A.
- CONGOPE, Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador. 2019. *Estrategia de cambio climático de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas con enfoque de género Proyecto Acción Provincial frente al Cambio Climático*. Quito: CONGOPE.
- \_\_\_\_\_. “Acción Provincial frente al cambio climático”. Acceso el 07 de junio de 2020.  
[http://www.congope.gob.ec/?page\\_id=1912](http://www.congope.gob.ec/?page_id=1912).
- Córdova Izquierdo, Alejandro y Abel Villa Mancera. 2013. Importancia del bienestar animal”. Acceso el 12 de junio de 2020.  
[https://www.researchgate.net/publication/303967330\\_Importancia\\_del\\_bienestar\\_animal](https://www.researchgate.net/publication/303967330_Importancia_del_bienestar_animal).
- David, M. Beatriz y Laura Ortiz Malavassi. 2003. “El capital social y las políticas de desarrollo rural. ¿Punto de partida o punto de llegada?”. En *Capital social y reducción de la pobreza en América Latina y el Caribe: en busca de un nuevo paradigma*, editado por Raúl Atria, Marcelo Siles, Irma Arriagada, Lindon J. Robison y Scott Whiteford, 397-446. Santiago de Chile: CEPAL.
- Davis, Kingsley. 1955. “The origins and growth of urbanization in the World”. *American Journal of Sociology* 60(5): 429-437.

- Denton, Fatima, Thomas Wilbanks, Achala Abeysinghe, Ian Burton, Qingzhu Gao, Maria Carmen Lemos, Toshihiko Masui, Karen O'Brien y Koko Warner. 2014. "Climate-Resilient Pathways: Adaptation, Mitigation, and Sustainable Development". En *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, 1101-1131. New York: Cambridge University Press.
- Desouzart, Osler. 2012. "El Negocio Avícola Mundial: Oportunidades y Amenazas". Acceso el 10 de junio de 2020. <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/negocio-avicola-mundial-oportunidades-t29631.htm>.
- Dirven, Martine. 2003. "Entre el ideario y la realidad: capital social y desarrollo agrícola, algunos apuntes para la reflexión". En *Capital social y reducción de la pobreza en América Latina y el Caribe: en busca de un nuevo paradigma*, editado por Raúl Atria, Marcelo Siles, Irma Arriagada, Lindon J. Robison y Scott Whiteford, 397-446. Santiago de Chile: CEPAL.
- Domínguez Martínez, José. 2014 "El análisis de los efectos externos: principales hitos en la historia del pensamiento económico". *Revista eXtoikos* 15: 75-77. <http://www.extoikos.es/n15/pdf/11.pdf>.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2010. *Manejo Sanitario Eficiente de los Cerdos*. Roma: FAO.
- \_\_\_\_\_. 2012. *Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar*. Buenos Aires. FAO.
- \_\_\_\_\_. 2013. *Manual de compostaje del agricultor Experiencias en América Latina*. Santiago de Chile: FAO.
- \_\_\_\_\_. 2013. *Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera Una revisión de las opciones técnicas para la reducción de las emisiones de gases diferentes al CO<sub>2</sub>*. Roma: FAO.
- \_\_\_\_\_. "Agricultura Sostenible". Acceso el 12 de mayo de 2020. <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/>
- \_\_\_\_\_. 2015. *Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura - Un manual para abordar los requisitos de los datos para los países en desarrollo*. Roma: FAO.
- \_\_\_\_\_. 2016. "Cerdos y la protección de los medios de vida". Acceso el 26 de marzo de 2020. [http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/protecting\\_livelihoods.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/protecting_livelihoods.html).

- \_\_\_\_\_. 2016. “Potenciar la intensificación sostenible de la agricultura”. Acceso el 14 de agosto de 2020. <http://www.fao.org/3/a-i5653s.pdf>.
- \_\_\_\_\_. 2018. *Panorama de la pobreza rural en América Latina y El Caribe*. Santiago de Chile: FAO.
- Feijoo, John. 2014. “Evaluación del bienestar animal de cerdos en ceba alojados en sistema de cama profunda”. Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala.
- Figueroa, Juana. 2017. *¿Puede la Valoración Económica de la Diversidad Biológica dar Respuesta a su Gestión Sostenible?* <http://www.mae.org.ar>.
- Folke, Carl. 2016. “Resilience (Republished)”. *Revista Ecology and Society* 21 (4): 44. <https://www.jstor.org/stable/26269991>.
- GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas. 2015. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Santo Domingo de los Tsáchilas 2015-2030*. Santo Domingo.
- \_\_\_\_\_. “Datos generales”. Acceso el 25 de marzo de 2020. <http://www.gptsachila.gob.ec/index.php/la-provincia/datos-generales>.
- \_\_\_\_\_. “Provincialización”. Acceso el 25 de marzo de 2020. <http://www.gptsachila.gob.ec/index.php/la-provincia/provincializacion>.
- \_\_\_\_\_. “Cantones y Parroquias”. Acceso el 25 de marzo de 2020. <http://www.gptsachila.gob.ec/index.php/la-provincia/parroquias>.
- Garzón Zúñiga, Marco Antonio y Gerardo Buelna. 2014. “Caracterización de aguas residuales porcinas y su tratamiento por diferentes procesos en México”. *Revista Int. Contam. Ambie.* 30 (1): 65-79.
- González Pineda, Genaro. 2016. “Manejo de residuos generados por granjas porcícolas en el estado de Jalisco”. ”. Acceso el 14 de agosto de 2020. <https://www.porcicultura.com/destacado/Manejo-de-residuos-generados-por-granjas-porc%C3%ADcolas-en-el-estado-de-Jalisco>.
- Gordillo, Marco. 2016. “Impactos de la producción porcina en la calidad ambiental del cantón Las Lajas, provincia de El Oro”. Tesis de maestría. Universidad Técnica de Ambato.
- Gottret, María Verónica. 2011. *El enfoque de medios de vida sostenibles. Una estrategia para el diseño y la implementación de iniciativas para la reducción de la pobreza*. Costa Rica: CATIE.
- Gudynas, Eduardo. 2009. “Climate change and capitalism’s ecological fix in Latin America”. *Critical Currents* 6 (octubre): 36-41.

- Hartley Ballester, Marjorie. 2008. "Economía ambiental y Economía Ecológica: Un balance crítico de su relación". *Economía y Sociedad* 33 y 34: 55-65.
- Hernández Sampieri, Roberto, Carlos Fernández Collado y María del Pilar Baptista Lucio. 2010. *Metodología de la investigación Quinta edición*. México D.F.: McGRAW-HILL/ Interamericana editores, S.A. De C.V.
- INEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2010. *Resultados del censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador Fascículo Provincial Santo Domingo*. Quito: INEC.
- \_\_\_\_\_. 2010. Población, Superficie (Km<sup>2</sup>), Densidad Poblacional a Nivel Parroquial (base primaria). <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/informacion-censal-cantonal/>
- \_\_\_\_\_. 2018. Proyección de la población ecuatoriana, por años calendario, según regiones, provincias y sexo período 2010-2020 (base primaria). <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
- \_\_\_\_\_. 2020. *Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU), diciembre 2019 Boletín Técnico N° 02-2020-ENEMDU*. Quito: INEC.
- IPCC, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 2006. "Capítulo 4 Emisiones resultantes de la gestión del ganado y del estiércol". En *Directrices del IPCC para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero Tomo 4 Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo*. Ginebra: IPCC.
- \_\_\_\_\_. 2013. "Glosario". En *Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, editado por Serge Planton, 185-204. Nueva York: Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_. 2014. *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra: IPCC.
- Jordán, Ricardo, Luis Riffo y Antonio Prado. 2017. *Desarrollo sostenible, urbanización y desigualdad en América Latina y el Caribe, dinámicas y desafíos para el cambio estructural*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Klikberg, Bernardo. 1999. "Capital social y cultura, claves esenciales del desarrollo". *Revista de la CEPAL* 69 (diciembre): 89-102.
- Kumari Rigaud, Kanta, Alex de Sherbinin, Bryan Jones, Jonas Bergmann, Viviane Clement, Kayly Ober, Jacob Schewe, Susana Adamo, Brent McCusker, Silke Heuser y

- Amelia Midgley. 2018. *El informe Groundswell: Prepararse para las migraciones internas provocadas por impactos climáticos*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Leff, Enrique. 2004. *Racionalidad ambiental la reapropiación social de la naturaleza*. México: Siglo xxi editores S.A. de C.V.
- MAE, Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2012. *Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2015*. Quito: MAE.
- \_\_\_\_\_. 2014. *Inventario Preliminar de las Emisiones de Contaminantes del Aire, de los cantones Ambato, Riobamba, Santo Domingo de los Colorados, Latacunga, Ibarra, Manta, Portoviejo, Esmeraldas y Milagro Proyecto Calidad del Aire III Año Base 2010*. Quito: MAE.
- \_\_\_\_\_. 2016. *Reporte del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del año 2010 de Ecuador*. Quito: MAE.
- MAG, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2018. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) – Anual (base primaria).  
<http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/sipa-estadisticas/estadisticas-productivas>.
- \_\_\_\_\_. 2018. Participación del Sector Pecuario en el PIB Nacional y VAB Agropecuario Real – Anual (base primaria). <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/sipa-estadisticas/estadisticas-economicas>.
- Magrin, Graciela O. 2015. *Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Martínez-Alier, Joan. 2006. “Los conflictos ecológico-distributivos y los indicadores de sustentabilidad”. *POLIS Revista Académica de la Universidad Bolivariana de Chile* 5 (13): 1-12. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30551307>.
- \_\_\_\_\_. 2014. *Entre la Economía Ecológica y la Ecología Política*. Argentina: Universidad Nacional de Córdoba.
- Martínez Castañeda, Francisco Ernesto y Mauricio Perea Peña. 2012. “Estrategias locales y de gestión para la porcicultura doméstica en localidades periurbanas del Valle de México”. *Revista Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 9 (4): 411-425.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-54722012000400003](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722012000400003).
- Montero, Eva, Roberto Martínez, Marco Herradora, Gerardo Hernández, Susana Espinosa, Mónica Sánchez y Roberto Martínez. 2015. *Alternativas para la producción porcina a pequeña escala*. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.

- Moreira, Dídier, Claudio Castro y Ronny Cascante. 2016. *Intensificación Sostenible*". Costa Rica: Proyecto EUROCLIMA-IICA.
- Morrissey, James. 2008. "Éxodo rural en Etiopía". *Revista Migraciones Forzadas* 31: 28:29.
- Muñoz, Daysi. 2017 "Estudio de la cadena de valor de alimentos balanceados en el Ecuador". Tesis de maestría, Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador.
- Naciones Unidas. 2013. *Respuestas urbanas al cambio climático en América Latina*. Editado por Roberto Sánchez Rodríguez. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- \_\_\_\_\_. 2015. *Acuerdo de París*. Paris: ONU.
- Neely, Constance, Kirsten Sutherland y Jan Johnson. 2004. *¿Los enfoques basados en los modos de vida sostenibles tienen una repercusión positiva en la población rural pobre? Análisis de doce estudios de casos*. Programa de Apoyo a los Modos de Vida Sostenibles FAO. <http://www.fao.org/3/a-j5129s.pdf>.
- OMM, Organización Meteorológica Mundial. 2011. *El clima y tú*. Ginebra: OMM.
- Pearce, David W. Y Turner, R.K. 1995. *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*. Madrid: Celeste Ediciones.
- Pullés, Robert Marlen, Marlenis Agramonte Hernández, Mario Cruz Arias y Elizabeth Cruz Martínez. 2010. "Evaluación microbiológica del sistema de cama profunda en la crianza porcina". *Revista CENIC*. 41: 1-10.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181220509045>.
- Quintana, Soledad. 2012. *Diagnóstico sobre la trata de personas en el cantón Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas*. Quito: FLACSO y OIM.
- Reyes, Vivian. 2010. "Producción porcina y el medio ambiente". *Revista del Observatorio de la Economía Latinoamericana* 135: 6-31.  
<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2010/vmrg.htm>.
- SENPLADES, Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. 2013. *Proyectos emblemáticos en Santo Domingo de los Tsáchilas*. Montecristi.
- \_\_\_\_\_. 2015. *Agenda zonal Zona 4-Pacífico Provincias de Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas*. Quito.
- Steinfeld, Henning, Pierre Gerber, Tom Wassenaar, Vincent Castel, Mauricio Rosales y Cees de Haan. 2009. *La larga sombra del ganado problemas ambientales y opciones*. Roma: FAO.
- Toledo, Víctor. 2013. "El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica". *Revista Relaciones* 136: 41-71. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rz/v34n136/v34n136a4.pdf>.

- Trigo, Eduardo y Pablo Elverdin. 2019. “Los sistemas de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria de América Latina y el Caribe en el marco de los nuevos escenarios de ciencia y tecnología” En *2030 Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe* 19: 1-18.
- Urquía Fernández, Nuria. 2014. Transferencia de tecnología en el desarrollo rural. FAO. [https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/20/13941367738530/fao\\_transferencia\\_de\\_tecnologa\\_en\\_el\\_desarrollo\\_ganadero.pdf](https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/20/13941367738530/fao_transferencia_de_tecnologa_en_el_desarrollo_ganadero.pdf).
- Wilkes, Andrea, Andy Reisinger, Eva Wollenberg y Suzanne van Dijk. 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*. 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, <https://ccafs.cgiar.org/>