



El ambiente
es de todos

Minambiente



El campo
es de todos

Minagricultura

GUÍA DE CAMBIO CLIMÁTICO

Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL SECTOR



PORCÍCOLA



El ambiente
es de todos

Minambiente



El campo
es de todos

Minagricultura



Asociación

porkcolombia

FONDO NACIONAL DE LA PORCICULTURA

ASOCIACIÓN PORKCOLOMBIA
FONDO NACIONAL DE LA PORCICULTURA
Programa de sostenibilidad ambiental y R.S.E

Validación

Jeffrey Fajardo López
Presidente Ejecutivo

Corina Zambrano Moreno
Vicepresidenta Ejecutiva

Revisión

Clara Marcela Rodríguez M.
Directora Área Técnica

Autores

María Oliva Rodríguez Galindo
Subdirectora de gestión ambiental y
responsabilidad social empresarial

Edwin Oswaldo Rojas
Profesional de Sostenibilidad ambiental

Paola Andrea Molina Suárez
Profesional especializado Minambiente

Juan Jacobo Carrizales Montealegre
Contratista Minambiente

Fredy Alejandro Gómez Quiroz
Contratista Minambiente

Ana María Ayala Russi
Contratista Minambiente Dirección de cambio
climático y gestión del Riesgo Minambiente
Ministerio de Ambiente y Desarrollo
Sostenible Minambiente

Isabel Cárdenas

Ministerio de Agricultura y
Desarrollo Rural MADR

José Elicio Mejía

Profesional de Sostenibilidad ambiental

Comunicaciones

Daniel Bernal

Gerente de comunicaciones

Revisión editorial

Camilo Tuta

Asesor de Comunicaciones Integrales

Concepto, Ilustración y diseño

Forma inédita 2021



Tabla de Contenido

1	El cambio climático y variabilidad climática en el contexto colombiano	15
1.1	Generalidades	16
1.2	Variabilidad de las lluvias	18
1.3	Variabilidad de la temperatura en Colombia	21
1.4	Tendencias Climáticas en Colombia	22
1.5	La Gestión del cambio climático en Colombia	25
1.6	Vulnerabilidad, riesgo y adaptación de la agricultura al cambio climático	30
2	Pilares de la sostenibilidad para el sector porcícola en Colombia	35
2.1	Aprovechamiento de la porcínaza como subproducto agrícola	38
2.2	Autogeneración de energías renovables	40
2.3	Promoción de la reforestación y conservación de la biodiversidad	44
3	Sector porcícola y cambio climático	45
3.1	El sector porcícola en el contexto del cambio climático	46
3.2	Dimensiones, evolución y proyecciones de crecimiento del sector porcícola colombiano	54
3.3	Análisis de emisiones de GEI en la producción porcícola a nivel internacional	57
3.4	Análisis de las emisiones de GEI en la producción porcícola nacional	60
3.5	Sistemas de gestión del estiércol porcino en Colombia	65
3.6	Resultados de las emisiones de GEI del sector	75
3.7	Experiencias en la estimación de la huella de carbono del sector porcícola colombiano	76

Tabla de Contenido

3.8	Experiencias regionales en adaptación y mitigación del cambio climático en el sector porcícola.....	85
4	La variabilidad climática y los riesgos climáticos en la porcicultura colombiana.....	87
4.1	Descripción climatológica y de la variabilidad climática para las principales regiones porcícolas en Colombia.....	88
4.2	Análisis de vulnerabilidad y riesgos asociados con la cambio climático y variabilidad climática en sector porcícola.....	91
5	La mitigación y adaptación del cambio climático en el sector porcícola en Colombia.....	95
5.1	Medida descriptiva para la porcicultura identificada en el marco de la actualización de la NDC 2020.....	97
5.2	Medidas de mitigación para la reducción de la huella de carbono en el departamento de Córdoba.....	100
	CONCLUSIONES.....	111
	GLOSARIO.....	114
	BIBLIOGRAFÍA.....	124

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. “Periodos de lluvias y peridos secos en granjas porcícolas”	19
Ilustración 2. Alta temperatura del aire en granjas porcícolas.....	21
Ilustración 3. Relación entre Cambio climático y la Variabilidad Climática.....	23
Ilustración 4. Granjas porcícolas en riesgo por exceso de lluvias	32
Ilustración 5. Tanques estercoleros en forma circular construidos en concreto.....	39
Ilustración 6. Opciones de energías no convencionales en granjas porcícolas.....	40
Ilustración 7. Opciones de energías no convencionales en granjas porcícolas.....	41
Ilustración 8. Opciones de energías no convencionales en granjas porcícolas.....	42
Ilustración 9. Opciones de energías no convencionales en granjas porcícolas	43
Ilustración 10. Setos con especies vegetales forestales en granjas porcícolas	45
Ilustración 11. Gases de efecto invernadero y el cambio climático	46
Ilustración 12. Tanque estercolero rectangular.....	50
Ilustración 13. Biodigestor en granja porcícola.....	52
Ilustración 14. Sistema de aplicación manual de porcínaza en potreros de pastoreo en una granja porcícola.....	53
Ilustración 15. Tanque de homogenización de porcínaza líquida.....	62
Ilustración 16. Lecho de secado antiguo en una granja	66
Ilustración 17. Cerdos corrales grupales en granjas porcícolas.....	67
Ilustración 18. Tanques estercoleros construidos en concreto en granjas porcícolas.....	68

Tabla de ilustraciones

Ilustración 19. Laguna anaeróbica para el almacenamiento de porcina en granja porcícola.....	69
Ilustración 20. Cárcamos para el almacenamiento temporal de porcina en granja porcícola.....	70
Ilustración 21. Biodigestor Tipo Taiwán.....	71
Ilustración 22. Sistemas de cama profunda.....	72
Ilustración 23. Sistemas de compostaje.	73
Ilustración 24. Compostaje convencional en granjas porcícolas.....	74
Ilustración 26. Biodigestores y fertilización con digestato en granjas porcícolas.....	87
ilustración 27. Excesos de lluvias en granjas porcícolas.....	92
Ilustración 28. Sequías o deficiencias de lluvias en granjas porcícolas.....	94
Ilustración 29. Tipos de iniciativas de mitigación de GEI.....	99
Ilustración 30. Uso de biogas en granja porcicola.....	101
Ilustración 31. Paneles solares en el techo de una planta de beneficio.....	103
Ilustración 32. Cortinas rompe vientos en sistemas agroforestales ganaderos.....	104
Ilustración 33. Alimentación de cerdos en granjas.....	105
Ilustración 34. Potrero con sistemas silvopastoriles en el que se aprecia la pradera de pasto kikuyo y los árboles forrajeros en las divisiones de potreros, además de árboles maderables en el perímetro del predio.....	108

Tabla de Figuras

Figura 1. Promedios mensuales de lluvias y temperaturas medias en los municipios: a) Barbosa, Antioquia, b) Loricá, Córdoba, y c) Puerto Boyacá, Boyacá.....	17
Figura 2. Promedios mensuales de lluvias en Quibdó, Puerto López, Maicao y Pasto.....	20
Figura 3. Hitos de la gestión del cambio climático en Colombia.....	26
Figura 4. Sistema Nacional de Cambio Climático - SISCLIMA.....	28
Figura 5. Infraestructura Natural para la Gestión del Agua.....	34
Figura 6. Pilares de sostenibilidad para el sector porcícola en Colombia.....	36
Figura 7. “Emisiones regionales totales y contribución relativa por especies. No se incluyen las emisiones asignadas a productos no comestibles y otros servicios”.	48
Figura 8. Crecimiento del sector porcícola.....	55
Figura 9. Estimaciones globales de emisiones desde la ganadería.....	57
Figura 10. Alcance “de la cuna a la puerta” (“Cradle to gate”) del ACV en la producción primaria de cerdo.....	78
Figura 11. Estimación Gases Efecto Invernadero perspectiva ACV “cradle to farm gate”.....	82
Figura 12. Estimación huella de carbono perspectiva ACV “Cradle to farm gate”.....	83
Figura 13. Comparación de estudios huella de carbono perspectiva ACV “Cradle to farm gate”.....	84
Figura 14. Dinámica de la utilización de los recursos proteicos aportados a un cerdo durante el proceso de producción (108 kg).....	106
Figura 15. Carbono Neutralidad.....	110

Tabla de Tablas

Tabla 1. Proyecciones de crecimiento del sector porcícola colombiano	56
Tabla 2. Población promedio anual, en número de animales, de ganado porcino en los años de reporte de GEI.....	64
Tabla 3. Sistemas de gestión de la porcina empleados en el país, validados con la guía IPCC 2006, para el cálculo de las emisiones de GEI del sector AFOLU.....	66
Tabla 4. Resultados históricos de los cálculos de emisiones de GEI por gestión del estiércol porcino en Colombia (Gg g CO2 equivalente.....	75
Tabla 5. Escenarios o alternativas de manejo en las tres (3) granjas porcícolas evaluadas	80
Tabla 6. Rangos de variación de la temperatura del aire en las principales regiones porcícolas del país	95
Tabla 7. Rangos de variación de la precipitación en las principales regiones porcícolas del país	96
Tabla 8. Acciones que contribuyen con la adaptación, mitigación o la sostenibilidad en granjas porcícolas.....	122

Lista de acrónimos

- **ABE** Adaptación Basada en Ecosistemas
- **ACV** Análisis de Ciclo de Vida
- **AFOLU** Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la tierra
- **CAR** Corporaciones Autónomas Regionales
- **CH₄** Metano
- **CO₂** Dióxido de Carbono
- **CMNUCC** Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
- **CNUDB** Convenio sobre la Diversidad Biológica
- **CNULD** Convención de Lucha contra la Desertificación
- **CONPES** Consejos Nacionales de Política Económica y Social
- **COP** Conferencia de las Partes
- **CVS** Corporación Autónoma Regional los Valles del Sinú y del San Jorge
- **DCCGR** Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo
- **ECDBC** Estrategia Colombiana de Desarrollo Baja en Carbono
- **FCR** Feed Conversion Ratio
- **FNP** Fondo Nacional de la Porcicultura
- **FNCE** Fuentes No Convencionales De Energía
- **GEI** Gases de Efecto Invernadero
- **ICA** Instituto Colombiano Agropecuario
- **IDEAM** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
- **IPCC** Panel Intergubernamental de Cambio Climático
- **Minambiente** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- **MADR** Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
- **MDL** Mecanismos de Desarrollo Limpio
- **N** Nitrógeno
- **NDC** Contribución Nacionalmente Determinada
- **N²O** Óxido Nitroso
- **NH³** Amoniac
- **PIGCC** Plan Integral de Gestión del Cambio Climático
- **SV** Sólidos volátiles
- **UNAL** Universidad Nacional de Colombia
- **ZCIT** Zona de Convergencia Intertropical

| Presentación

Para el programa de sostenibilidad ambiental y responsabilidad empresarial, del área técnica de Porkcolombia – FNP, es grato presentar este documento titulado “GUÍA DE CAMBIO CLIMÁTICO Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL SECTOR PORCÍCOLA”, en la cual se abordan temas relacionados con el cambio y la variabilidad climática y su relación con la porcicultura nacional, haciendo énfasis en las alternativas y condiciones para la adaptación y/o mitigación para el sector.

El propósito de la guía es constituir un documento de consulta para los interesados en las temáticas del cambio y la variabilidad climática asociadas con las actividades porcícolas del país, tanto desde el punto de vista conceptual, como de los impactos y las causas que puedan atribuirse al sector, y resaltando el potencial de la porcicultura para adaptarse y contribuir con la mitigación del fenómeno.

La Guía de Cambio climático y variabilidad climática en el Sector Porcícola fue desarrollada en el marco

de un esfuerzo conjunto entre Porkcolombia-FNP, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Minambiente, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural MADR, Fondo Acción, el IDEAM y con el acompañamiento de las Corporaciones Autónomas Regionales CVS, CVC, Carder, Cortolima y Corpocaldas, y el apoyo del proyecto “Moviendo la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono hacia la acción” implementada por Fondo Acción, como parte de la Iniciativa Internacional del Clima IKI, del Ministerio de Medio Ambiente, Conservación de la naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania.

Porkcolombia-FNP agradece expresamente al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) por su apoyo en la generación y revisión de los contenidos y a las demás instituciones por el apoyo técnico prestado y toda su colaboración durante la estructuración y consolidación de este documento.

Introducción

El sector porcícola es cada vez más consciente de la importancia de una producción de carne de cerdo responsable con el medio ambiente y sostenible, y por su parte, Porkcolombia - FNP, mantiene su compromiso de promover acciones para mitigar el cambio climático y generar propuestas para la sostenibilidad del sector porcícola colombiano. Este documento constituye uno de los esfuerzos del gremio porcicultor, por difundir conocimientos y experiencias, que fortalezcan la capacidad sectorial, para adaptarse y mitigar el cambio climático.

La Guía de Cambio climático y variabilidad climática en el Sector Porcícola tiene como objetivo presentar el marco de referencia necesario para entender y priorizar actividades de adaptación y mitigación del cambio climático que contribuyan con la resiliencia y sostenibilidad del sector.

Este documento busca sintetizar la información disponible sobre las interacciones entre el cambio climático y la porcicultura del país, con el fin de

consolidar una fuente de referencia sectorial, para el desarrollo de proyectos e iniciativas relacionadas con la producción porcícola en el contexto del cambio climático y la variabilidad climática.

La guía permitirá socializar información técnica relacionada con la adaptación y mitigación del cambio climático en el sector, proveniente de los proyectos e iniciativas promovidas por Porkcolombia-FNP y demás instituciones, así como información relacionada con nuevos conceptos y técnicas emergentes asociadas con el objetivo de la guía y describe las acciones de gestión del cambio climático que viene promoviendo el Minambiente y sus aliados relacionadas con actividades del sector porcícola.

La guía sintetiza cifras e indicadores para dimensionar los principales impactos del cambio climático y la variabilidad climática en el sector, así como su aporte al cambio climático, teniendo en cuenta datos actualizados de las emisiones

de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y huella de carbono de la producción de carne de cerdo colombiana. Se presentarán experiencias sobre reducción de emisiones, aporte en la captura de carbono y contribución con los compromisos nacionales de reducción desde el sector porcícola, con sus respectivos beneficios y características.

Este documento está dirigido a un amplio grupo de actores, tanto técnicos como profesionales del sector agropecuario, administradores de granjas porcícolas, estudiantes, profesionales e investigadores ambientales, así como funcionarios de entidades públicas y privadas interesados en la incidencia y relaciones entre el cambio climático y la variabilidad climática, y la producción porcícola del país.

El marco conceptual y las acciones de mitigación y adaptación priorizadas en la guía, deben ser la base para el desarrollo de futuras cartillas y material didáctico, que será diseñado para que los

productores y sus colaboradores en las granjas, comprendan e implementen las medidas de mitigación y adaptación que mejor se ajusten a sus capacidades y entornos productivos.

La guía pretende presentar información actualizada, por lo tanto, será revisada y ajustada según criterios técnicos y consideraciones del sector en función de nuevos conocimientos y tecnologías, así como de la generación de nueva información y evaluaciones sectoriales, relacionadas con la evolución y avances logrados en los procesos de mitigación y adaptación frente al cambio climático y la variabilidad climática del sector agropecuario, de la porcicultura nacional o internacional.

1

El cambio climático y la variabilidad climática en el contexto colombiano



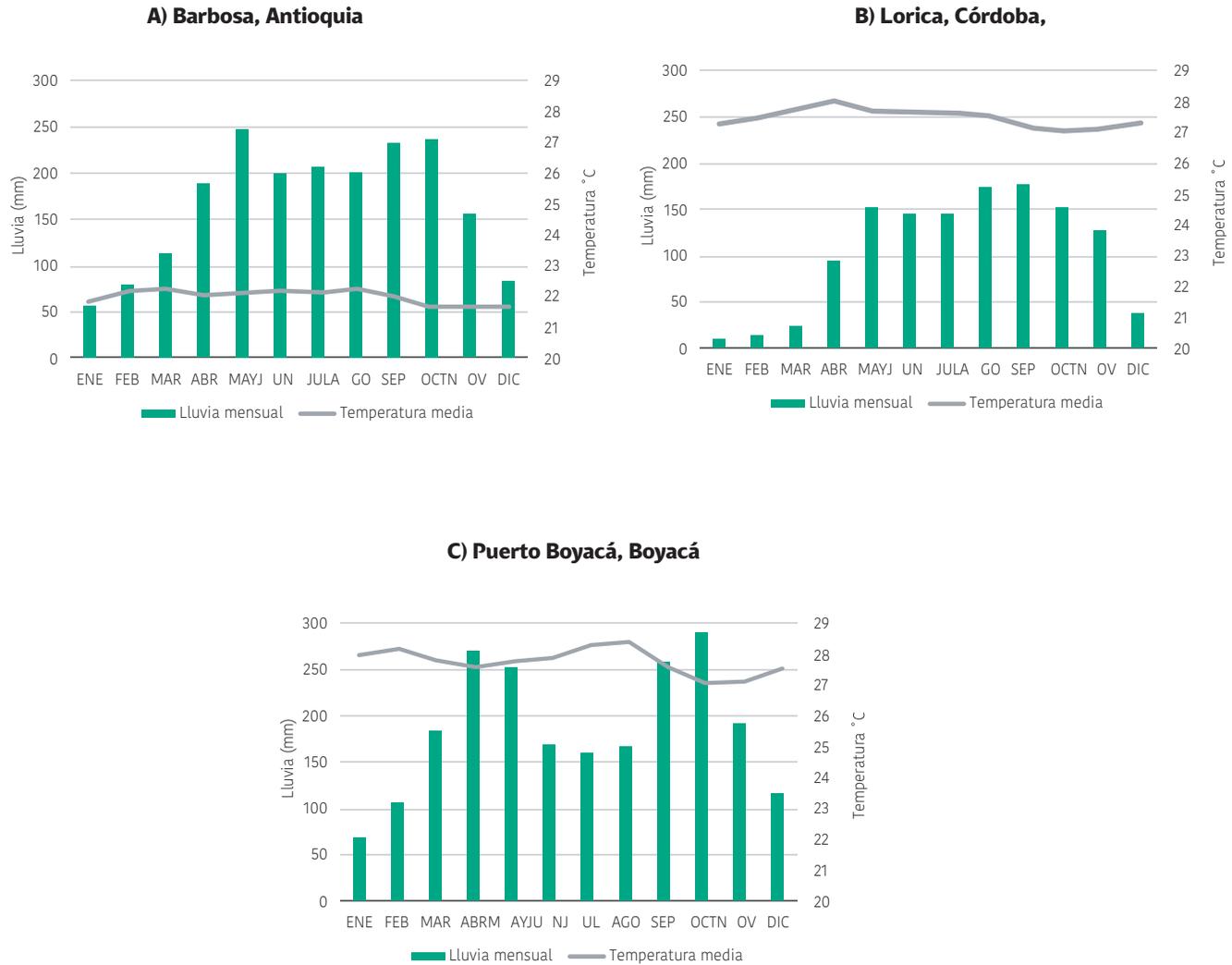
Generalidades

El clima se refiere a las condiciones atmosféricas predominantes en un lugar o una región. Estas condiciones generalmente se cuantifican en términos de los promedios mensuales de temperatura y las lluvias, a escalas anuales y/o mensuales.

El clima en Colombia está determinado por su ubicación geográfica, en la franja ecuatorial del planeta, donde incide alta radiación solar y las temperaturas son altas a lo largo del año. Esta es el área de influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), factor determinante en la distribución de las lluvias y la nubosidad en el país (IDEAM - UNAL, 2018).

Los movimientos de sur a norte y viceversa de la ZCIT, determinan los periodos lluviosos y secos en el país. En la mayor parte de la región Andina y sur de la Caribe, se presentan dos periodos lluviosos a lo largo del año, intercalados por dos períodos de menores lluvias. Este patrón de comportamiento se conoce como patrón bimodal. En las regiones Caribe, Orinoquia y Amazonía, se presenta un solo periodo de lluvias y un periodo seco cada año, comportamiento conocido como patrón monomodal (Figura 1). Estos ciclos de variabilidad se conocen como Variabilidad Climática Estacional o Intra-anual.

Figura 1. Promedios mensuales de lluvias y temperaturas medias en los municipios: a) Barbosa, Antioquia, b) Lórica, Córdoba, y c) Puerto Boyacá, Boyacá.



Fuente: Elaboración propia con base en promedios climatológicos 1981-2010 del IDEAM.

En la figura 1 se observa la distribución de las lluvias y la temperatura media en tres municipios con producción porcícola en Colombia. En Barbosa, Antioquia, las lluvias de carácter bimodal, alcanzan los 2000 mm año y la temperatura media es del orden de 22°C, mientras en Puerto Boyacá, Boyacá, las lluvias también son bimodales, pero con un periodo seco más marcado a mitad de año, superando los 2100 mm anuales y la temperatura media es del orden de los 28°C. Finalmente en Lórica, Córdoba, las lluvias monomodales con un promedio cercano a los 1250 mm y la temperatura media del aire es del orden de 27.5°C.

Variabilidad de las lluvias

No todas las temporadas de lluvias, ni temporadas secas, son iguales. Por el contrario, se presentan variaciones Intra-estacionales, que determinan la intensidad y frecuencia de eventos consecutivos de lluvias, o la ocurrencia y duración de periodos secos durante una temporada de lluvias o durante un periodo seco.

Se presentan también variaciones de año a año en la duración e intensidad de las temporadas de lluvias y periodos secos. Esta variabilidad climática, llamada interanual, está principalmente atribuida a los fenómenos El Niño y La Niña. Cuando se presenta El Niño, tienden a presentarse deficiencias de lluvias en las regiones Andina, Caribe, norte de la región Pacífica, Orinoquia y Amazonia, con excepción de los piedemontes llanero y amazónico, donde se presentan excesos de lluvias. Durante La

Niña, son comunes las lluvias excesivas en buena parte del país, con excepción de los piedemontes (IDEAM - UNAL, 2018).

Durante el fenómeno el Niño, las deficiencias de lluvias y escasa nubosidad, conducen a altos niveles de radiación solar, temperaturas por encima del promedio y bajos niveles de humedad atmosférica. Por el contrario, durante el fenómeno La Niña, el incremento de las lluvias y la nubosidad, reduce los niveles de radiación incidente, así como la temperatura y aumenta la humedad del aire.

En Colombia, las áreas más lluviosas están en la Región Pacífica, el Piedemonte Amazónico y el Llanero, donde el promedio de precipitación supera los 4000 mm por año, llegando incluso a los 10000 mm en algunas zonas del Cauca y

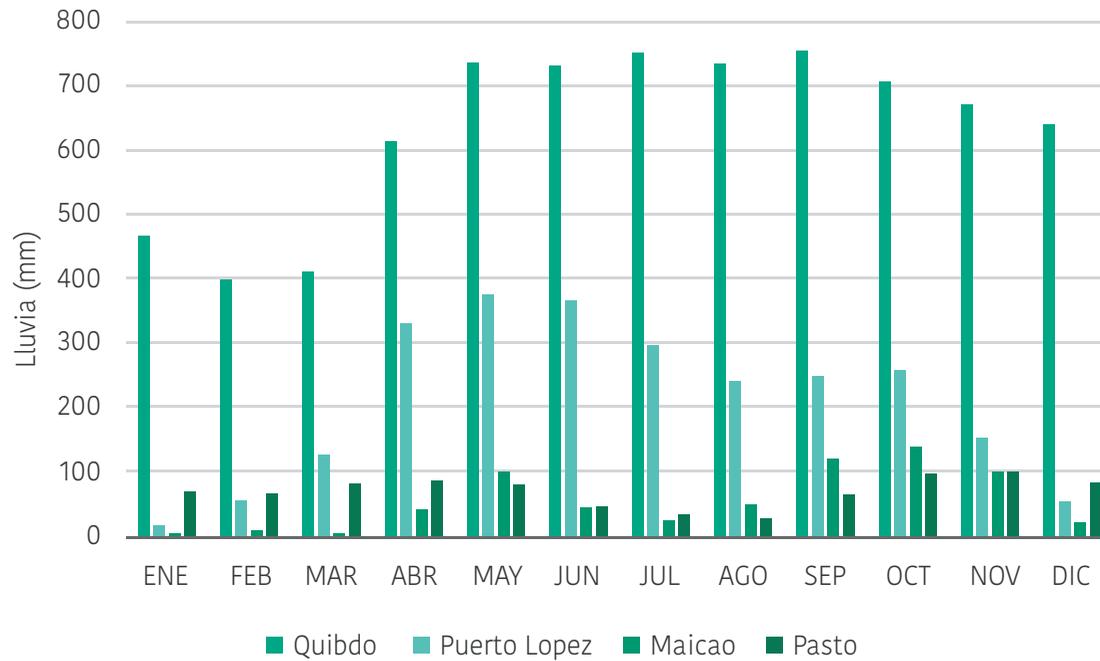
Ilustración 1. “Periodos de lluvias y periodos secos en granjas porcícolas”

Chocó. Las áreas más secas del país están en la Guajira y algunos sectores en los valles interandinos, donde la precipitación anual es menor a 500 mm.

En los altiplanos Cundiboyacense, Nariñense y otras áreas de la región Andina, las lluvias anuales están en el rango de 500 a 1000 mm anuales. La Figura 2 muestra los promedios mensuales de lluvias en los municipios con mayor producción porcícola en los departamentos de Chocó, Meta, La Guajira y Nariño según el censo porcícola de 2019 (ICA, 2019). Se puede observar las grandes diferencias en los acumulados anuales de lluvias, así como en la distribución de las lluvias en los diferentes meses del año. Se aclara que si bien, Chocó y Guajira no son ejemplos de producción porcícola tecnificada, sí cuentan con inventario porcino y con aptitud para el desarrollo de la porcicultura.



Figura 2. Promedios mensuales de lluvias en Quibdó, Puerto López, Maicao y Pasto



Fuente: Elaboración propia con base en promedios climatológicos 1981-2010 del IDEAM.

El comportamiento de las lluvias determina el comportamiento de los ríos, de tal forma, que el Amazonas y el Orinoco presentan regímenes hidrológicos monomodales, mientras que, en las regiones Caribe, Magdalena, Cauca y Pacífico, las tendencias son bimodales (IDEAM, 2019), resaltando que los periodos de estiaje, o caudal mínimo, para la mayoría de las áreas del país ocurren en los primeros meses del año.

Se resalta que durante los periodos más lluviosos o secos, durante los fenómenos como La Niña o el Niño, respectivamente, los niveles de los algunos ríos pueden alcanzar niveles históricamente altos, aumentando el riesgo de desbordamientos, o bajos, con el riesgo de desabastecimiento de agua y generado restricciones hídricas.

3 | Variabilidad de la temperatura en Colombia

La temperatura del aire en Colombia es relativamente estable a lo largo del año, sin embargo, se presentan amplias diferencias entre la temperatura máxima de los días y la mínima de noches. Esta diferencia se conoce como amplitud térmica, y tiende a ser mayor en áreas montañosas que en las zonas bajas.

Las variaciones altitudinales de la temperatura del aire dan lugar a los pisos térmicos. Cerca del 70% del territorio del país, en la región Caribe, Orinoquia, Amazonía, Pacífica y valles interandinos, corresponde a áreas bajas, con climas cálidos, donde la temperatura media es superior a los 24°C. En la región Andina, la temperatura media disminuye con la altitud, y en los altiplanos puede ser del orden de los 14°C.

Cambios en las condiciones climáticas del país a largo plazo han sido identificados, por ejemplo, mediante los análisis de las tendencias climáticas de los últimos años, sintetizados por el IDEAM (2017). Estos análisis han mostrado que, durante la segunda mitad del siglo XX, la temperatura media del aire viene aumentando entre 0,1 y 0,2°C por decenio, mientras la temperatura máxima ha aumentado cerca de 0,6°C.

Ilustración 2. Alta temperatura del aire en granjas porcícolas





Tendencias Climáticas en Colombia

La precipitación viene aumentando hasta en un 6% por decenio en áreas ya muy lluviosas, como el piedemonte de la cordillera Oriental y en el sector centro-norte de la región Pacífica. Mientras se han registrado disminuciones del orden del 4% por decenio en sectores de la región Andina, como en los valles de los ríos Magdalena y Cauca, y en la región Caribe. Estudios complementarios han mostrado que las lluvias intensas están aumentando en amplios sectores de la región Caribe, Orinoquía, norte de la región Andina, y norte y centro del Pacífico (Mayorga R., 2011), así como la ocurrencia de olas de calor, y aumentos significativos en la ocurrencia de períodos secos.

Estos cambios en las condiciones climáticas, así como las reducciones en el área de los glaciares de montaña, que han llevado a la desaparición de 8 glaciares en los últimos 80 años, y las tendencias de incremento de cerca de 3 a 5 mm por año, en el nivel medio del mar, son la expresión más contundente del calentamiento global y del cambio climático. Se debe resaltar que el calentamiento del planeta y el consecuente cambio climático son atribuibles a los cambios en la composición atmosférica debidos a las emisiones de gases de efecto invernadero producto de las actividades humanas.

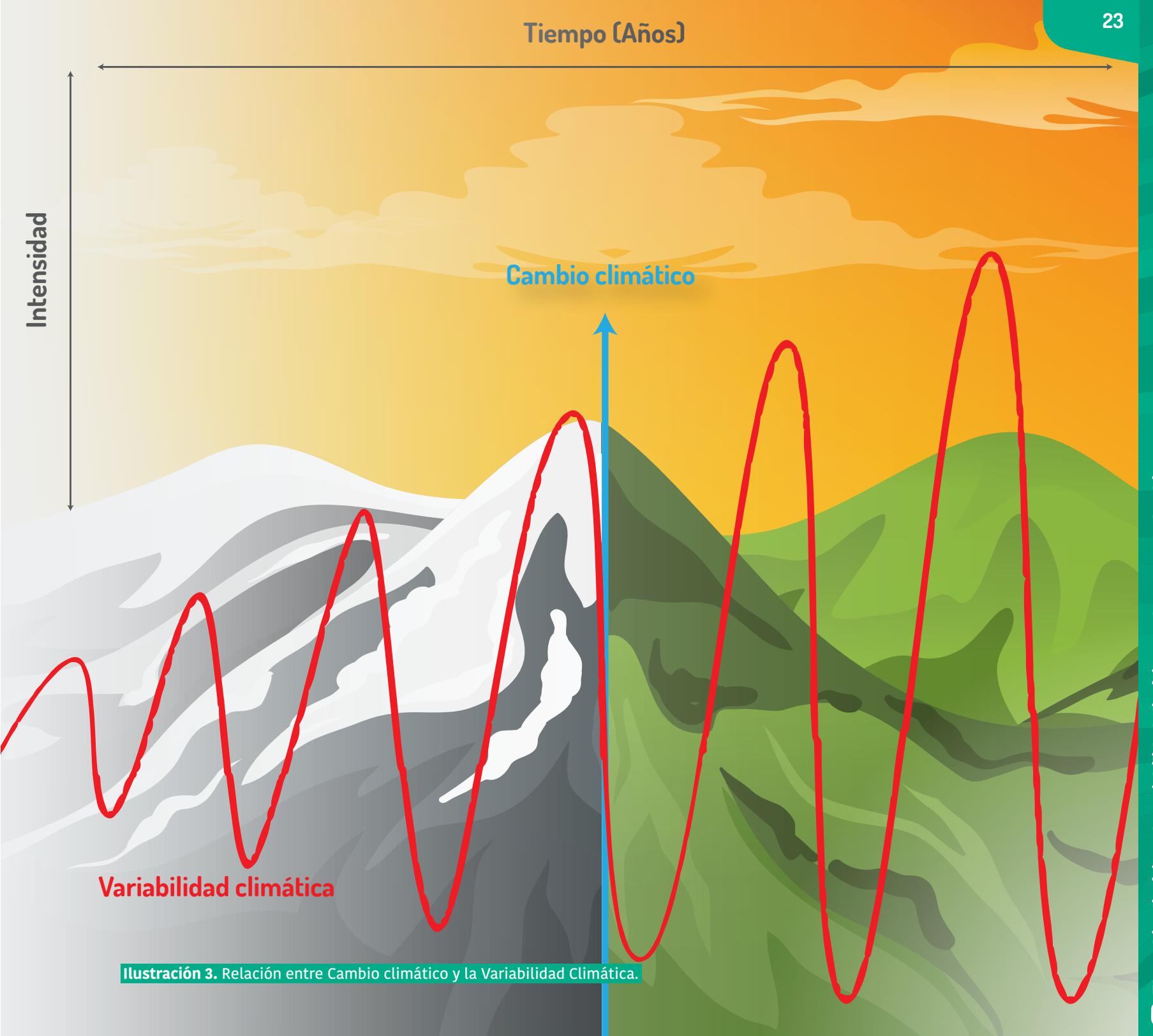


Ilustración 3. Relación entre Cambio climático y la Variabilidad Climática.

Según el (IDEAM , 2017), el clima sobre el territorio colombiano se iría haciendo más cálido, con aumentos del orden de 1.6°C para mitad del siglo, y de 2.1°C para el año 2100, con los mayores aumentos en las áreas bajas de climas cálidos. Respecto de los cambios de las lluvias, para mitad de siglo se esperan reducciones de entre el 10% y el 40%, principalmente en las regiones Caribe y Amazonia, y aumentos de entre el 10% y 30% en algunas áreas del sur de la región Andina, principalmente en el Eje Cafetero, Tolima, norte del Cauca, y algunas áreas de los Altiplanos Cundiboyacense y centro occidente de Antioquia. Adicional a estos aumentos, se presume el incremento de la intensidad y frecuencias de eventos climáticos extremos como las lluvias fuertes, olas de calor, heladas y sequías.

El cambio climático y la variabilidad climática son fenómenos con causas independientes, sin embargo, sus impactos pueden sobreponerse, por lo que además del calentamiento progresivo, durante eventos El Niño pueden presentarse fuertes anomalías de temperaturas del aire, que acompañadas de las deficiencias de lluvias pueden acentuar los impactos negativos. Por ejemplo, durante el último evento de El Niño de 2015-2016 se presentaron deficiencias de lluvias más intensas que en eventos de El Niño anteriores, así como registros históricos de temperatura máxima, sequías e incendios de cobertura vegetal, y los niveles de los ríos más bajos históricamente registrados en las regiones Andina y Caribe (UNGRD, 2016).

Se debe aclarar que, si bien se presume que el cambio climático podría aumentar la intensidad y frecuencia de fenómenos como El Niño y La

Niña, aún no hay certeza sobre si la intensidad o frecuencia de estos eventos cambiará en las próximas décadas (CLIVAR, 2020). Sin embargo, han sido evidentes los impactos de fenómenos como El Niño y La Niña de los últimos años en los diferentes sectores socioeconómicos del país. Por ejemplo, durante El Niño 1997-1998 se presentaron sequías y aumentos de temperatura que afectaron el desarrollo fisiológico de cultivos de café, maíz, yuca, arroz, plátano, papa, ñame, sorgo, algodón y frijol, así como el incremento de plagas en cultivos y enfermedades en ganados. El costo total de los daños en la agricultura, fue estimado en 101 millones de dólares y los departamentos más afectados fueron Atlántico, Bolívar, Boyacá, Córdoba, Cesar, Guajira, Huila, Magdalena, Nariño, Norte de Santander, Santander, Sucre, y Tolima (CAF, 2000).

Durante La Niña de 2010-2012, las inundaciones ocasionaron el desplazamiento de cerca de 600.000 animales, principalmente en los departamentos de la Costa Atlántica, la afectación de más de 71.000 hectáreas de cultivos transitorios, principalmente algodón, arroz, hortalizas, maíz y soya, y la afectación de aproximadamente 61.500 hectáreas de cultivos permanentes como café, caña, frutales y plátano (BID y CEPAL). El daño estimado alcanzó 11,2 billones de pesos en el país. El sector agropecuario fue el más afectado, con pérdidas equivalentes a 759.893 millones de pesos.

La Gestión del cambio climático en Colombia

Colombia ha mantenido una posición consistente frente a la gestión del cambio climático. Esta posición es palpable en los diferentes compromisos que el país ha adquirido en materia de reducción de las emisiones de GEI y en las acciones de gestión del cambio climático en los últimos 30 años.

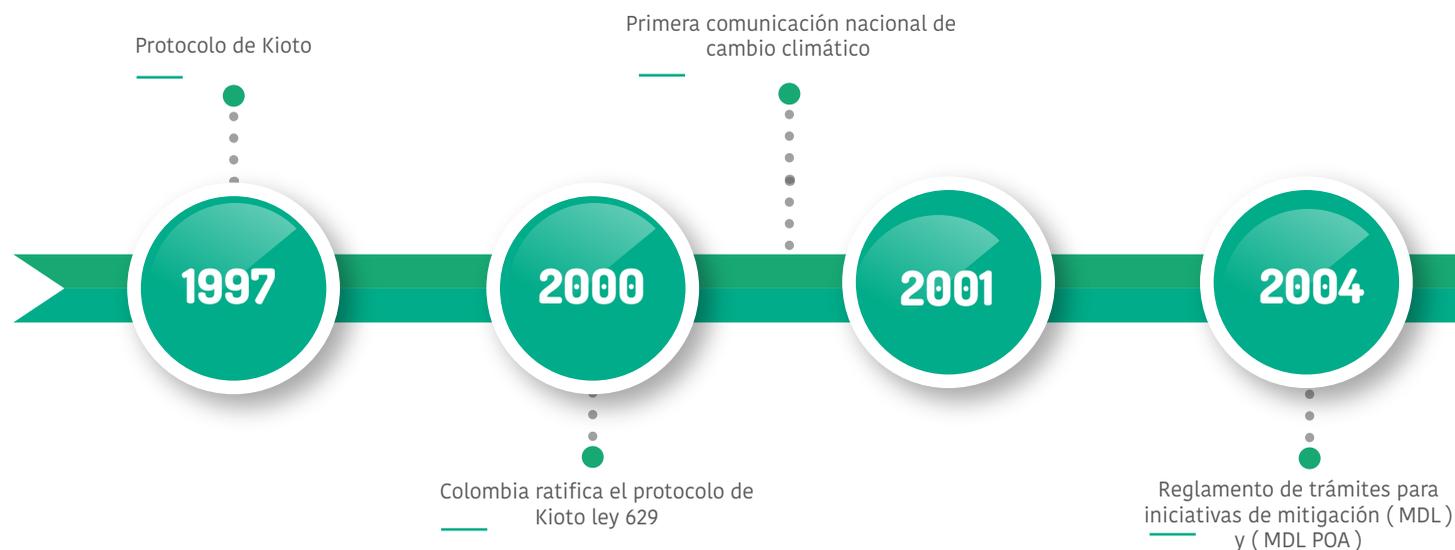
En la década del 90, se despertó la conciencia de los países y los ciudadanos por los temas ambientales, e inició el camino para relacionar las actividades del hombre y sus repercusiones ambientales. En la cumbre de la tierra en Río de Janeiro de 1992, se creó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el primer hito en la acción climática de escala mundial, ratificado en Colombia mediante la Ley 164 de 1994, que direccionó al país hacia la implementación de acciones y toma de decisiones encaminadas a mitigar los efectos del cambio climático, reducción de emisiones de GEI, y sentar las bases para estructurar la gestión del cambio climático en el país.

En 1995 se llevó a cabo la Primera Conferencia de las Partes (COP), de la que Colombia es miembro, y donde se definieron los protocolos que reglamentaron la convención. Para 1997 se firmó el protocolo de Kioto, y con este, el compromiso

mundial de reducir en un 5% las emisiones de GEI con base en las mediciones de la época. Kioto marcó el inicio del mercado del carbono, del comercio de las reducciones de emisiones de GEI. Estos sucesos generaron la creación de la Coordinación de Cambio Climático del Minambiente, designada como responsable de la temática del cambio climático y los nacientes compromisos Nacionales. Estos cambios y compromisos motivaron a que Colombia ratificara el Protocolo de Kioto en el año 2000 por medio de la Ley 629 y que más tarde, en el año 2001, se emitiera la primera comunicación de Cambio Climático (IDEAM, 2001), producto del trabajo mancomunado entre el entonces Ministerio del Medio Ambiente y el Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales (IDEAM).

La primera década del siglo XXI estuvo marcada por la construcción institucional y de normativas para la gestión del cambio climático, como la definición de los Consejos Nacionales de Política Económica y Social (CONPES) 3242 para la “Estrategia institucional para la venta de servicios ambientales de mitigación de Cambio Climático” del año 2002 y el CONPES 3700 del año 2011 para determinar la “Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático

Figura 3. Hitos de la gestión del cambio climático en Colombia

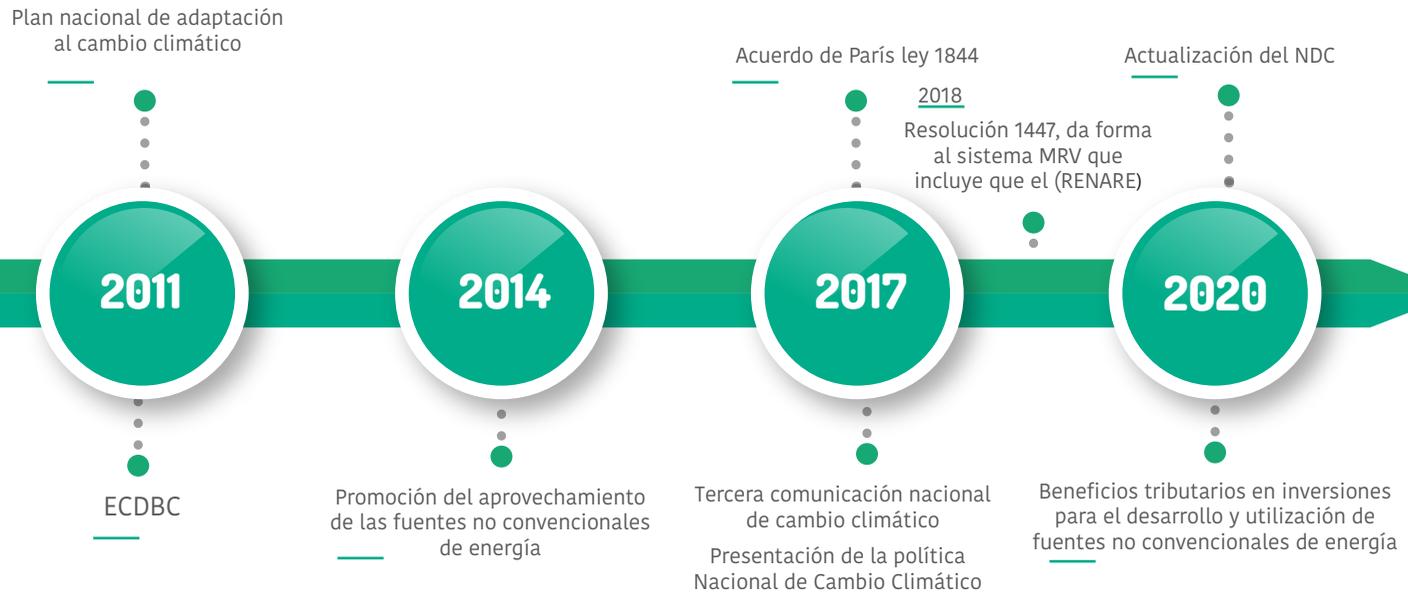


en Colombia” (DNP, 2011). Paralelamente en el año 2004 se reglamentaron los trámites para las iniciativas de mitigación del tipo Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) y Programas de actividades bajo el mecanismo de desarrollo limpio (MDL-PoA), derivados del protocolo de Kioto, el cual cobró una importancia en la gestión climática mundial desde el año 2005 cuando inició el primer periodo de compromiso. En este mismo periodo fue creado el grupo de Mitigación al interior del Minambiente.

En 2011 se formuló el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático formulado, con el objetivo reducir el riesgo y los impactos socio-económicos y ecosistémicos asociados a la variabilidad y al cambio climático en Colombia, y en 2012 la

Estrategia Colombiana de Desarrollo Baja en carbono (ECDBC), con el objeto de “...establecer un pilar de crecimiento económico que promueva la competitividad, el uso eficiente de los recursos, la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías...”.

Más recientemente, la gestión del cambio climático ha girado en torno a la creación de instrumentos normativos que permitan la consecución de las metas adquiridas por Colombia en los acuerdos de los cuales el país es dignatario. La reducción inicial del 20% de las emisiones para el año 2030, recientemente actualizada hasta el 51% para este mismo año (Minambiente, 2020), que se deriva de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) fijada en el acuerdo de París, celebrado en el año



2015 y ratificado por Colombia en el año 2017 a través de la Ley 1844 de 2017, ha requerido de la construcción de un nuevo aparato institucional capaz de asumir el enorme reto de la gestión del cambio climático. En el año 2016 se definió la estructura institucional del Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA) por medio del Decreto 298 de 2016 “Por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático y se dictaron otras disposiciones”.

En el marco institucional definido, y tomando en consideración las metas fijadas por la NDC, se ha estructurado una serie de acciones como lo son los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático del orden sectorial y territorial, en donde se hace

corresponsables a los territorios y las diferentes carteras en lo concerniente a la toma de acciones y decisiones encaminadas a reducir las emisiones de GEI del País (Minambiente, 2017). Como componente fundamental de las herramientas de gestión del cambio climático, es pertinente mencionar el impuesto al carbono, el cual es creado a partir del Decreto 1625 de 2016 y posterior creación del mecanismo de no causación del impuesto, consignado en el decreto 926 de 2017, en el cual se dictan los lineamientos para la compensación de las emisiones generadas a partir del combustible fósil por reducciones o remociones de GEI verificadas. Los anteriores tipos de mecanismos han puesto en evidencia la necesidad de estructurar un sistema capaz de gestionar la información pertinente

Figura 4. Sistema Nacional de Cambio Climático - SISCLIMA

GOBIERNO NACIONAL HA APROBADO EL DECRETO DEL SISTEMA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO, SISCLIMA

EL SISCLIMA

Está conformado por la entidad estatales, privadas y sin ánimo de lucro para coordinar y articular las acciones y medidas de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) y que a su vez nos ayudará a adaptarnos al cambio climático.



MINAMBIENTE

a las emisiones y las reducciones o remociones de emisiones, razón por la cual las acciones de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) se enmarcan en la Resolución 1447 de 2018, con la cual se da forma al sistema MRV del país que incluye el Registro Nacional de reducciones de emisiones (RENARE), el sistema de Contabilidad con el cual se lleva cuenta de los logros en la mitigación y el cumplimiento de las metas nacionales en materia de cambio climático. Por su parte, la Política Nacional de Cambio Climático, comunicada en el año 2017, plantea la necesidad de líneas instrumentales y de implementación para materializar la acción climática del país”

De manera complementaria, las acciones del país en materia de adaptación se han venido adelantando principalmente como resultado de los logros del acuerdo de París, donde se hace evidente la necesidad de incrementar la capacidad de adaptarse al cambio climático. En el artículo 170 de la Ley 1753 de 2015 se dispuso la necesidad de formular e implementar planes de acción sectoriales de adaptación, a partir de las sinergias entre adaptación y mitigación, la adaptación Basada en Socio-Ecosistemas (AbE), la articulación de la adaptación al cambio climático y gestión de riesgos; la adaptación de infraestructura básica y sectores de la economía; la incorporación de consideraciones de adaptación y resiliencia en la planificación sectorial, territorial y del desarrollo; el fortalecimiento de las capacidades institucionales; la promoción de la educación en cambio climático y la consolidación de territorios de paz con consideraciones de cambio climático.

La Ley 1931 de 2018, donde se establecieron las “Directrices para la Gestión del Cambio Climático” es la de mayor trascendencia en la gestión del Cambio Climático en Colombia, no sólo desde la perspectiva de la institucionalidad sino desde los roles y responsabilidades de los actores que gestionan directa o indirectamente el cambio climático. En la ley se dan consideraciones específicas al Sistema Nacional de Cambio Climático, los instrumentos con los cuales cuentan las instituciones vinculadas al SISCLIMA, y se definen instrumentos de planeación y gestión a nivel de los sectores y territorios. Así mismo, se crea el Sistema Nacional de Información del Cambio Climático (SNICC), que procura articular los diferentes sistemas y subsistemas de información (tales como Sistema Nacional de Información Forestal -SNIF-, el Inventario Forestal Nacional -IFN-, y el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono SMBYC) que hacen parte del Sistema Nacional de Información Ambiental (SIAC).

Colombia ha tomado acciones para hacer frente a la crisis climática, no solo desde las perspectivas institucional y normativa, sino desde la gestión misma. Se ha transmitido un importante mensaje a la sociedad colombiana: *El compromiso de la gestión del Cambio Climático debe ser asumido por todos, tanto los sectores, como los territorios, como las instituciones y los ciudadanos.* Las emisiones del estado colombiano han sido ampliamente rastreadas durante las últimas dos décadas y consignadas en los inventarios de gases de efecto invernadero (INGEI) incluidos en las tres comunicaciones nacionales de cambio climático.



Vulnerabilidad, riesgo y adaptación de la agricultura al cambio climático.

En un principio, la relación entre el hombre y la naturaleza era recíproca y armónica. Con el avance de las civilizaciones, su agricultura y ganadería, el ser humano se independizó de la naturaleza y se volvió “necesario convertir los sistemas naturales en agricultura, conquistar y explotar la naturaleza para sostener el crecimiento de las poblaciones, modificar los ecosistemas e identificar enemigos naturales (hierbas malas, insectos y depredadores) que interfieran con la producción agrícola”; se inició un proceso industrial y de crecimiento económico y se consolidó la globalización como modelo en que la naturaleza es vista como un factor de producción, relacionada con el desarrollo económico bajo la cultura del dominio, la explotación y el consumo, construida bajo una relación del ser humano sobre la naturaleza.

Surge entonces la necesidad de entender la relación sociedad - naturaleza, íntimamente relacionadas, porque la una depende de la otra. Los socio-ecosistemas son complejos y adaptativos que hacen referencia a los procesos de acoplamiento e interacción entre los sistemas

sociales (cultura, economía, organización social y política) y ecológicos (naturaleza) en un espacio-tiempo determinado (Álvarez, et al. 2018); Entender a los ecosistemas como parte fundamental del equilibrio natural y al ser humano como individuo constitutivo, promueve la gestión y uso sostenible de los recursos naturales, garantizando la adecuada prestación de los servicios ecosistémicos. Es clave entender que la sociedad no solo funciona como agente de cambio, sino que responde a condiciones ambientales cambiantes (Alzate, 2008).

Los servicios ecosistémicos son percibidos por el humano como un beneficio (de tipo ecológico, cultural o económico) directo o indirecto y que confiere bienestar. Dentro de los servicios culturales como el ecoturismo, la educación ambiental y los valores sagrados; los servicios de regulación y soporte, como la regulación hídrica, el control de la erosión y la regulación climática; y los servicios de abastecimiento como la provisión de agua, alimentos y medicina (Álvarez, et al. 2018). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005), publicada por las Naciones Unidas, menciona que

la prestación y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, es indispensable para la supervivencia de la vida humana en el planeta, algo solo posible si se garantiza la estructura y el funcionamiento de la biodiversidad. Por ejemplo, los servicios de soporte y regulación, no son solo esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas naturales, sino que también, constituyen un importante recurso para la gestión sostenible de los sistemas agropecuarios (FAO, 2008).

Colombia cuenta con un elevado número de ecosistemas que ofrecen una amplia gama de bienes y servicios, muchos de los cuales se relacionan directamente con el clima. De manera indirecta, los ecosistemas cumplen un rol de suma relevancia en la composición y retención de agua en los suelos, en consecuencia, contribuyen a la seguridad alimentaria y a los medios de subsistencia y modos de vida, así como a la prevención de amenazas, principalmente, las asociadas con procesos erosivos como los movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones. El buen estado de los ecosistemas es clave para la resiliencia climática, y su degradación está asociada al aumento de las emisiones de GEI. La restauración y conservación de los ecosistemas y sus servicios son cruciales para aumentar la resiliencia climática, mantener o mejorar la capacidad adaptativa y promover la mitigación de GEI (Álvarez, et al. 2018).

La variabilidad y el cambio climático están relacionados, entre otros, con el cambio en la composición y estructura del paisaje a partir del desarrollo de actividades antropogénicas. Dentro de los eventos climáticos que afectan las diferentes

dimensiones del desarrollo (ecosistemas, población y sectores productivos), se han identificado eventos extremos relacionados con precipitaciones, cambios en temperaturas máximas y mínimas, sequías, inundaciones y cambios en la intensidad de los vientos, entre otros. Estos fenómenos amenazantes cambian las condiciones naturales y ponen en riesgo la productividad y la calidad de vida de las poblaciones (DNP, 2012).

El desarrollo de prácticas no sostenibles de producción, relacionadas con la deforestación, el uso inapropiado de insumos químicos, la contaminación de fuentes hídricas, la degradación de los suelos, entre otras, amenazan la capacidad de la naturaleza para recuperarse, lo que pone en riesgo la seguridad y la soberanía alimentaria, aumenta los costos de producción, afectan la rentabilidad de los sistemas productivos e inciden en el aumento de la pobreza. Es necesario reconocer que el sector agropecuario depende de los recursos naturales como base de su producción, y que su degradación sumada a la variabilidad climática y los eventos climáticos extremos, puede afectar directamente la competitividad, lo que hace necesario entender desde el sector, que la adaptación al cambio climático constituye una estrategia clave para garantizar la competitividad, sostenibilidad y resiliencia del sector.

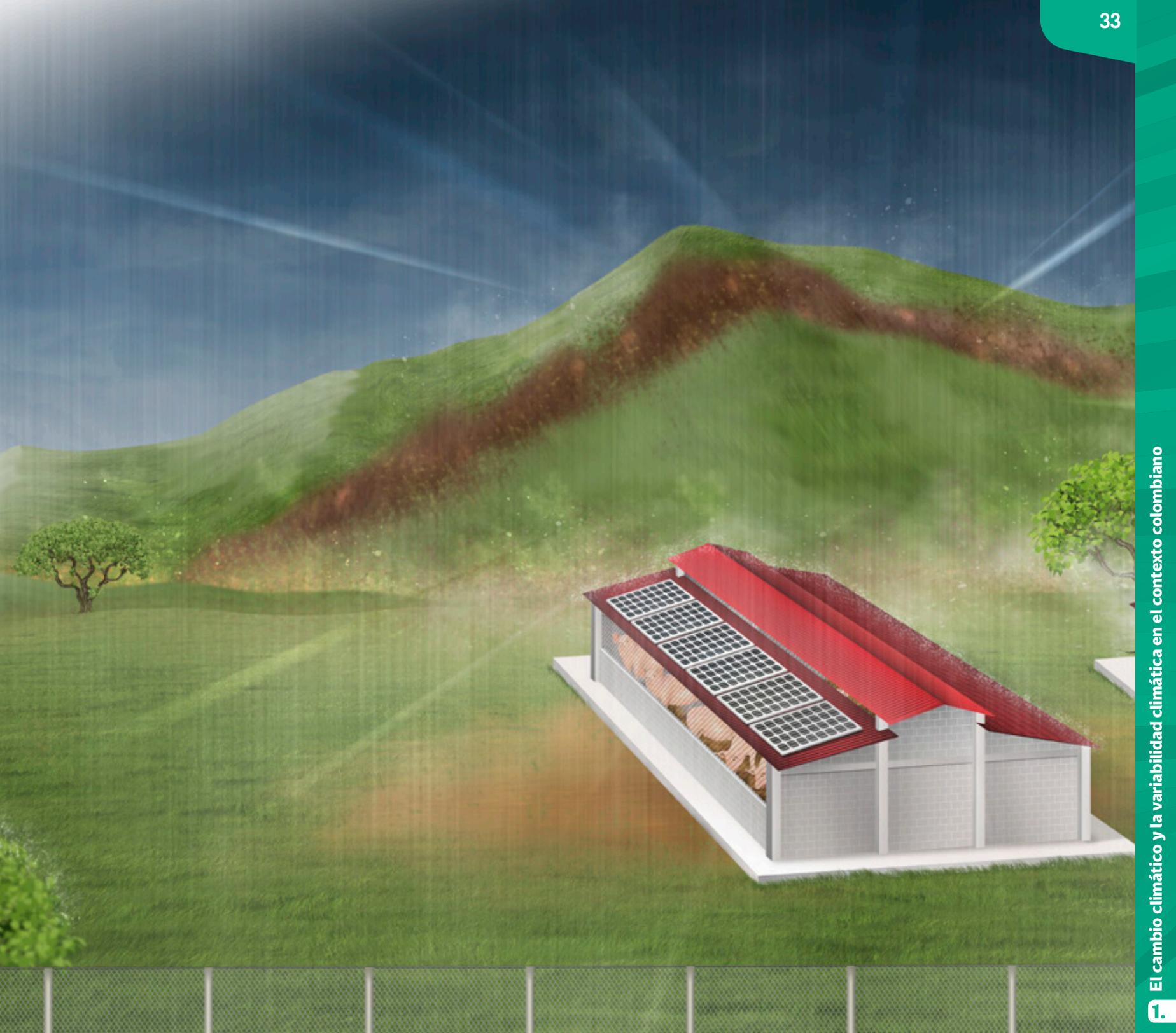
Toda adaptación, además de ser local, participativa y enfocarse en las prioridades de los territorios, debe tener una visión integral, que considere aumentar la capacidad de adaptación de las comunidades para reducir su vulnerabilidad, que garantice la provisión de los servicios ecosistémicos

y que aumente la capacidad de adaptación de las obras de infraestructura, resaltando su importancia para el desarrollo económico (DNP, 2012)

La naturaleza es el medio para transitar hacia un desarrollo sostenible; Las soluciones basadas en la naturaleza (SbN), son un concepto que abarca a las acciones que se apoyan en los ecosistemas y los servicios que estos proveen, para responder a los desafíos de la sociedad como el cambio climático, la seguridad alimentaria o el riesgo de desastres (UICN, 2017), (Raymond, 2017) plantea que este tipo de soluciones “son rentables y simultáneamente proporcionan beneficios ambientales, sociales y económicos, aportando a la construcción de resiliencia y a la recuperación de la misma naturaleza”. La figura 5 presenta un ejemplo de este tipo de soluciones.



Ilustración 4. Granjas porcícolas en riesgo por exceso de lluvias



INFRAESTRUCTURA NATURAL PARA LA GESTIÓN DEL AGUA

INVIRTIENDO EN ECOSISTEMAS PARA MÚLTIPLES PROPÓSITOS



La infraestructura natural y seminatural provee importantes servicios para la gestión del agua equiparable con los beneficios de la infraestructura convencional (gris). La composición, estructura y funcionamiento de los ecosistemas o infraestructura natural en las cuencas, así como las formas en que interactúan con la infraestructura gris determinando la calidad de los servicios y coservicios restantes.

soluciones combinadas que tienen elementos construidos interactuando con elementos naturales y potencian los servicios de ecosistemas hídricos relacionados

- 1 Conservación de fuentes hídricas y ecosistemas reguladores (I.E. Áreas protegidas).
- 2 Creación de derivaciones naturales para reducir inundaciones río abajo.
- 3 Cultivar en terrazas para reducir la erosión y aumentar infiltración en laderas a bajo.
- 4 Zonas de amortiguamiento repatrio para mantener la calidad del agua y reducir la erosión.
- 5 Conservación y restauración de humedales.
- 6 Protección y recuperación de manglares, estuarios y playas.
- 7 Protección y restauración de arrecifes coralinos para la protección costera y habitad
- 8 * Cosecha de agua.
- 9 Depuración de agua residuales y amortiguamiento de inundaciones (humedales residuales).
- 10 Espacios verdes en zonas verdes para mejorar la infiltración y bio-retención.
- 11 Mejorar la infiltración y escorrentía urbana a través de superficies permeables .
- 12 Techos verdes para capturar agua lluvia
- 13 Reconectar los ríos a llanuras de inundación y acuíferos.
- 14 Restauración de paisajes para reducir el impacto de inundaciones, estabilizar pendientes y asegurar agua limpia título.

Figura 5. Infraestructura Natural para la Gestión del Agua

Fuente: Tomado de (IUCN, 2020)

Dentro de los enfoques de las SbN, está la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) que constituye una oportunidad para generar alternativas y estrategias integrales, que incluyen el manejo sostenible, la conservación y la restauración de ecosistemas, enfocada en aumentar la capacidad adaptativa de las comunidades ante la variabilidad y el cambio climático. La AbE se fundamenta en las prioridades de adaptación a partir del análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgos. Vincula información y conocimiento científico con saber local y ancestral a partir de acciones relacionadas con el manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales con enfoque comunitario, el manejo del paisaje, la ampliación de corredores biológicos y la declaratoria de áreas protegidas, y sin desconocer la visión integral del socio ecosistema, generando alternativas orientadas al buen vivir y al desarrollo sostenible (Álvarez, et al. 2018).

La Guía de AbE (2018) menciona medidas directas y complementarias, entendiendo estas últimas como las acciones que indirectamente contribuyen a la conservación y manejo sostenible de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Algunas medidas se relacionan con la restauración, reforestación, rehabilitación, enriquecimiento y regeneración de humedales, caños, rondas hídricas y suelos degradados; la producción de abonos orgánicos; la recolección y aprovechamiento de aguas lluvias; la implementación de sistemas agroforestales, silvopastoriles y el aprovechamiento forestal; el uso de leguminosas para disminución del uso de fertilizantes nitrogenados; el uso de variedades resilientes a fenómenos hidrometeorológicos; la implementación de huertas familiares y comunitarias, así como la

implementación de invernaderos; el uso de alertas tempranas agroclimáticas y el desarrollo de viviendas con manejo y aprovechamiento eficiente de recursos como energía y agua.

Las medidas mencionadas requieren de programas de capacitación, asistencia técnica y/o extensión rural, así como de sensibilización hacia el cuidado ecosistémico, a partir del diálogo e intercambio de saberes para la formulación e implementación de acciones bajo el enfoque de AbE.

En definitiva, la AbE trae beneficios que favorecen el aumento de resiliencia territorial, desde el fomento de alternativas económicas mixtas y diversificadas a partir de los bienes y servicios ecosistémicos y las necesidades de las comunidades y el territorio. Motiva la participación comunitaria y fomenta la toma de decisiones informadas e incluyentes, que permiten la construcción conjunta, el fortalecimiento de resiliencia social, la transparencia y la confianza institucional.

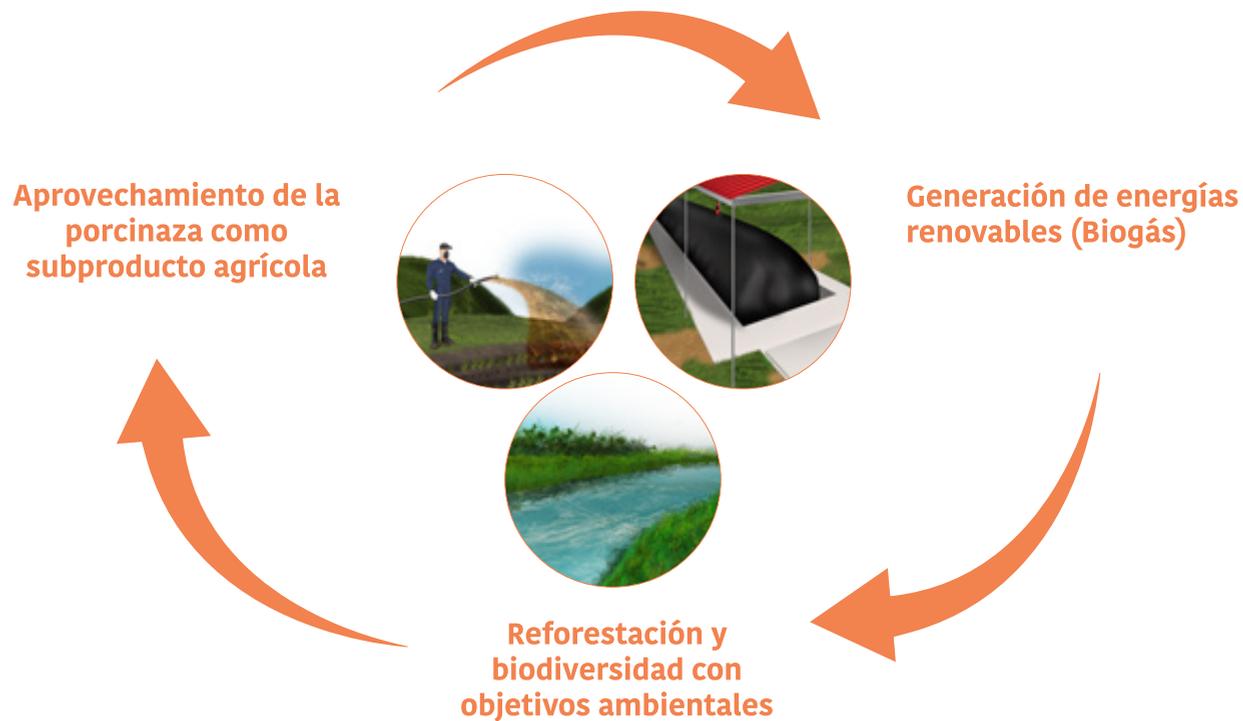
Impulsar el manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, mejora la salud del suelo, reduce las pérdidas de cultivos, aumenta la biodiversidad, fortalece la seguridad alimentaria, aumenta la capacidad adaptativa frente a los riesgos por inundaciones, sequías y/o deslizamientos, entre otros beneficios. Sumado a lo anterior, este enfoque presenta cobeneficios relacionados con la reducción de las emisiones de GEI y la fijación de carbono, constituyéndose como una herramienta complementaria a los esfuerzos globales y nacionales de mitigación.

2

Pilares de la sostenibilidad para el sector porcícola en Colombia

Porkcolombia - FNP promueve la sostenibilidad del sector porcícola en Colombia, en torno a tres pilares fundamentales que buscan el desarrollo del sector, aprovechando eficientemente los subproductos, mientras se preservan los agro ecosistemas. Los pilares enmarcan acciones de mitigación del cambio climático, mediante la reducción de emisiones de GEI y la captura de carbono, que a su vez generan beneficios económicos y sociales, tanto para el sector como para su entorno, aumentando la productividad, contribuyendo a la seguridad alimentaria, generando nuevas fuentes de empleo y mejorando la imagen del sector, al preservar y por hacer uso racional y eficiente de los recursos naturales.

Figura 6. Pilares de sostenibilidad para el sector porcícola en Colombia



Para este fin, se considera que el sector tiene la posibilidad de generar, de manera articulada con diferentes actores, información relacionada con cambio climático y gestión del riesgo, de utilidad para la toma de decisiones en el sector agropecuario a escala nacional, regional, departamental, municipal, por lo que el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático del sector Agropecuario PIGCCS Ag propone trabajar en acciones de generación de factores de emisión propios del sector que permitan mejorar la disponibilidad de información y consecuentemente la reducción de incertidumbre en la estimación de emisiones del sector.

Los tres pilares de la sostenibilidad se enmarcan en el esquema de economía circular, dado que buscan “cerrar el ciclo de vida” de los subproductos del sector, su aprovechamiento para la reducción de externalidades, mejorar el uso y productividad del suelo, el agua, el aire y la biodiversidad, así como dentro de las líneas de acción propuestas en la PNCC (Minambiente, 2017). A continuación, se describe cada uno de los pilares fundamentales.

2.1

Aprovechamiento de la porcinaza como subproducto agrícola

Las emisiones de CH_4 y el N_2O asociadas a la gestión del estiércol, representan pérdidas de energía, nutrientes y materia orgánica del suelo, reflejando la falta de eficiencia en el uso de los recursos, disminuyendo la rentabilidad económica del sistema productivo y su sostenibilidad. Las emisiones de N_2O , implican pérdidas de nitrógeno, macronutriente de los cultivos fundamental para su crecimiento, mantenimiento y productividad. Esta situación obliga al suministro de nitrógeno, generalmente proveniente de fertilizante inorgánicos, que representa gastos para los productores y afectaciones ambientales.

El Instituto para los Recursos Mundiales (WRI, por su nombre en inglés) recomienda que los agricultores eviten el sobreuso de fertilizantes mediante

técnicas que permitan establecer las necesidades nutricionales exactas de cada cultivo (Rodríguez, Mance, Barrera, & García, 2015). Teniendo esto en cuenta, el aprovechamiento de la porcinaza y su transformación en fertilizante o enmienda orgánica para el suelo tiene un gran potencial, debido a su alto contenido de nutrientes y de materia orgánica, que usado adecuadamente puede generar amplios beneficios económicos, al reducir costos de producción y mejorar la productividad de los suelos, además de reducir el impacto ambiental asociado al manejo inadecuado de la porcinaza, ya sea en vertimientos directos a cuerpos de agua o disponiéndose en el suelo sin control (Asociación Colombiana de Porcicultores, 2013).



Ilustración 5. Tanques estercoleros en forma circular construidos en concreto

El correcto aprovechamiento de la porcina implica hacer un buen manejo desde el corral hasta el sitio o sistema de aprovechamiento; por lo tanto, su uso como acondicionador de suelos debe hacerse conforme a un plan técnico de biofertilización, que debe tener en cuenta la cuantificación y caracterización de la porcina producida en la granja, análisis químicos y de infiltración de los suelos, y análisis de los requerimientos nutricionales de los cultivos. La frecuencia de la aplicación de este biofertilizante dependerá de la ocurrencia de las lluvias y la dirección de los vientos, para evitar escorrentías y la frecuencia de la aplicación de este biofertilizante dependerá de la ocurrencia de las lluvias y la dirección de los vientos, para evitar escorrentías y olores ofensivos, así mismo deberá garantizar una aplicación homogénea, de tal forma que el plan debe contribuir a mitigar impactos ambientales negativos en suelos y aguas (Porkcolombia - FNP, 2013).



Para mayor información se recomienda **consultar la Guía de utilización de porcina en diferentes cultivos**

(<https://www.miporkcolombia.co/wp-content/uploads/2018/07/Guiaporcina-26dic-web.pdf>)



El Manual de Uso de La porcina en la Agricultura “de la granja al cultivo”

(<https://www.miporkcolombia.co/wp-content/uploads/2018/07/Manual-porcina.pdf>).

2 | Autogeneración de energías renovables



Las principales fuentes de energías renovables son la biomasa, las energías hidráulica, eólica, solar, geotérmica y las energías marinas. Estas fuentes son renovables, ambientalmente sostenibles, y con excepción de la hidráulica, poco empleadas en el país, o utilizadas de manera marginal y con escasa comercialización.

El uso de las energías renovables viene creciendo, no solo por el aumento en la eficiencia energética, sino también como estrategia para mitigar y adaptarse al cambio climático, dado que mejoran la resiliencia de los sistemas energéticos actuales y en el caso de Colombia, pueden garantizar el suministro energético bajo condiciones de sequía. Estas fuentes también pueden crear oportunidades económicas y proporcionar acceso a la energía eléctrica en regiones aisladas o no interconectadas (REN21, 2015), además de representar ahorros en costos de energía y transporte local, permiten el autoabastecimiento y por lo general son funcionales mediante la instalación de infraestructuras sencillas.

Ilustración 6. Opciones de energías no convencionales en granjas porcícola

La energía desempeña un papel importante en granjas porcícolas, dado que es necesaria para la ventilación y/o calefacción requeridas para brindar una temperatura adecuada, para el bienestar de los cerdos, además de los usos convencionales del sector agrícola y la vivienda. Una intensificación del consumo de energía eléctrica o fósil en el sector porcícola, aumenta a su vez los costos de producción.

Cuando los productores pasan por periodos de rentabilidad inestable (altos costos de producción, bajos precios de la carne), la autogeneración eléctrica o térmica mediante fuentes renovables (solar, eólica o biomasa) puede ser una oportunidad para mejorar la situación económica, mientras se reducen los impactos ambientales. El almacenamiento de estiércol en sistemas anaeróbicos, así como la fermentación entérica, produce emisiones de CH₄, que implican pérdidas energéticas y emisiones de GEI. Las emisiones de CH₄ provenientes del estiércol, pueden ser reducidas mediante la implementación de biodigestores para la generación de biogás, que puede ser aprovechado como fuente de energía térmica o eléctrica.



se recomienda revisar la Guía de **biogás para el sector porcícola colombiano**

(<https://www.miporkcolombia.co/guia-de-biogas-para-el-sector-porcicola-colombiano/>).



Ilustración 7. Opciones de energías no convencionales en granjas porcícolas

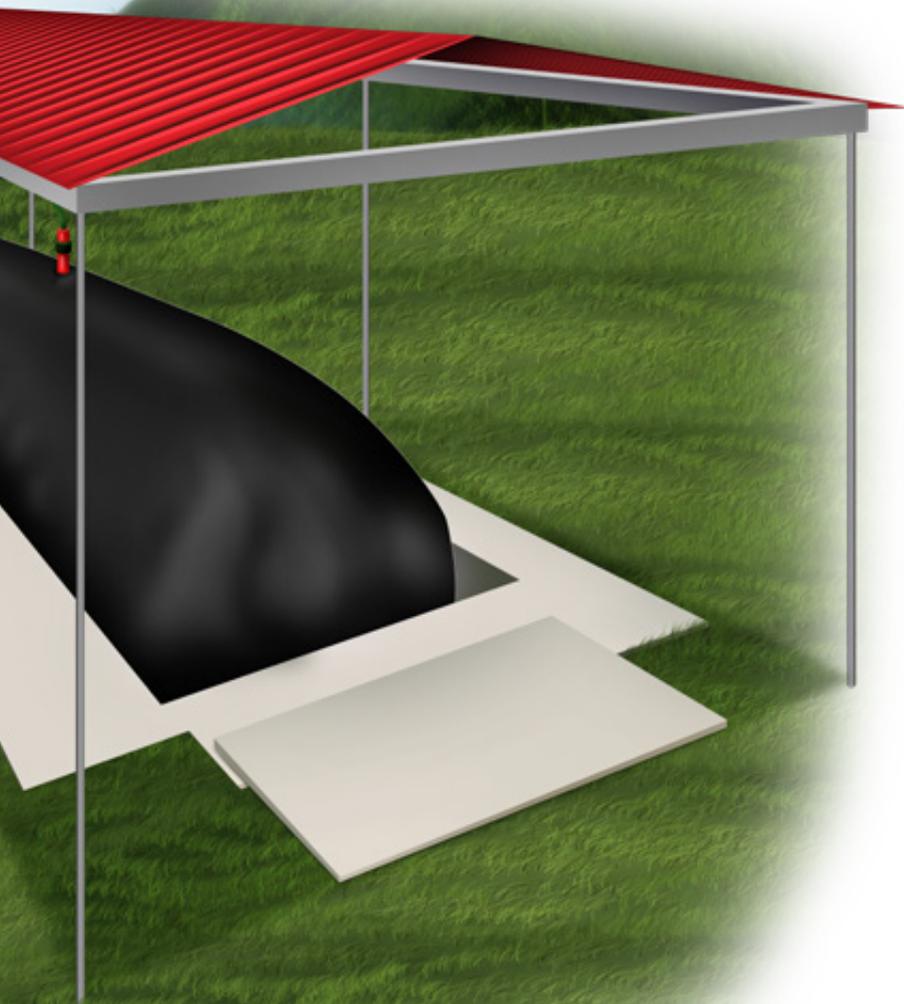


Ilustración 8. Opciones de energías no convencionales en granjas porcícolas

biogás es una fuente no convencional de energía que se produce por fermentación de residuos orgánicos, en un proceso de digestión anaeróbica. En el sector porcícola, la implementación de biodigestores presenta múltiples beneficios, entre los que se resaltan el aprovechamiento de la biomasa residual con la consecuente reducción de impactos ambientales y la disminución de la necesidad de explotación forestal, como fuente energética. Por otro lado, en estos sistemas es clara la reducción de costos energéticos y el ahorro en la compra de fertilizantes, resaltando, además, los beneficios en el ambiente y en la productividad de los cultivos fertilizados orgánicamente, con los beneficios en la conservación y recuperación de los suelos. Este tipo de tecnologías promueve que el sector transite hacia una economía circular y baja en carbono.

El diseño de un sistema de autogeneración de energía a partir de fuentes no convencionales de energías renovables (FNCER), se debe realizar de acuerdo con las necesidades de energía de la granja, de tal forma que se deben dimensionar los sistemas en función de sus requerimientos energéticos, con el fin de reducir las inversiones. Los productores pueden tener acceso a incentivos económicos por el uso de FNCER regulados por la ley 1715 de 2014, que tiene como objeto promover el desarrollo y la utilización de FNCER, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos, como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de GEI y la seguridad del abastecimiento energético.

Ilustración 9. Opciones de energías no convencionales en granjas porcícolas



Por su parte, la resolución 1283 de 2016 establece el procedimiento y requisitos para la expedición de la certificación de beneficios ambientales por nuevas inversiones en proyectos de FNCER y la Gestión Eficiente de Energía GEE, mientras las resoluciones 203 y 196 de 2020 de la UPME reglamentan los procedimientos para obtener el certificado que permite acceder a los beneficios tributarios para proyectos de FNCE y GEE.

Otra forma de acceder a beneficios económicos o tributarios por el uso de energías renovables

para el sector porcícola son los MDL a través del aprovechamiento del CH₄ para la generación de energía térmica y eléctrica. Los MDL son instrumentos de mercado establecidos en el Protocolo de Kioto, para que los países desarrollados compensen sus emisiones domésticas, invirtiendo en proyectos para la reducción de emisiones, con el objetivo de promover el tránsito hacia una economía limpia de manera voluntaria con apoyo financiero externo y donde los certificados de reducción de emisiones de estos proyectos se transan en bolsa (Rodríguez, Mance, Barrera, & García, 2015).

Promoción de la reforestación y conservación de la biodiversidad

La conservación, protección y recuperación de áreas de reserva y rondas hídricas, y el manejo paisajístico en el sector porcícola mediante la implementación de barreras vivas, son algunas de las medidas de manejo ecosistémico que contribuyen a reducir el impacto ambiental y la dispersión de olores ofensivos. Estas medidas permiten preservar y recuperar los servicios ambientales, la protección de la biodiversidad y de las cuencas hidrográficas, así como proporcionar efectos paisajísticos positivos en el entorno de las granjas porcícolas.

Los beneficios de la reforestación en las granjas porcícolas son múltiples, tanto desde la

sostenibilidad ambiental como la económica. Por ejemplo, son un mecanismo para atenuar los efectos de la variabilidad climática y de fenómenos climáticos extremos en las granjas, mientras contribuyen a mejorar las condiciones ambientales. Los árboles en las granjas pueden contribuir a mejorar la fertilidad del suelo mediante el ciclaje de nutrientes y la fijación de nitrógeno y CO₂. La regulación del balance hídrico del suelo permite mejorar su capacidad de almacenar y conservar el agua, reduce la evaporación y en general mejora las condiciones micro climáticas para la producción agrícola.

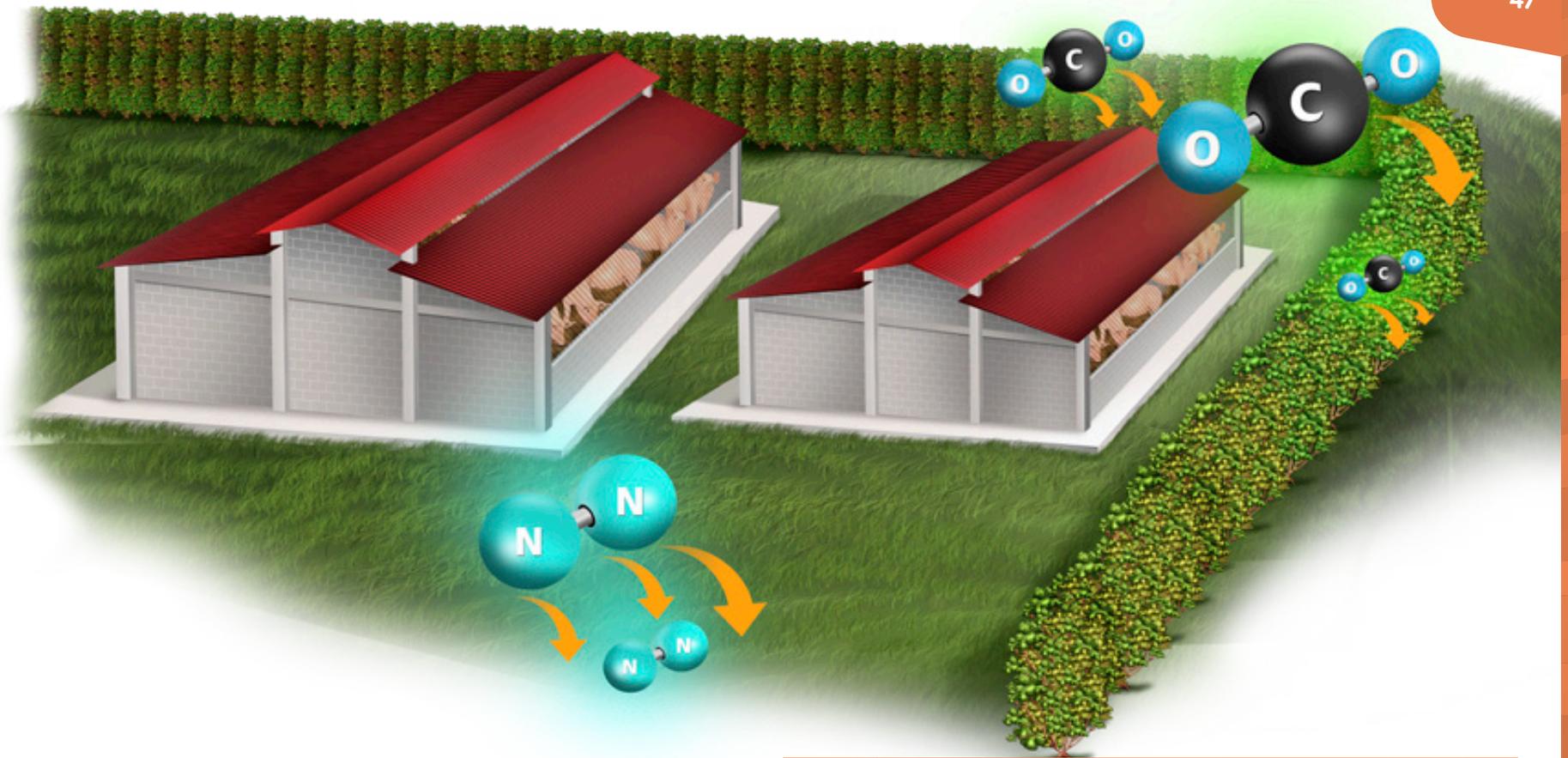


Ilustración 10. Setos con especies vegetales forestales en granjas porcícolas.

Estas medidas permiten además regular la temperatura y los vientos en las granjas, sirven de barrera sanitaria para filtrar el aire y evitar el ingreso de agentes infecciosos, así como disminuir procesos erosivos en los suelos, causados principalmente por la escorrentía de aguas superficiales y las lluvias que pueden afectar las instalaciones.

Además de los aspectos positivos sobre el suelo, el agua y la biodiversidad, los árboles pueden mejorar la capacidad de carga de los sistemas ganaderos, aumentando producción de carne y/o leche, así como representar ingresos adicionales a los productores por la venta de madera, proceso que debe ser autorizado ante la autoridad

ambiental competente. Se debe resaltar también los efectos positivos asociados a la captura de carbono que realizan los árboles, reduciendo la huella de carbono de las granjas porcícolas, además la incorporación de la materia orgánica en los suelos.

Sin embargo, la exitosa implementación de estos sistemas debe partir de un análisis que incluya aspectos como la disponibilidad de terreno y aptitud de los suelos de las granjas, los costos logísticos de siembra y de mantenimiento de los árboles y los requerimientos ambientales de las especies a sembrar.

3

**Sector
porcícola
y cambio
climático**

3.1 | El sector porcícola en el contexto del cambio climático

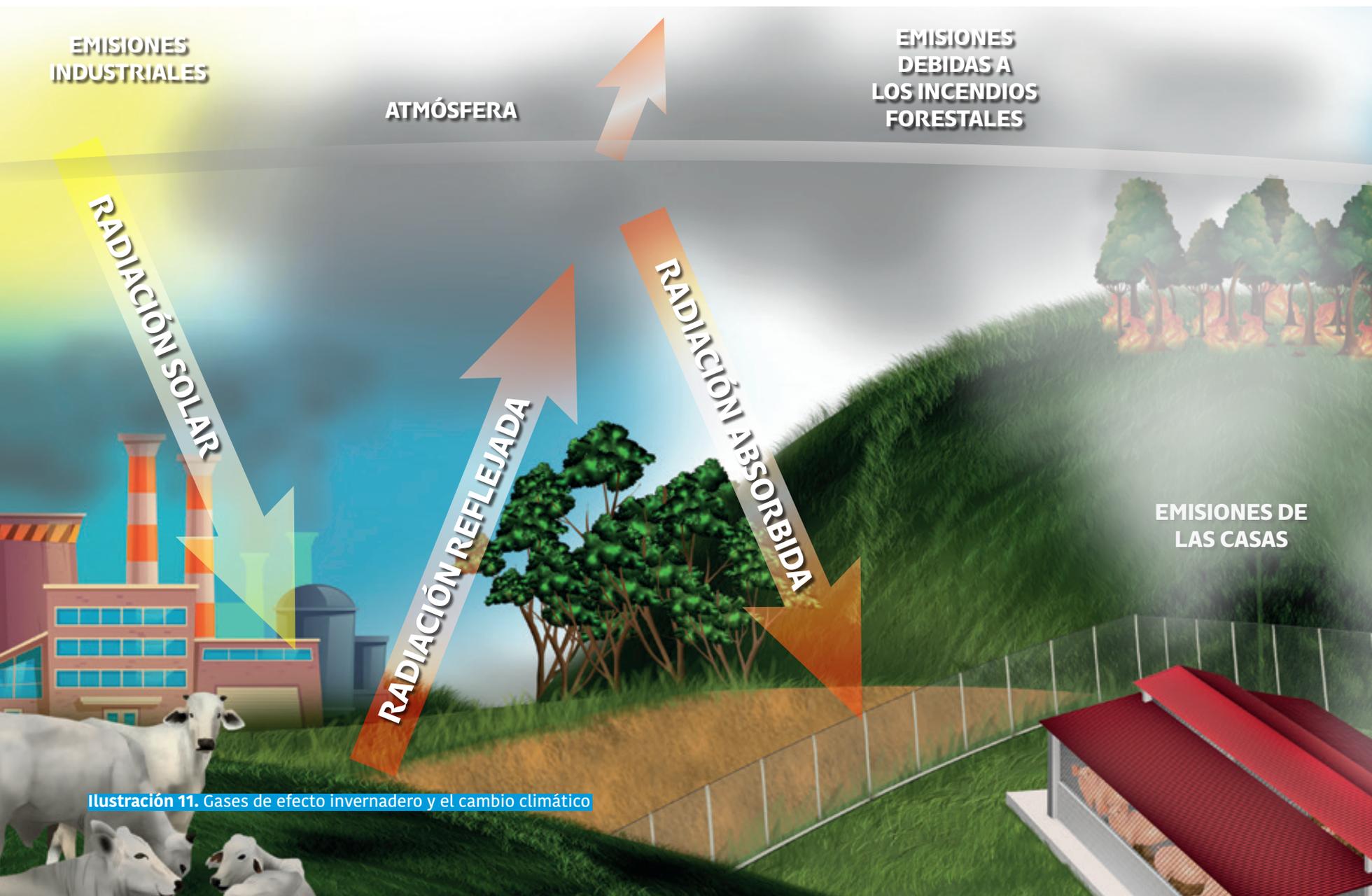


Ilustración 11. Gases de efecto invernadero y el cambio climático

La producción de alimentos es una de las principales actividades responsables del cambio climático, que entre 2007 y 2016 emitió directamente cerca del 12% de los GEI de origen humano, y es responsable indirecto de un 9% adicional, generados por el cambio en el uso del suelo y la deforestación asociadas a actividades agropecuarias (OCDE, 2019).

La ganadería es uno de los subsectores de más rápido crecimiento de la economía agrícola mundial, debido a aspectos como el crecimiento demográfico, el aumento del poder adquisitivo y la preferencia de los consumidores por productos como carne y leche. Hacer frente al crecimiento de la demanda de productos derivados de la producción ganadera viene impulsando un importante crecimiento del sector porcícola, que en 2010 llegó a ser la principal fuente de carne en el mundo, con cerca del 37% del consumo y un pronóstico global de crecimiento del 32% entre 2005 y 2030 (FAO, 2013). La demanda de carne está asociada con el nivel de ingresos económicos de la población, cuyo aumento, acompañado de la urbanización, viene favoreciendo el consumo de proteínas de origen animal (OCDE, 2020).

El consumo mundial de carne fue de 117.300 millones de toneladas métricas en 2017 y se prevé que aumente hasta 131.000 millones en 2027, lo que implica un crecimiento del orden del 1% anual. La sólida demanda de productos alimentarios de origen animal brinda incentivos para aumentar la producción del sector pecuario y el aumento

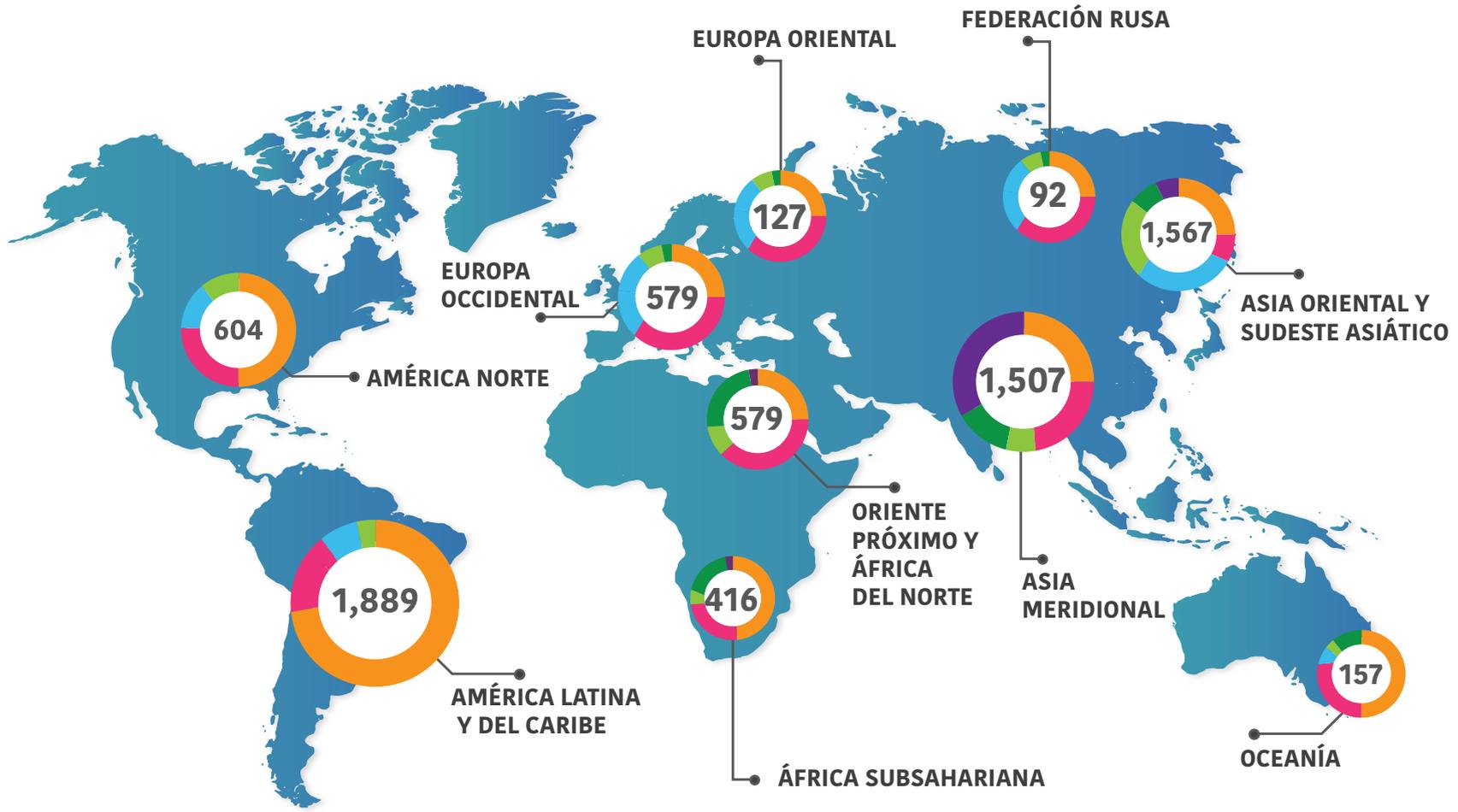
del tamaño de los lotes de producción, que debe ir acompañado de un mayor y más eficaz uso de materias primas para la alimentación animal.

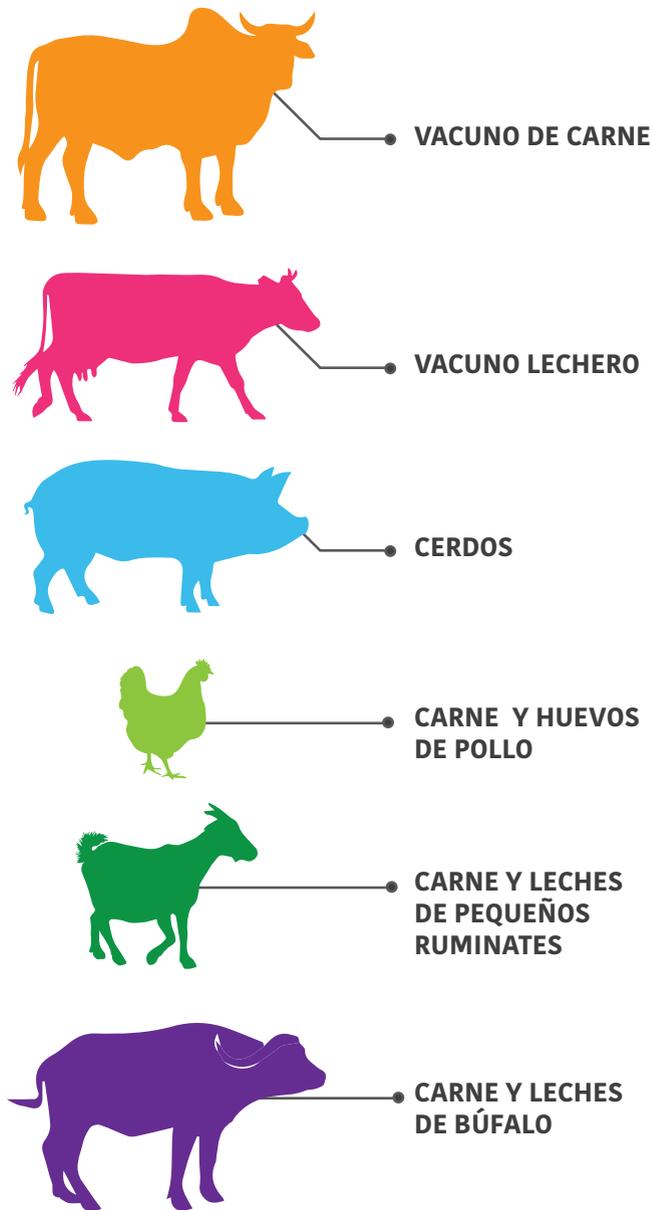
Los cerdos son los animales más producidos en el mundo, a tal punto que actualmente son la principal fuente de proteínas para millones de personas. A inicios de 2020 había alrededor de 677,6 millones de cerdos en todo el mundo, aproximadamente 310 millones de ellos en China, y a mediados de 2019, la cifra global llegó a 767,6 millones de cabezas. China, la Unión Europea, Estados Unidos, Brasil y Rusia, en este orden, son los principales productores (USDA, 2018).

Se estima que la ganadería siga contribuyendo de manera considerable a las emisiones de GEI de la próxima década, con un crecimiento anual cercano al 0,5%, ligeramente menor al crecimiento de 0,7% estimado para la productividad. Esto muestra la disminución progresiva de la intensidad de las emisiones de GEI a medida que aumenta la productividad del sector (OCDE - FAO, 2019).

La producción de carne de cerdo aumentó significativamente (111%) en América Latina en las últimas dos décadas y se espera que aumente cerca de 2.2% anual durante la próxima década. La creciente intensidad de la producción será dominante en la industria mundial del cerdo, sin embargo, en América Latina, se prevé todavía un importante aumento en el número de animales para responder al aumento de la demanda de carne en Asia (OCDE - FAO, 2019).

Figura 7. Hitos de la gestión del cambio climático en Colombia





Fuente: (FAO, 2018).

Lograr una producción suficiente para cumplir con la demanda enfrenta desafíos sin precedentes, y más teniendo en cuenta, que en años recientes se han presentado bajos crecimientos, como en 2018 cuando fue de apenas 0,6% entre otras cosas debido a la inestabilidad asociada a la fiebre porcina africana (FAO, 2018). Los impactos asociados a las medidas sanitarias implementadas por los gobiernos para enfrentar el COVID-19, ocasionaron, entre otros impactos, el cierre de plantas de beneficio en Estados Unidos, Brasil, La Unión Europea y China, lo que podría generar crecimientos en la producción por debajo de niveles históricos (USDA, 2020).

El incremento de la productividad para satisfacer la creciente demanda, debe darse mientras se enfrenta la necesidad de adaptarse a los cambios en los contextos socioeconómicos y políticos, así como a cambios en el entorno natural del que depende la producción y la comercialización, al tiempo que debe mejorar su desempeño ambiental y mitigar su impacto climático. Se debe resaltar que la creciente demanda resulta en presiones adicionales sobre los recursos naturales cada vez más degradados.

Se estima que las emisiones de GEI en el sector de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) suman 24% del total mundial, provenientes del cambio en el uso de la tierra, la digestión entérica y el manejo de estiércol de los ganados, principalmente ruminantes, y la fabricación y uso de fertilizantes, principalmente en los países en desarrollo.



Ilustración 12. Tanque estercolero rectangular

Las emisiones anuales globales asociadas con la producción de cerdos, han sido estimadas en el orden de 700 millones de toneladas de CO₂ equivalente, lo que corresponde al 9% de las emisiones ganaderas. De manera general se puede afirmar que se pueden disminuir la intensidad de las emisiones de GEI desde la ganadería, limitando el cambio en el uso del suelo asociado a cultivos para alimentación animal y aumentando la eficiencia en la producción de alimentos, mejorando la fertilización, así como la eficiencia en la generación y uso de energía, tanto en las granjas, como plantas de procesamiento de la alimentación animal y en el procesamiento y transporte de la carne.

Las buenas prácticas de manejo alineadas con los requerimientos fisiológicos de los animales y orientadas a aprovechar el potencial zootécnico, tendrán beneficios sobre el rendimiento e indirectamente sobre la intensidad de las emisiones de GEI.

La elección de sistemas de crianza en las granjas depende de aspectos como el bienestar animal, el valor agronómico del estiércol, la disponibilidad de recursos para inversión y los costos operativos. Las condiciones específicas de campo pueden ser importantes a la hora de implementar medidas de mitigación. Sin embargo, para ser universalmente eficientes, estas estrategias tendrían que alinearse a mayor escala y teniendo en cuenta emisiones propias de la cadena de suministro porcino, asociadas con procesos previos y posteriores a la granja, como son la producción de piensos, fertilización y manejo de estiércol, el transporte de animales y productos (Philippe & Nicks, 2014) y el consumo de energía, dado que las emisiones asociadas al consumo energético a lo largo de toda

la cadena de suministro totalizan el 37% del total de emisiones. La intensidad de estas emisiones depende del tipo de combustible y de la eficiencia en el uso de energía.

El Acuerdo de París de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2015 (COP 21), comprometió a los países firmantes a desarrollar estrategias de mitigación para frenar las emisiones de GEI y detener el calentamiento global, limitando el aumento de la temperatura media global hasta 1,5 °C o máximo 2 °C. Desde entonces, varios países han propuesto y ajustado sus planes de mitigación adoptando nuevas soluciones para fortalecer su eficacia.

Las principales políticas de mitigación de GEI han sido orientadas a los sectores energético, transporte e industriales, sin embargo, las emisiones agrícolas, en continuo crecimiento, podrían convertirse en una fuente principal de emisiones, si continúa el crecimiento en la demanda de alimentos de origen animal, que podría ser un 50% mayor en 2050 en relación con los niveles de 2012 (FAO, 2019). Por lo tanto, cumplir los objetivos del Acuerdo de París será imposible sin que el sector agropecuario haga su parte para enfrentar el cambio climático.

Otras alternativas pueden ser la fijación del precio del carbono, políticas para disminución de deforestación, cambios en dietas alejadas de productos con mayor huella de carbono e iniciativas para reducir pérdidas y residuos de alimentos. Todas las opciones deben evaluarse cuidadosamente, debido a sus implicaciones ambientales, económicas y sobre los medios de vida rurales y la seguridad alimentaria.

Es necesario enviar señales claras a los agricultores para que puedan tomar decisiones de inversión para facilitar la transición a la agricultura baja en carbono, particularmente en sistemas agrícolas con altos costos de inversión fijos.

Estudios en sistemas porcícolas en Australia, muestran que reducir el desperdicio de alimentos o mejorar la eficiencia alimenticia en un 5% puede significar una reducción de aproximadamente 10% en las emisiones de GEI. La modificación de los sistemas de reutilización y tratamiento de subproductos podría resultar en reducciones de emisiones del 15% al 25%, mientras que la transición de sistemas de manejo convencionales con descarga de agua a sistemas de alojamiento en cama profunda resultó en aproximadamente

un 40% menos de emisiones de GEI. Se encontró una reducción máxima de las emisiones en granjas convencionales que tratan el estiércol en estanques anaeróbicos cubiertos o en biodigestores, en los que se captura y aprovecha el biogás para generar electricidad para uso agrícola y/o para venta a la red. En estas granjas pueden generarse reducciones de emisiones de GEI hasta del orden del 80% y las intensidades de las emisiones pueden reducirse de un promedio de 4 a menos de 1 kilogramo de CO₂ equivalente por kilogramo de carne de cerdo producida. La aplicación de opciones de mitigación puede generar ahorros en los costos de alimentación y/o energía, una mejor gestión del estiércol y nuevas fuentes de ingresos del comercio de unidades de crédito de carbono australianas y electricidad (Australian Pork, 2020).

Ilustración 13. Biodigestor en granja porcícola

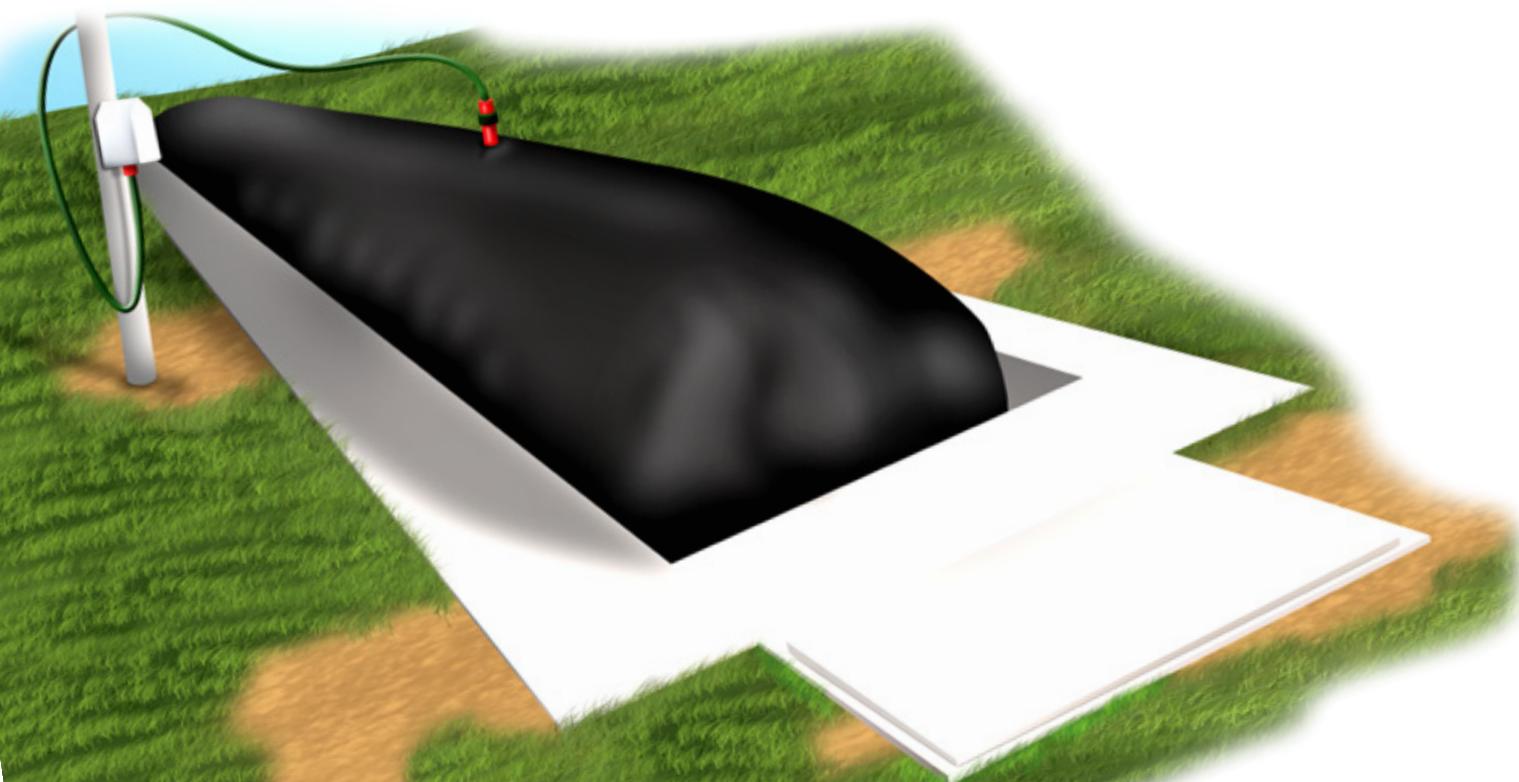
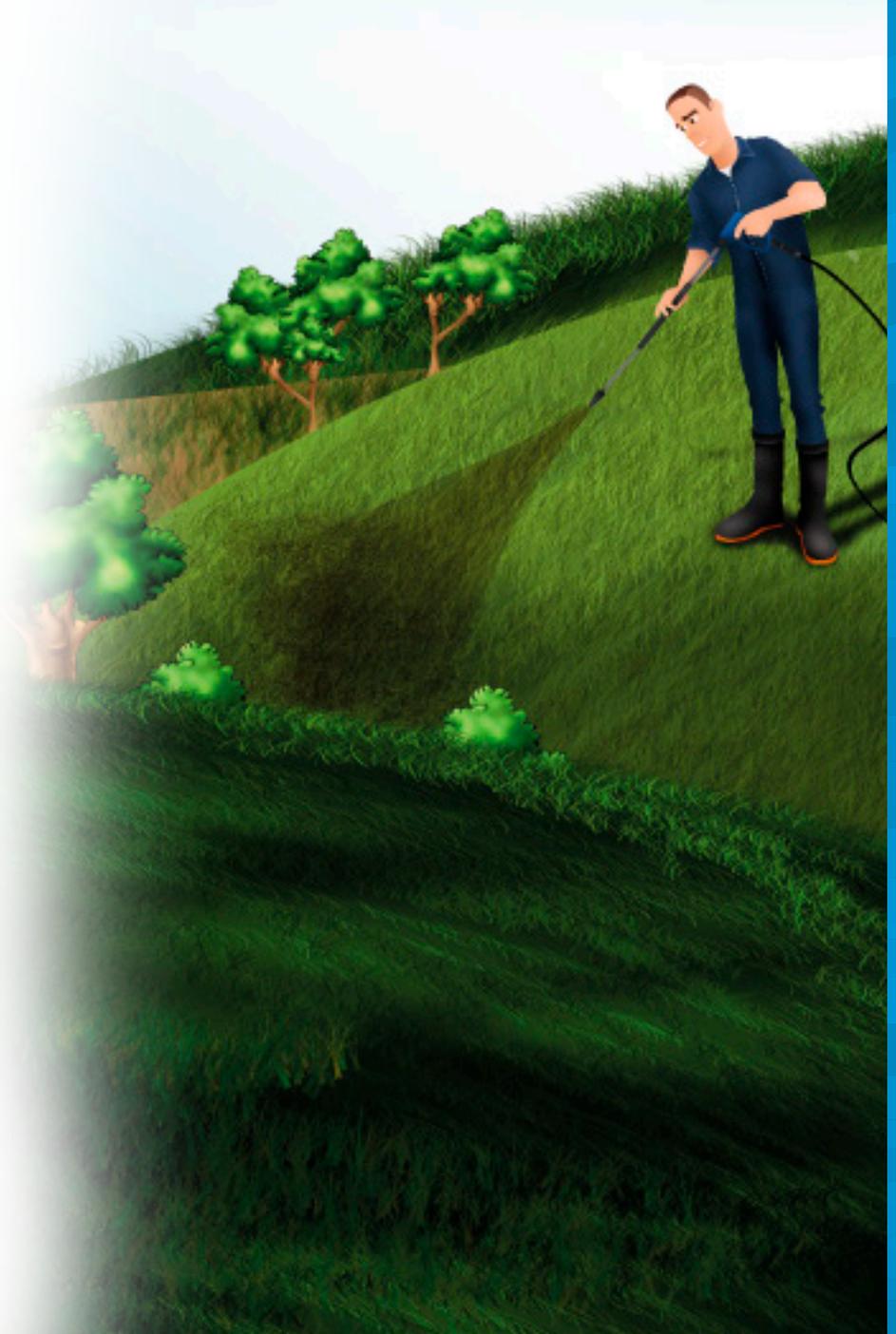


Ilustración 14. Sistema de aplicación manual de porcínaza en potreros de pastoreo en una granja porcícola

Investigaciones en Estados Unidos han mostrado que mejoras en la alimentación, con aminoácidos alimenticios y más equilibrados, con menor contenido de proteína cruda, reducen la cantidad nitrógeno excretado en el estiércol, lo que conduce a menos emisiones de gases como amoníaco y óxido nítrico, gas casi 300 veces más potente que el CO₂ en términos de su potencial de calentamiento. El crecimiento y el rendimiento de los cerdos no son afectados cuando la dieta está adecuadamente equilibrada según las necesidades de nutrientes, y la calidad de la carne mejora cuando se reduce la proteína cruda en la dieta (LPEEC, 2019).

La remoción frecuente del estiércol es un medio eficiente para disminuir las emisiones de GEI de los corrales porcícolas, siempre que se eviten las emisiones asociadas a su almacenamiento fuera del corral. Esto es particularmente importante para la producción de CH₄, que aumenta considerablemente con el tiempo de almacenamiento y con el aumento de la temperatura ambiental. La separación de las fracciones sólida y líquida de la porcínaza ofrece interesantes oportunidades, dado que reduce los requisitos de almacenamiento y los costos de transporte, y ofrece materiales más homogéneos para esparcimiento y uso en los suelos como acondicionador de suelos u otros tratamientos específicos con el fin de mejorar la rentabilidad agronómica, energética y ambiental de los procesos. Recomendaciones adicionales tienen que ver con la reducción del uso de sistemas de manejo de estiércol líquido descubierto principalmente en climas cálidos.



Factores como el diseño de los corrales, la regulación de parámetros bioclimáticos, el mantenimiento del estatus sanitario y la selección genética, pueden modular el nivel de producción de GEI.

Múltiples experiencias demuestran que es posible aumentar la productividad agropecuaria de manera sostenible si se adoptan prácticas como las enmarcadas en la agricultura climática inteligente, orientadas al aumento de productividad y los ingresos, e integrando la adaptación al cambio climático y reducción de emisiones de GEI, para de esta manera enfrentar el reto de alimentar a una población creciente de una manera sostenible que permita preservar los recursos naturales para las generaciones futuras.

Dimensiones, evolución y proyecciones de crecimiento del sector porcícola colombiano.

Durante el periodo 2010 – 2019, la producción formal de carne de cerdo en Colombia registró un crecimiento promedio anual del 10%, pasando de una oferta nacional de 194.566 a 446.602 toneladas, indicador que superó a otros sectores productivos como las carnes de pollo, pescado y res, cuyo crecimiento promedio fue de 3,9% y al crecimiento de la economía nacional que fue del 3,7% (Porkcolombia, 2020).

El crecimiento de la producción porcina presentó variaciones importantes durante este periodo, debido a coyunturas, ciclos de negocios y condiciones propias del mercado, dado que, por ejemplo, en 2011, el crecimiento fue del 16,2%,

mientras en 2017 fue de apenas 4,1% (Porkcolombia, 2020). Factores como la desgravación de aranceles a países exportadores, junto a la disminución de la tasa de cambio son factores que han favorecido las importaciones de carne de cerdo en Colombia, afectando los precios y el crecimiento del sector. Por tanto, se considera indispensable el mejoramiento de la productividad, la disminución de los costos de producción y la innovación, para generar valor agregado en la producción nacional de carne de cerdo.

Sin embargo, se resalta que la cifra de crecimiento del sector en Colombia en los últimos años ha sido favorable, si se tiene en cuenta, que la tasa de

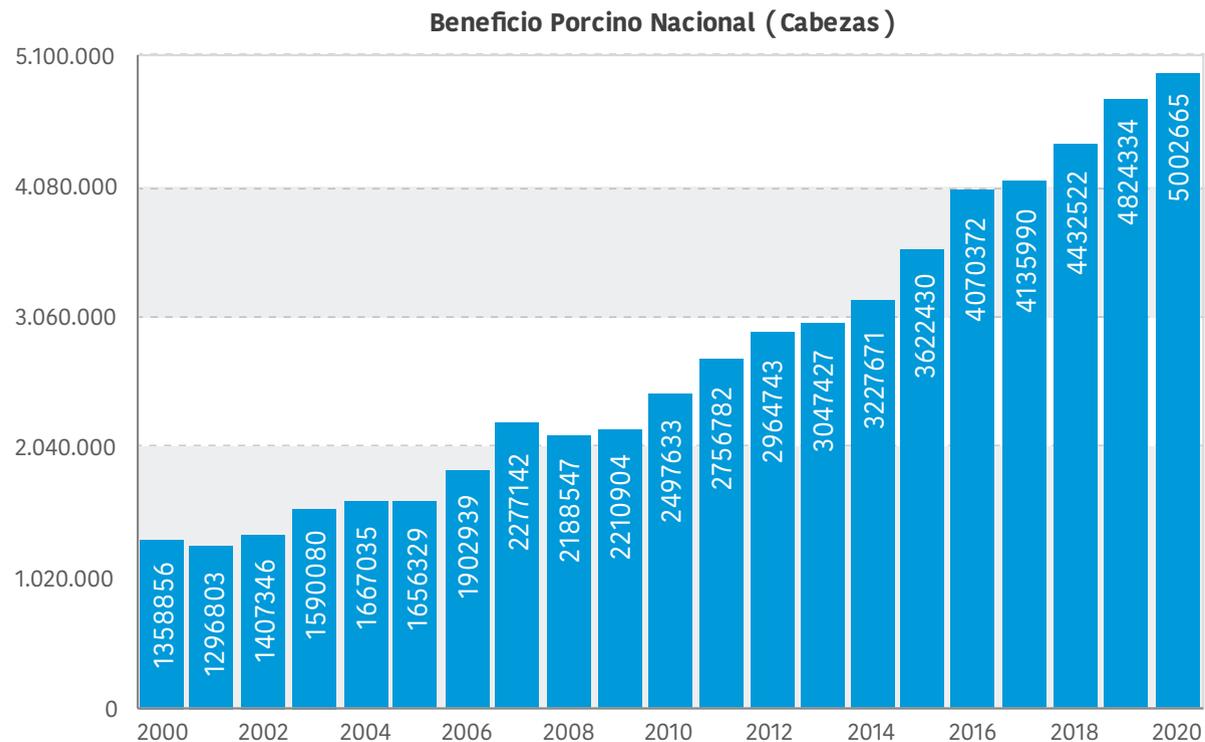
crecimiento promedio de la producción mundial fue de apenas 0,6% en el periodo 2010 – 2019. El beneficio formal de cerdos es una de las principales variables debido a su impacto económico, y a que es clave para la estimación de la producción, además de ser un indicador de formalización del sector, aspecto de suma importancia para contribuir a un crecimiento continuo y sostenible de la producción nacional (Porkcolombia, 2020). Este beneficio pasó de 2,5 millones de cabezas en 2010 a 4,8 millones en el 2019, con una tasa promedio de crecimiento del 8,2%.

Se resalta que cerca del 90% de la producción porcina nacional se concentra en 5 regiones productoras, que son Antioquia, Cundinamarca, Valle, Meta y

Eje Cafetero, y se resalta que las mayores tasas de crecimiento se registraron en productores medianos y pequeños (Porkcolombia, 2020).

Las proyecciones para la próxima década realizadas teniendo en cuenta aspectos como el crecimiento de la población nacional (DANE, 2018), las proyecciones de beneficio, importaciones y exportaciones, la oferta y el consumo per cápita indican un crecimiento de la producción del 3% al 2025 y del 1,5% al 2030 (Tabla 1). Estas proyecciones indicarían un crecimiento del inventario porcino tecnificado del 63% y del 14% del inventario total, con la respectiva reducción de la proporción de cerdos de traspatio en el inventario nacional.

Figura 8. Crecimiento del sector porcícola.



Fuente: Sistema Nacional de Recaudo. Fondo Nacional de la Porcicultura

Tabla 1. Proyecciones de crecimiento del sector porcícola colombiano

AÑO	2020	2030	DIFERENCIA (%)
POBLACIÓN NACIONAL	50.372. 424	55. 529. 943	10
BENEFICIO (Cabezas)	4.981. 728	6.221. 518	25
PRODUCCIÓN (Ton)	466. 468	582. 557	25
IMPORTACIONE (Ton)	116 .617	145. 63	5
EXPORTACIONES (Ton)	125	2.303	1.742
OFERTA TOTAL (Ton)	582. 960	725. 893	25
CONSUMO PER CÁPITA (Kg)	11, 6	13, 1	13 ,0
INVENTARIO ICA (Cabezas)	6.710. 666	7.652. 467	14
INVENTARIO TECNIFICADO ICA (Cabezas)	4.088. 800	6.660. 224	63

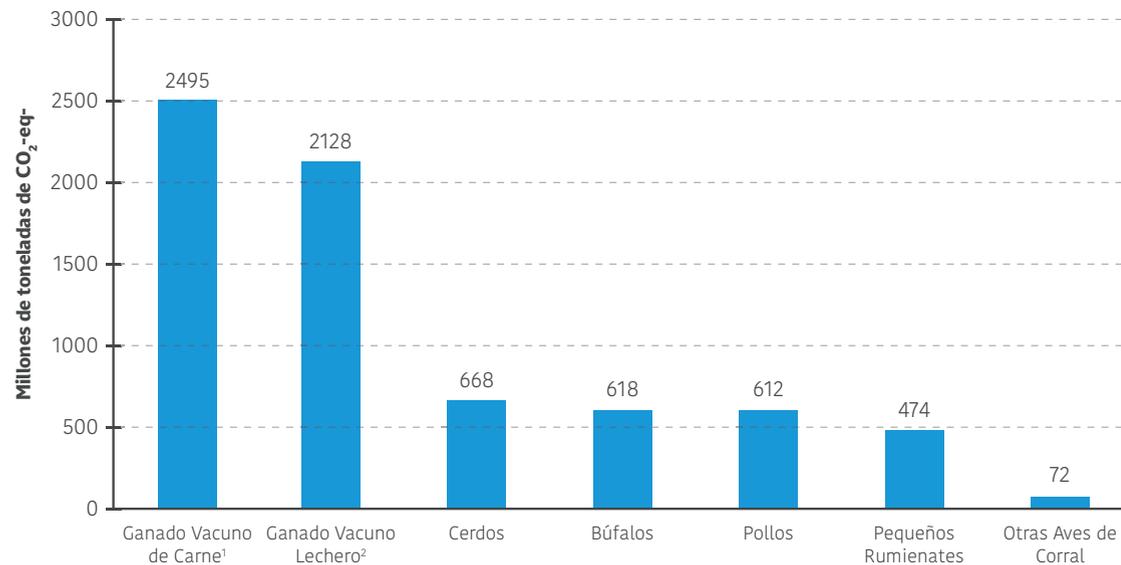
Fuente: Elaboración propia con base en (DANE , 2018), (ICA, 2019) y (Porkcolombia, 2020).

Estas proyecciones deberían darse en el marco de un crecimiento ordenado de la producción, en función de la demanda agregada y bajo condiciones reales de comercialización. Es necesario promover un crecimiento del sector ordenado bajo estándares de mejoramiento productivo, de la competitividad y la sostenibilidad ambiental, de tal forma que, a largo plazo, el aumento de la oferta se dé con base en el crecimiento del rendimiento de la producción y no necesariamente en el incremento del inventario porcino.

Análisis de emisiones de GEI en la producción porcícola a nivel internacional.

Las emisiones anuales globales asociadas con la producción de cerdos han sido estimadas en el orden de 700 millones de toneladas de CO₂, equivalentes al 9% de las emisiones ganaderas (FAO, 2020).

Figura 9. Estimaciones globales de emisiones desde la ganadería



• Incluye las emisiones atribuidas a los productos comestibles y a otros bienes y servicios, como tracción animal y lana.

¹ Que produce carne y productos no comestibles

² Que produce leche, carne y productos no comestibles

Fuente: GLEAM.

Fuente: Tomado de (FAO, 2013).

La producción de los alimentos para los animales contribuye al 60% de las emisiones de la cadena de suministro porcícola, mientras el manejo y almacenamiento del estiércol representa el 27,4%. El procesamiento postproducción y transporte de carne representa cerca del 6%, los usos directos e indirectos de energía en la producción representan el 3% y la fermentación entérica suma el restante 4% (FAO, 2018).

Si bien las emisiones son comparativamente bajas, comparadas con otras fuentes ganaderas (Figura 12), la escala y tasa de crecimiento del sector demandan la reducción de la intensidad de estas emisiones (FAO, 2013). Las emisiones asociadas a la producción de alimentos para los cerdos, se deben principalmente al cambio en el uso de suelos asociados con los cultivos de soya y maíz, y a las emisiones de N₂O por el uso de fertilizantes sintéticos y estiércol para la fertilización de los cultivos. Menores emisiones se deben a operaciones de campo, transportes de alimentos, procesamiento de alimentos y producción de fertilizantes.

Las emisiones asociadas a la gestión del estiércol consisten en las emisiones de CH₄ proveniente de los sistemas de almacenamiento y en menor medida el N₂O en los suelos gestionados con el estiércol.

Debido a que la producción de alimentos es la actividad que más emisiones de GEI representa, la eficiencia en la producción de carne en función de la cantidad de alimento (FCR sigla en inglés de Feed Conversion Ratio) es clave para determinar la intensidad de emisiones. Además, el cambio en el uso del suelo asociado con el incremento de áreas

de cultivos de soya para satisfacer la demanda de alimento animal, es el principal factor asociado a las emisiones de la producción de alimentos, principalmente en los países exportadores de estos insumos.

Si se excluye la producción de alimentos, la mayor parte de las emisiones de GEI proviene de la gestión del estiércol. Por lo tanto, el mejoramiento de la eficiencia de la conversión alimenticia, es decir, la reducción del volumen de estiércol producido mientras se mantiene la productividad, es una de las principales estrategias para la disminución de las emisiones de CH₄ y de N₂O de los cerdos. Las líneas genéticas predisuestas a una alta eficiencia alimenticia excretan una menor cantidad de nutrientes en la orina y en las heces, sin embargo, son más vulnerables frente al estrés ambiental. Los animales sanos usan el alimento más eficientemente y pueden reducir la excreción de N hasta en un 10% con respecto a aquellos con problemas sanitarios (FAO, 2013).

Las emisiones del estiércol dependen de la tasa en la que los sólidos volátiles (SV) o nitrógeno N son excretados, y la tasa en la que estos sólidos son posteriormente convertidos en CH₄ o N₂O durante la gestión del estiércol. La tasa en que los sólidos volátiles son convertidos en CH₄ depende del tipo de sistema de gestión de estiércol y la temperatura ambiental, por tanto, altas temperaturas en ambientes anaerobios conducen a una alta conversión de SV en CH₄.

Los sistemas tecnificados tienen bajas intensidades de emisión de GEI debido a factores como bajas tasas

de conversión alimenticia y mayor digestibilidad de los alimentos. Los sistemas porcinos de traspatio pueden tener comparativamente bajas tasas de intensidad comparadas con otros sistemas de producción, debido a las bajas o nulas emisiones asociadas a la producción de los alimentos, aun teniendo en cuenta que los altos valores FCR conducen a tasas más altas de excreción tanto de sólidos volátiles como de nitrógeno por kilogramo de carne producida, y por tanto en mayores emisiones desde el estiércol (FAO, 2013). Se aclara, además, que los sistemas de traspatio tienen emisiones insignificantes derivadas del cambio de uso del suelo, así como del procesamiento y transporte de carne después de la producción.

Las intensidades de las emisiones en sistemas de traspatio varían regionalmente debido la variabilidad de la FCR, así como por diferencias en el potencial genético, la nutrición y el estatus

sanitario, mientras en sistemas tecnificados o intermedios existe menos variabilidad en la FCR, lo que refleja una mayor estandarización. En estos sistemas, las emisiones asociadas a la alimentación dependen de la cantidad de soya incluida en los alimentos, y es mayor, si la soya proviene de países con altos niveles de cambio en el uso del suelo. Por esto, las emisiones asociadas a la alimentación en granjas tecnificadas son mayores en Latinoamérica y Europa Occidental. En sistemas intermedios en Asia Occidental, la inclusión de arroz en los piensos aumenta las emisiones de GEI.

La intensidad promedio de las emisiones de GEI asociadas a la producción porcina es del orden de 6,1 kg de CO₂ equivalente por kilogramo de carne, siendo los sistemas intensivos de gran escala los que representan la mayor parte de la producción mundial y de las emisiones asociadas (FAO, 2018).



Análisis de las emisiones de GEI en la producción porcícola nacional.

El perfil de emisiones del país, según el (IDEAM, 2016), da cuenta de alrededor de 258,8 millones de toneladas de CO₂ equivalente (MtCO₂ eq), siendo el sector AFOLU (Agricultura, Forestal y otros Usos de la Tierra) el de mayores emisiones con cerca del 61%, poniéndose de presente que, si bien una buena parte de estas corresponden a sectores como el agropecuario, esta situación también se convierte en una oportunidad para afinar las actividades encaminadas a la mitigación desde la porcicultura.

La producción porcícola tecnificada en Colombia se hace bajo condiciones de confinamiento, que

generan grandes cantidades de excretas o estiércol, que consecuentemente generan emisiones de GEI, siendo los más importantes el metano (CH₄) y el Óxido Nitroso (N₂O). Estos dos gases se contabilizan dentro de las emisiones del sector AFOLU a nivel nacional, por lo que su cuantificación es de gran importancia para el gremio porcicultor colombiano, pues sirve de línea base para trazar estrategias de reducción de emisiones y así contribuir al cumplimiento de las metas nacionales sobre la materia.



Fuentes de emisiones

Las fuentes de emisiones del sector porcícola están dadas principalmente por gestión del estiércol y se clasifican dentro de las siguientes actividades del sector AFOLU 3A y 3C definidas por el IPCC (2006):

- **3A Ganado (Directas)**

*3A2 Emisiones de CH₄ y N₂O por gestión del estiércol **3A2h Porcinos

- **3C Fuentes agregadas y emisiones de N₂O provenientes de la tierra (Indirectas)**

*3C6 Emisiones indirectas de N₂O de gestión de estiércol **3C6h Porcinos

Emisiones de Metano por gestión del estiércol porcino

(CH₄)

Las emisiones de CH₄ generadas por el ganado porcino, son determinadas principalmente, por el inventario porcícola, la cantidad de estiércol producido y los sistemas de gestión en las granjas porcícolas del país. La mayor cantidad de CH₄ se produce cuando la porcínaza se almacena en tanques estercoleros u otros sistemas poco oxigenados. La temperatura y el tiempo de retención en la unidad de almacenamiento son dos factores que inciden significativamente en la cantidad de metano producido. Cuando el estiércol se maneja como sólido (p. ej., en pilas de compostaje o patios de secado) o cuando se aplica a campos de cultivo o pastizales, tiende a descomponerse bajo condiciones más aeróbicas y se produce menos CH₄ (IPCC, 2019).

Emisiones directas por gestión del estiércol

N₂O

De acuerdo con (IPCC, 2019), las emisiones directas de N₂O se producen en los procesos de nitrificación y desnitrificación del nitrógeno contenido en el estiércol, durante el almacenamiento y en el manejo que se le da antes de su aplicación al suelo. La nitrificación de los estiércoles almacenados se produce en condiciones anaeróbicas, que favorecen procesos de oxidación del nitrógeno amoniacal, convirtiéndolo en Nitrato. Una vez formados los nitritos y nitratos, ante cualquier situación de anaerobiosis en el almacenamiento de los estiércoles, ocurren procesos de desnitrificación que conllevan a la formación de nitrógeno (N₂) y óxido nitroso (N₂O).

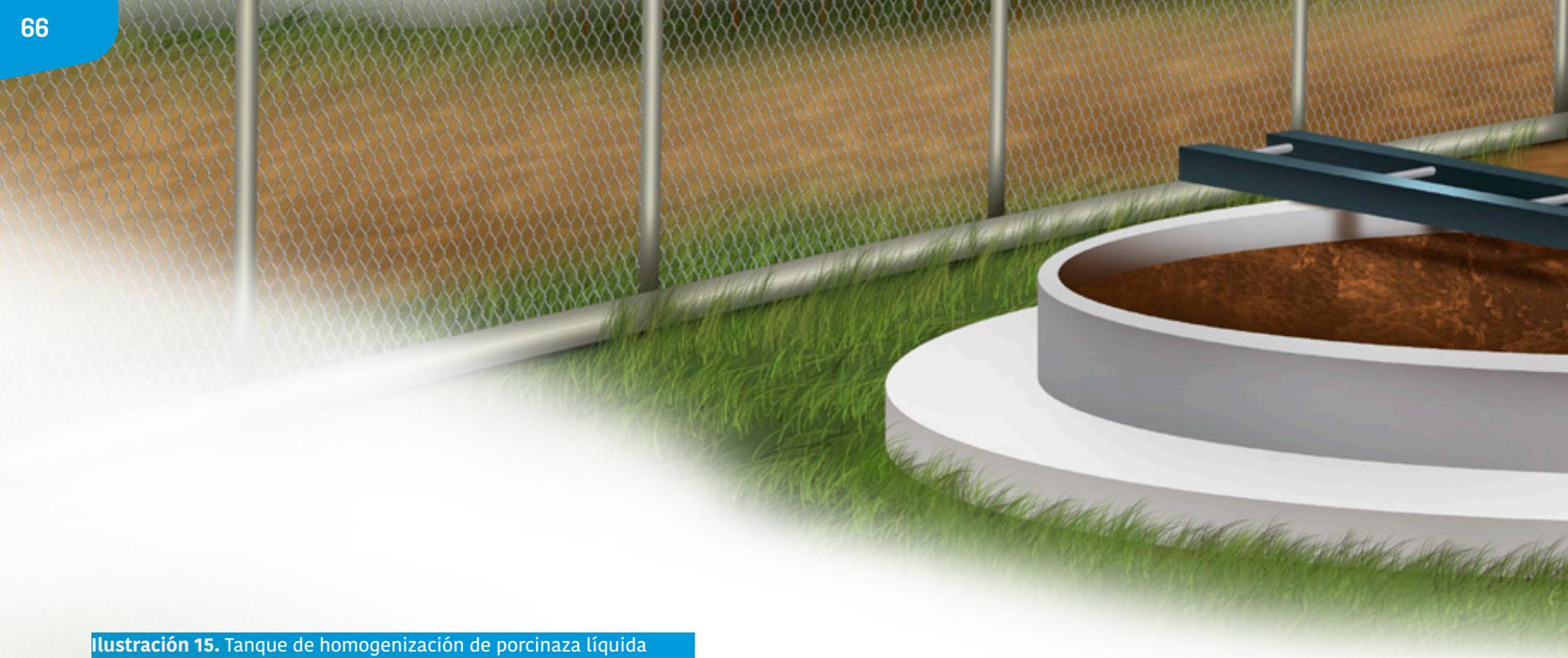


Ilustración 15. Tanque de homogenización de porcínaza líquida

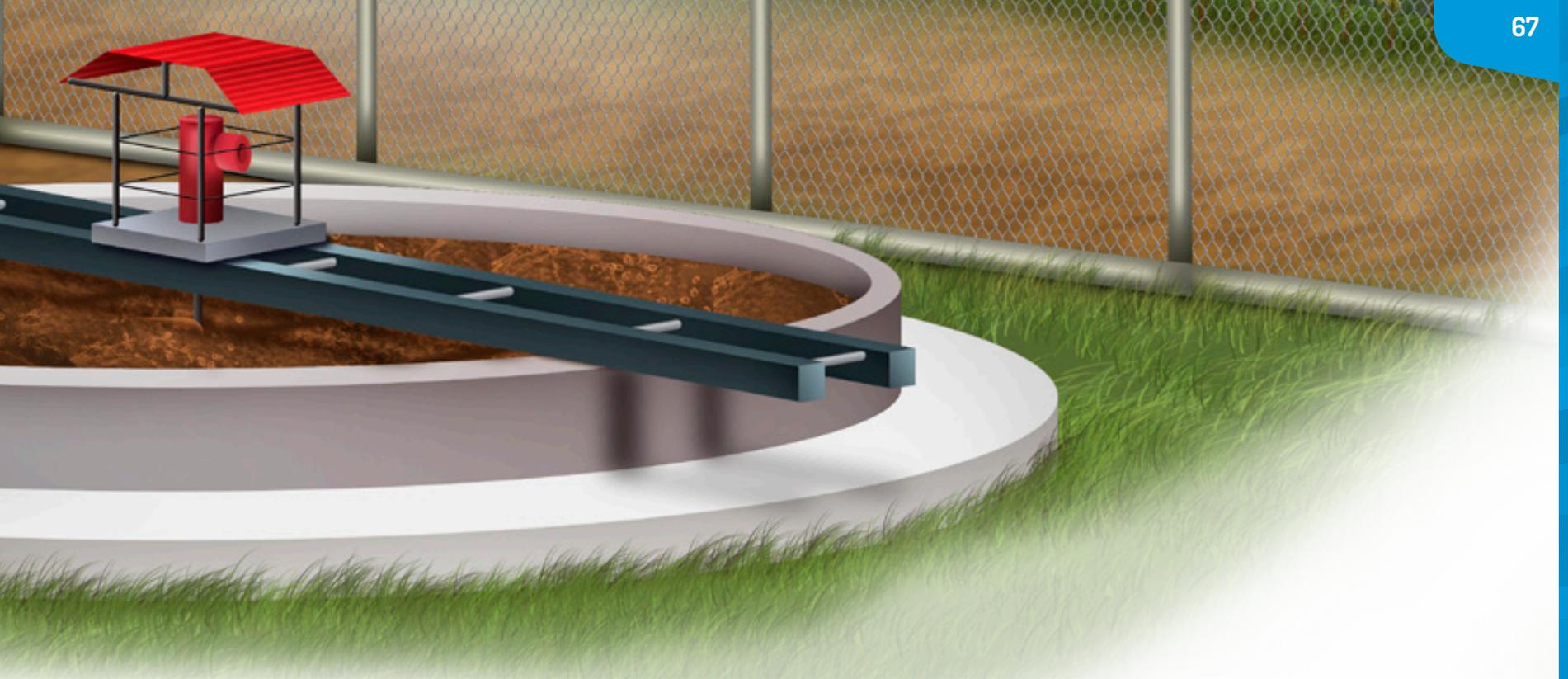
Emisiones indirectas por gestión del estiércol porcino

N₂O

Las emisiones indirectas de N₂O resultan de las pérdidas de nitrógeno volátil que ocurren principalmente en formas de amoníaco (NH₃) y óxidos de nitrógeno (NO_x) (IPCC, 2019). La emisión de N₂O de la porcínaza durante su almacenamiento y tratamiento, depende de su contenido de nitrógeno y de carbono, así como de la duración del almacenamiento y del tipo de tratamiento.

Aspectos que influyen en los cálculos de los GEI

De acuerdo con los lineamientos del (IPCC, 2019) para los cálculos de las emisiones de los GEI, se emplean factores de emisión que están asociados a los sistemas de gestión del estiércol, que se multiplican por los datos de actividad correspondientes a los inventarios de población promedio de ganado porcino.



Población porcícola nacional

En Colombia, la entidad encargada de consolidar y actualizar los inventarios porcícolas, es el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA, 2019), con base en los datos de vacunación que suministran conjuntamente el mismo ICA y la Asociación Colombiana de Porcicultores (Porkcolombia-FNP). Dado que estos inventarios representan realmente la totalidad de la producción porcícola cada año, para el cálculo de las emisiones se estima la población promedio anual mediante la Ecuación 10.1 del (IPCC, 2019). En el caso de las poblaciones de cerdos estáticas como lo son los animales de cría (madres y machos reproductores) cuyo ciclo de vida

es mayor a 6 meses, la población promedio anual es el mismo dato relacionado en el censo nacional del ICA, pero para estimar la población promedio anual de los cerdos para beneficio, con ciclo de vida menor a 6 meses, se requiere del empleo de la ecuación 10,1, dado que la mayoría de los animales de poblaciones en crecimiento está viva durante solo una parte del año, que según datos de Porkcolombia (2018) es de 161 días, en promedio.

$$\text{AAP} = \text{Días_viva} * (\text{NAPA} / 365)$$

(Ec.10.1 IPCC, 2019)

Dónde:

AAP: Población promedio anual

NAPA: Cantidad de animales producidos anualmente

Días viva = Hasta la fecha se ha trabajado con la constante de 180 días, que ha sido el tiempo que tardan los cerdos de ceba en llegar al peso ideal para beneficio.

De acuerdo con el historial de reportes de emisiones de GEI realizado por el IDEAM, la población promedio de animales por actividad, que se empleó para dichos cálculos, fue la siguiente:

Tabla 2. Población promedio anual, en número de animales, de ganado porcino en los años de reporte de GEI

Año	PORCINOS < 6 MESES	PORCINOS > 6 MESES	TOTAL
1990	1.779.628	860.372	2.640.000
2000	1.228.634	690.411	1.919.045
2005	570.241	1.211.532	1.781.772
2010	1.047.172	1.424.530	2.471.701
2014	1.178.492	1.565.591	2.744.083

Fuente: Porkcolombia, 2014.



Sistemas de gestión del estiércol porcino en Colombia

Las emisiones del sector porcícola en el país están determinadas en gran medida, por los sistemas de gestión del estiércol en las granjas, pues cada uno de ellos tiene su propio factor de emisión, siendo más alto en aquellos donde la porcínaza líquida es almacenada por algún periodo de tiempo, generando condiciones anóxicas que llevan a la producción de metano. Para efectos de los cálculos realizados por el IDEAM, la Asociación Porkcolombia - FNP, suministra la información sobre el porcentaje de porcínaza que se gestiona en el país, a través de cada uno de los sistemas de gestión del estiércol que establece el IPCC.

Dado que en Colombia son muchos los sistemas reportados, varios de ellos con distintos nombres en cada región, fue necesario que el gremio realizará una validación de todos los sistemas de gestión de estiércol empleados en el país, ajustándose a las distintas categorías determinadas por él (IPCC, 2006). Esta validación fue realizada para la construcción de la herramienta “Carbono Neutro Porkcolombia”, usada por la organización para hacer un primer acercamiento al cálculo de las emisiones GEI en las granjas porcícolas del país (Tabla 3) (Porkcolombia, 2018).

Tabla 3. Sistemas de gestión de la porcínaza empleados en el país, validados con la guía IPCC 2006, para el cálculo de las emisiones de GEI del sector AFOLU

Sistema de gestión de estiércol	Validación de sistemas de gestión en Colombia” Porkcolombia - FNP
<p>Distribución diaria</p>	<p>Se entiende cuando la porcínaza líquida es almacenada en tanque estercolero y aplicada a los pastos y cultivos en un término menor o igual a 24 horas. La distribución debe ser homogénea sin generar encharcamiento o escorrentía. Aplica también para porcínaza sólida que es recolectada en seco y es aplicada en pastos y cultivos en un tiempo menor o igual a 24 horas.</p> <p>NOTA: no aplica para zanjas y/o cañadas porque es considerado un vertimiento.</p>
<p>Almacenaje de sólidos</p>	<p>Conocido como lecho de secado. La porcínaza sólida es secada, almacenada y empacada para su posterior uso en la granja o en otros sitios. Aplica también para cuando la porcínaza es apilada o amontonada por largo tiempo, no se voltea y el lugar puede estar cubierto o no cubierto.</p> <p>NOTA: aunque este almacenaje puede incluir otros materiales no es la cama profunda. Tampoco es un compostaje.</p> <p>Ilustración 16. Lecho de secado antiguo en una granja</p> 

Sistema de gestión de estiércol

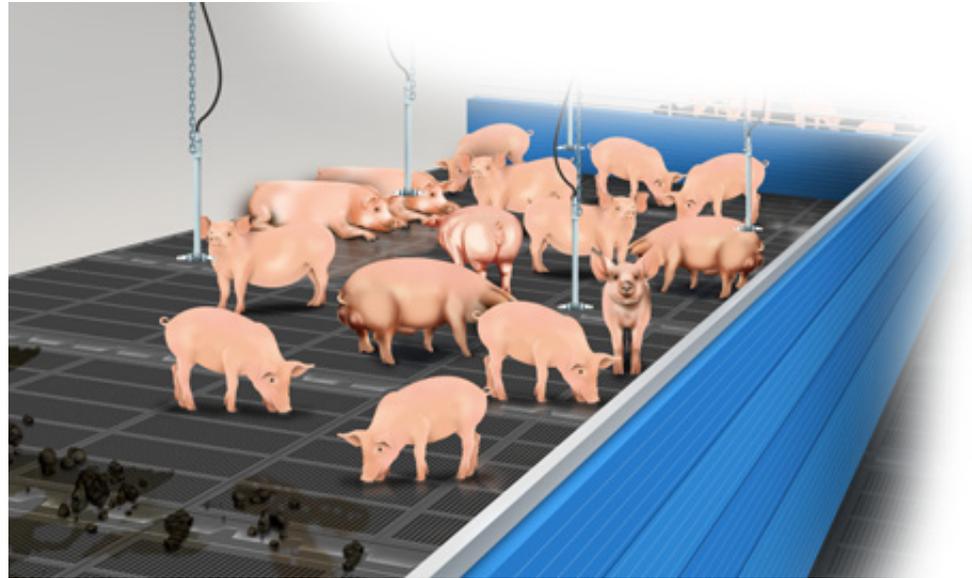
Validación de sistemas de gestión en Colombia Porkcolombia - FNP

Hace referencia a la gestión del estiércol en los corrales de precebo y ceba con piso en cemento, los cuales, aunque se hace un recogido en seco periódico, la limpieza total del corral se realiza cuando finaliza el lote.

NOTA: No volver a contabilizar la porcinaza generada en estos corrales en otro sistema de gestión de estiércol. Si se realiza lavado todos los días, no aplica este sistema de gestión de estiércol. Otras fases (gestación y lactancia) quedan por fuera de este sistema porque la recolección y/o lavado de instalaciones puede que se realice diariamente.

Ilustración 17. Cerdos corrales grupales en granjas porcícolas

Corral de engorde



Sistema de gestión de estiércol

Validación de sistemas de gestión en Colombia Porkcolombia - FNP

Hace referencia a los tanques estercoleros y los hay de dos clases: con costra natural (nata o capa en la superficie del líquido) y sin costra natural. El almacenamiento en tanques estercoleros puede ser de varios días o meses, pero no más de un año.

NOTA: No son lagunas de oxidación porque no tienen sistema de aireación.

Ilustración 18. Tanques estercoleros construidos en concreto en granjas porcícolas

Líquido/Fango
-Con cobertura de costra natural
-Sin cobertura de costra natural



Sistema de gestión de estiércol

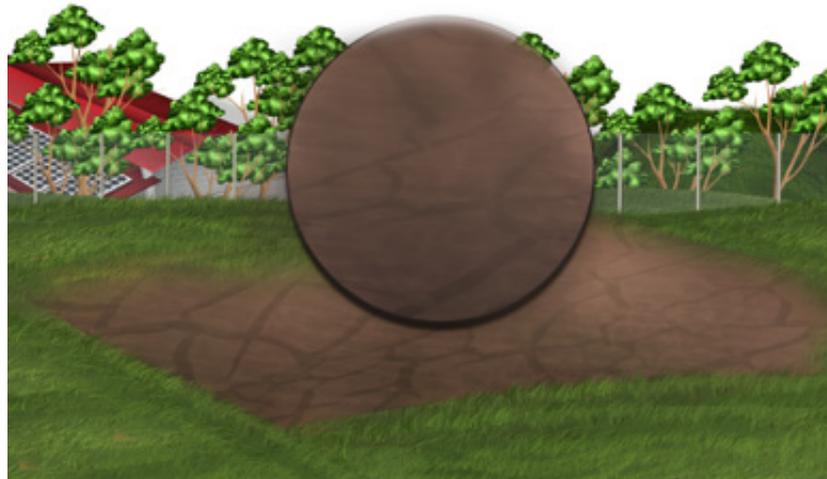
Validación de sistemas de gestión en Colombia Porkcolombia - FNP

Son lagunas no cubiertas construidas en tierra e impermeabilizadas con geomembrana o cualquier otro material para el almacenamiento de porcínaza por periodos largos de uno o más años. En estas lagunas, las bacterias trabajan en ausencia de oxígeno y degradan la materia orgánica bajo unos largos tiempos de retención.

NOTA: No son lagunas de oxidación porque no tienen sistema de aireación. Tampoco aplica para tanque estercolero. No es un biodigestor tipo laguna.

Ilustración 19. Laguna anaeróbica para el almacenamiento de porcínaza en granja porcícola

Laguna anaeróbica no cubierta



Sistema de gestión de estiércol

Validación de sistemas de gestión en Colombia Porkcolombia - FNP

Almacenamiento en pozos por debajo de lugares de confinamiento animal

Hace referencia a los cárcamos y/o fosas inundables debajo de un suelo tipo rejilla (slats), donde la porcínaza se retira periódicamente o al finalizar el lote. Comúnmente se encuentra en la fase de precebo, pero también en otras etapas como la lactancia o la gestación.

Ilustración 20. Cárcamos para el almacenamiento temporal de porcínaza en granja porcícola



Sistema de gestión de estiércol

Validación de sistemas de gestión en Colombia Porkcolombia - FNP

Aplica para biodigestores, independiente de la tecnología (Taiwán, laguna cubierta, etc.).

Ilustración 21. Biodigestor Tipo Taiwán



Digestor anaeróbico

Camas profundas para vacunos y porcinos
-Sin mezclado
-Mezclado activo

Es un sistema de gestión de estiércol que utiliza material absorbente que puede ser cascarilla de arroz o viruta de madera (aserrín) con el fin de absorber la humedad dentro del corral. Las capas del material absorbente son de más de 40 cm de sustratos, no se realiza lavado a las instalaciones y el sustrato es cambiado en su totalidad cada 6 a 12 meses. Las camas profundas y semiprofundas se les retiran el material húmedo de manera diaria, y toda la cama es retirada cuando sale el corral y se realiza lavado y desinfección de este.

Sistema de gestión de estiércol

Validación de sistemas de gestión en Colombia Porkcolombia - FNP

Camas profundas para vacunos y porcinos
-Sin mezclado
-Mezclado activo

Ilustración 22. Sistemas de cama profunda



Fabricación de abono orgánico (compost) – en tambor

Se hace en sistemas con estructuras definidas, puede ser en materiales como la guadua. Este sistema de gestión de estiércol se contempla para la mortalidad, pero no se cuantifica en la sección de gestión de estiércol. En la sección de mortalidad, este factor de emisión ya se encuentra definido por defecto. También aplica cuando la porcina es compostada en casetas o cajones parecidos a los de la mortalidad, aun cuando no contengan cadáveres.

Sistema de gestión de estiércol

Validación de sistemas de gestión en Colombia Porkcolombia - FNP

Este proceso de compostaje de porcínaza, implica aireación, control de humedad y temperatura. De lo contrario no es un proceso de compostaje.

NOTA: Se debe verificar si hay aireación y volteo, así como su frecuencia. No aplica lecho de secado.

Ilustración 23. Sistemas de compostaje.

Fabricación de abono orgánico (compost) – Pila estática



Fabricación de abono orgánico (compost) – intensivo en filas

Este proceso de compostaje de porcínaza, implica aireación, control de humedad y temperatura. De lo contrario no es un proceso de compostaje.

NOTA: Se debe verificar si hay aireación y volteo, así como su frecuencia. No aplica lecho de secado.

Sistema de gestión de estiércol

Validación de sistemas de gestión en Colombia Porkcolombia - FNP

Fabricación de abono orgánico (compost) – intensivo en filas

Ilustración 24. Compostaje convencional en granjas porcícolas



Fabricación de abono orgánico. (compost) – pasivo en filas

Este proceso de compostaje de porcínaza, implica aireación, control de humedad y temperatura. De lo contrario no es un proceso de compostaje.

NOTA: Se debe verificar si hay aireación y volteo, así como su frecuencia. No aplica lecho de secado.

Fuente: Porkcolombia – FNP, 2018.



Resultados de las emisiones de GEI del sector

Los resultados de los reportes históricos del IDEAM sobre los inventarios de GEI del sector porcícola se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 4. Resultados históricos de los cálculos de emisiones de GEI por gestión del estiércol porcino en Colombia (Gg CO₂ equivalente)

Categorías	1990	2000	2005	2010	2014
Directas 3C6hi Porcinos < 6 meses	96	59	60	109	115
Directas 3C6hi Porcinos > 6 meses	89	82	51	170	186
Indirectas 3C6hi Porcinos < 6 meses	55	34	34	31	37
Indirectas 3C6hi Porcinos > 6 meses	21	21	22	50	56

(IDEAM, PNUD, Minambiente, DNP, CANCELLERIA, 2018)

Como se aprecia en la tabla 4, las emisiones directas son mayores que las indirectas, debido a la producción de importantes fracciones de metano, directamente de los sistemas de gestión de la porcínaza líquida a nivel de tanques estercoleros y otros sistemas de almacenamiento.

En cuanto al comportamiento histórico de las emisiones de GEI del sector porcícola, se puede observar un notorio incremento entre los años 2000 y 2014, pasando de 196 a 394 Gg CO₂-eq., lo que representa un incremento del 101%. Tal comportamiento se explica por el aumento de la población porcina en el país, que tuvo un crecimiento del 43% durante este periodo.

Finalmente, es importante mencionar que el IDEAM está realizando una actualización del inventario nacional de GEI, para la serie 1990 – 2019, empleando

la guía de refinamiento a la metodología IPCC del 2006 publicada en el 2019. Por ahora, la última actualización disponible de esta cifra, presentada en el Segundo Informe Bienal de Actualización (IDEAM, PNUD, Minambiente, DNP, CANCELLERÍA, 2018), muestra que el sector porcícola emitió 518 Gg CO₂-eq, obtenidas de sumar las emisiones de las categorías de fermentación entérica, gestión del estiércol y las emisiones indirectas de la gestión del estiércol.



Experiencias en la estimación de la huella de carbono del sector porcícola colombiano.

Estimación de la huella de Carbono del sector porcícola Departamento de Córdoba

La Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS) y la Fundación Integral para el Diseño y Ejecución de Proyectos, Asesorías, Desarrollo Empresarial y Social (PRADES) desarrollaron un estudio orientado al cálculo de la huella de carbono del sector porcícola y promoción de acciones para la disminución de emisiones de GEI

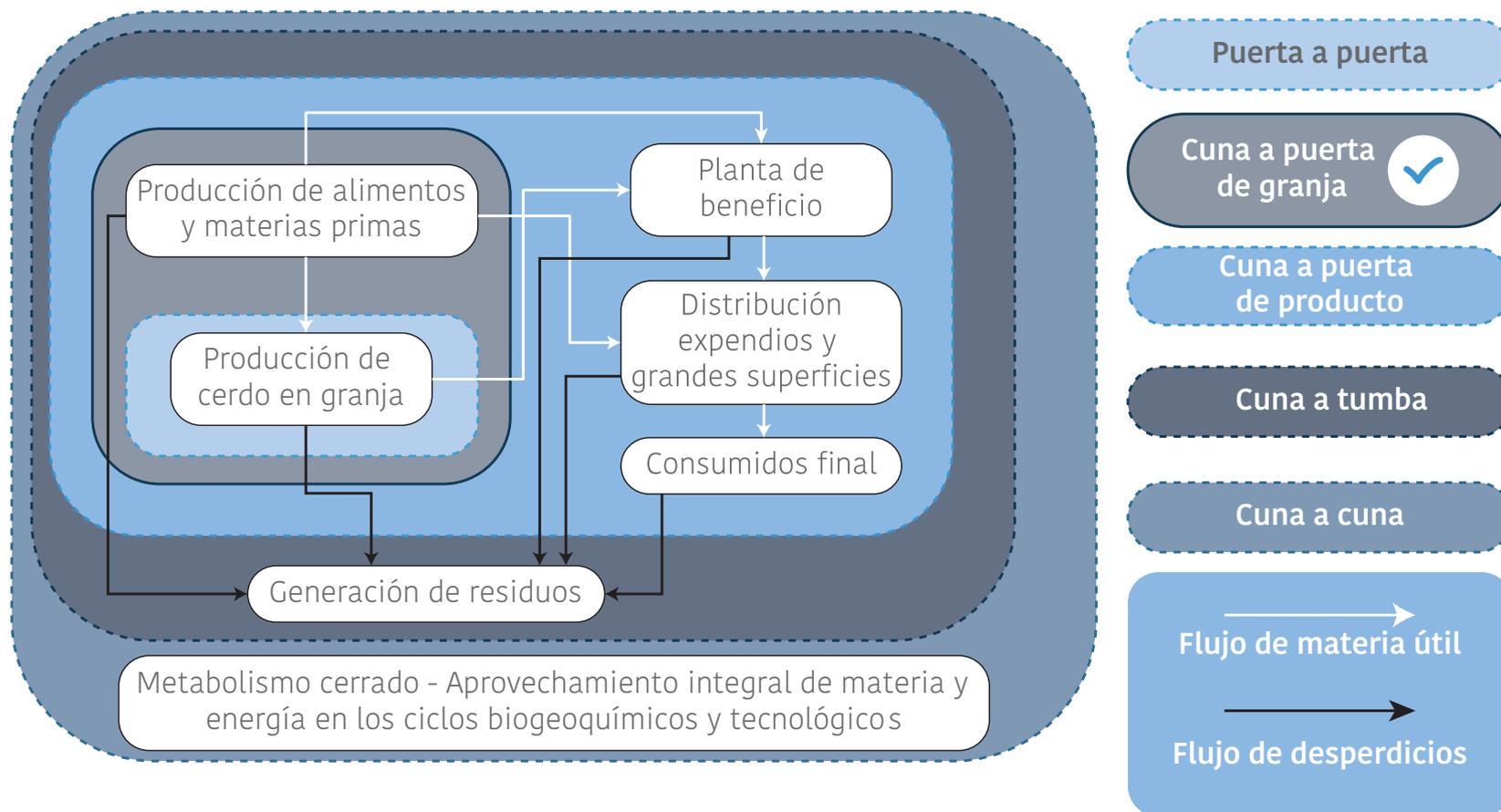
en el departamento de Córdoba. Se realizó un diagnóstico de las emisiones asociadas a la fermentación entérica, el consumo de combustibles y la refrigeración en ocho granjas porcícolas del departamento. Este proyecto estimó una huella de carbono 147.8 ton de CO₂ equivalente en estas granjas y presentó un plan de acción para la disminución de estas emisiones.

Experiencias en estimación de la huella de Carbono del sector porcícola bajo la perspectiva del Análisis del ciclo de vida (ACV).

En el marco del proyecto *Propuesta de evaluación para la mitigación de impactos ambientales y sus potenciales beneficios económicos en granjas porcícolas* (Mendoza, 2020), realizado por Porkcolombia-FNP, se evaluaron los impactos ambientales de la cadena de suministro de las materias primas y la producción primaria de la carne de cerdo usando el enfoque metodológico del Análisis de Ciclo de Vida (ACV o LCA por sus siglas en inglés), que se basa en estándares ISO 14040 e ISO 14044 (ISO, 2006), y evalúa diversas categorías de impacto según los límites del sistema que se quiera analizar (Figura 10).

En el proyecto se realizó una cuantificación preliminar de las categorías: calentamiento global, agotamiento de recursos abióticos (agua y combustibles fósiles), eutrofización, ocupación o uso de suelo y acidificación, evaluadas en 3 granjas ubicadas en los municipios Turmequé y Tibasosa en Boyacá, y en San Antonio de Tequendama en Cundinamarca. Las granjas fueron seleccionadas por Porkcolombia-FNP y se definió el alcance del análisis “de la cuna a la puerta de granja” (Figura 10).

Figura 10. Alcance “de la cuna a la puerta” (“Cradle to gate”) del ACV en la producción primaria de cerdo



Fuente: (Mendoza, 2020)

Con la recolección de información primaria y secundaria, se estimó el inventario del ciclo de vida (ICV) mediante balances de materiales en los medios líquido, sólido y gaseoso (manejo de purines, aguas de proceso, sistemas de tratamiento y balance de nutrientes en planes de fertilización), en conjunto con bases de datos disponibles de cadenas de suministro de alimentos (mezcla de alimentos en concentrados balanceados) con lo que se logró estimar las categorías antes mencionadas.

En la Tabla 5 se observan los diferentes escenarios o alternativas de manejo analizados, y en la Figura 11, los resultados del análisis en la categoría de cambio climático para un año de cuantificación para cada granja.

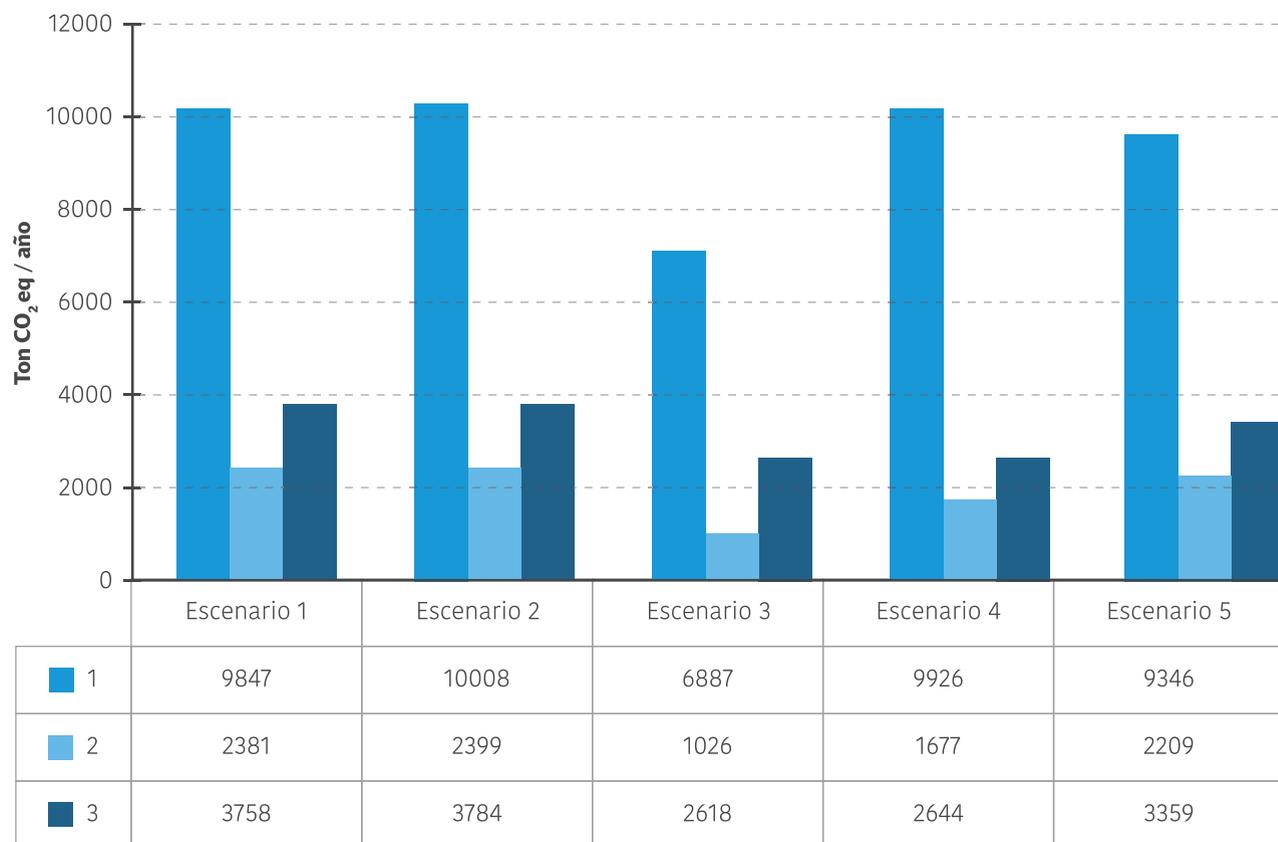
Tabla 5. Escenarios o alternativas de manejo en las tres (3) granjas porcícolas evaluadas

Granja	Escenario 1	Escenario 2
1	Sin tratamiento (sistema de referencia). Producción de cerdo con el descargue directo del estiércol a los cuerpos de agua sin tratamiento ni aprovechamiento de residuos con alimento balanceado consumido en la actualidad por la granja.	Medidas de manejo existentes. Escenario actual de manejo de la granja, consumo de alimento balanceado, manejo de sólidos con compostaje, dos (2) biodigestores con aprovechamiento de energía térmica y plan de fertilización existente en suelos de la granja.
2	Sin tratamiento (sistema de referencia). Producción de cerdo con el descargue directo del estiércol a los cuerpos de agua sin tratamiento ni aprovechamiento de residuos con alimento balanceado consumido en la actualidad por la granja.	Medidas de manejo existentes. Escenario actual de manejo de la granja, consumo de alimento balanceado, manejo de sólidos con compostaje, plan de fertilización existente en suelos de la granja. No se contemplan biodigestores.
3	Sin tratamiento (sistema de referencia). Producción de cerdo con el descargue directo del estiércol a los cuerpos de agua sin tratamiento ni aprovechamiento de residuos con alimento balanceado consumido en la actualidad por la granja.	Medidas de manejo existentes. Escenario actual de manejo de la granja, consumo de alimento balanceado, manejo de sólidos con compostaje, plan de fertilización existente en suelos de la granja. No se contemplan biodigestores.

Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5
<p>Manejo de sólidos y consumo de alimento balanceado equivalente al escenario 2, ajuste del tamaño de los biodigestores del escenario 2 con aprovechamiento de energía térmica y generación de energía eléctrica.</p> <p>No se contempla plan de fertilización.</p>	<p>Manejo de sólidos y consumo de alimento balanceado equivalente al escenario 2, ajuste del tamaño de los biodigestores del escenario 2 con aprovechamiento de energía térmica y generación de energía eléctrica, y aplicación del plan de fertilización ajustado a las condiciones de salida del proceso de biodigestión.</p>	<p>Manejo de sólidos y los dos (2) biodigestores equivalentes al escenario 2, cambio de dieta del alimento balanceado respecto a los escenarios 1,2,3 y 4, y aplicación del plan de fertilización ajustado a las condiciones del cambio de dieta.</p>
<p>Manejo de sólidos y consumo de alimento balanceado equivalente al escenario 2, se incluye el uso de biodigestores y no se contempla el plan de fertilización.</p>	<p>Manejo de sólidos y consumo de alimento balanceado equivalente al escenario 2, se incluye el uso de biodigestores y aplicación del plan de fertilización ajustado a las condiciones del proceso de biodigestión.</p>	<p>Manejo de sólidos equivalente al escenario 2, cambio de dieta del alimento balanceado respecto a los escenarios 1,2,3 y 4, y aplicación del plan de fertilización ajustado a las condiciones del cambio de dieta.</p>
<p>Manejo de sólidos y consumo de alimento balanceado equivalente al escenario 2, se incluye el uso de biodigestores y no se contempla el plan de fertilización.</p>	<p>Manejo de sólidos y consumo de alimento balanceado equivalente al escenario 2, se incluye el uso de biodigestores y aplicación del plan de fertilización ajustado a las condiciones del proceso de biodigestión.</p>	<p>Manejo de sólidos equivalente al escenario 2, cambio de dieta del alimento balanceado respecto a los escenarios 1,2,3 y 4, y aplicación del plan de fertilización ajustado a las condiciones del cambio de dieta.</p>

Fuente: Porkcolombia-FNP. Adaptado de Mendoza, (2020)

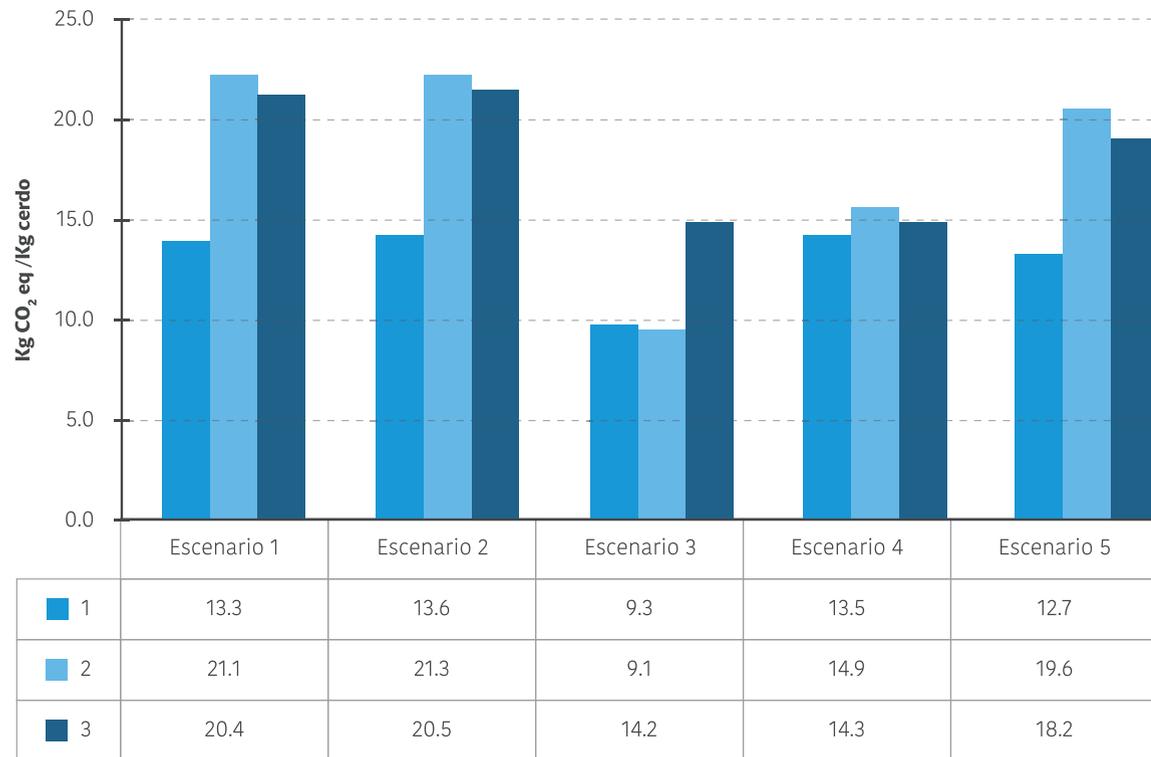
Figura 11. Estimación Gases Efecto Invernadero perspectiva ACV “cradle to farm gate”



Fuente: Porkcolombia-FNP. Adaptado de Mendoza, (2020)

El tamaño de la granja, las alternativas o escenarios de manejo (Ver tabla 5) y condiciones particulares, como el clima y el consumo de agua, afectan directamente el balance de materiales y por ende la cuantificación de los GEI. En la figura12, se observa la estimación de la huella de carbono unitaria a partir de los datos presentados en la figura 11 y la ganancia en peso de los cerdos estimados para el año del inventario.

Figura 12. Estimación huella de carbono perspectiva ACV “Cradle to farm gate”



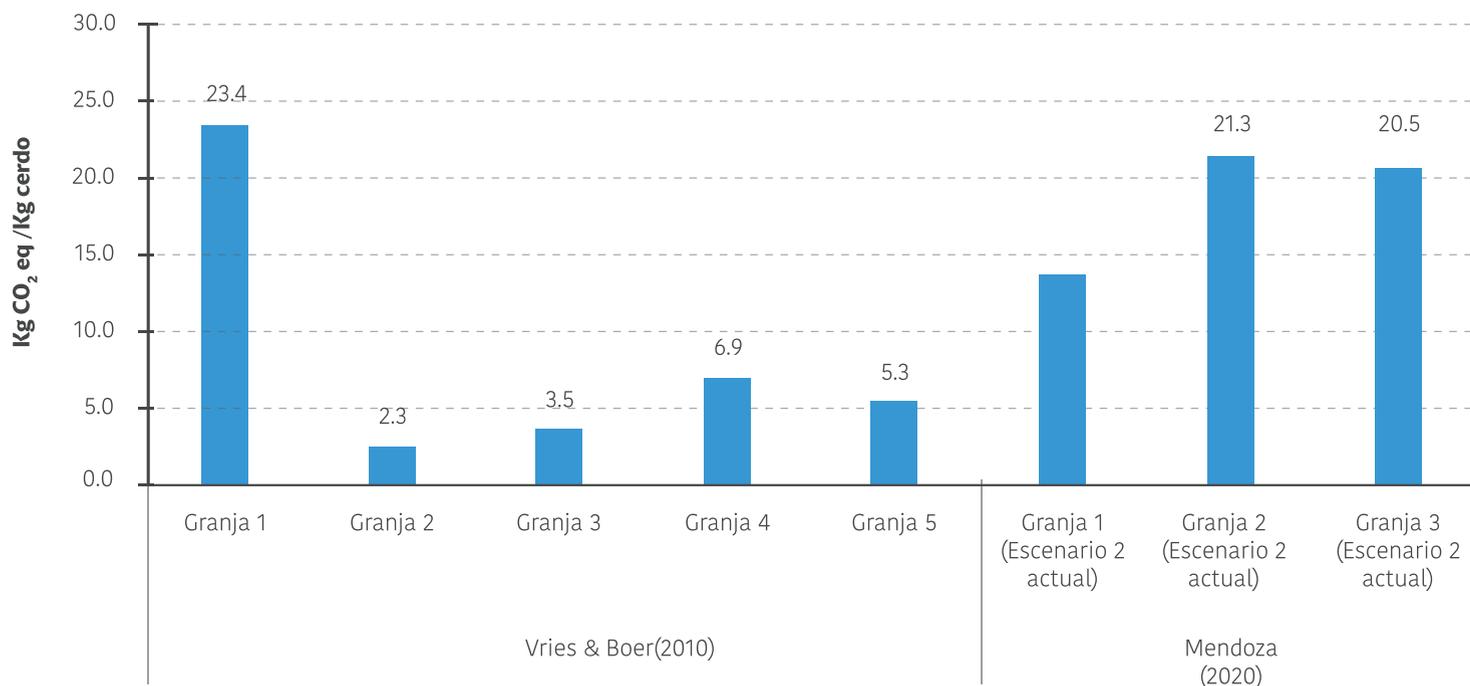
Fuente: Porkcolombia-FNP. Adaptado de Mendoza, (2020)

Se observa que el balance de GEI generado por kilogramo de ganancia en peso de cerdo en una granja porcícola, no solo se relaciona con la fermentación entérica y la conversión de metano (CH₄) en dióxido de carbono (CO₂) por el uso de biodigestores, sino también se debe al balance de gases como el óxido nitroso (N₂O) que depende del contacto de los purines con el aire ambiente según el tipo de tratamiento.

Se observa la comparación de las huellas de carbono por unidad de producto estimadas para las tres

granjas de estudio (Mendoza, 2020), y estimaciones de huella de carbono en referentes bibliográficos (Vries & Boer, 2010). Desde luego las comparaciones son indicativas teniendo en cuenta las diferencias metodológicas que pueden tener los diferentes estudios en cuanto a factores de emisión, modelos de cálculo, detalle en información primaria o secundaria, selección de los potenciales de calentamiento global (p. ej. 20, 50 o 100 años) entre otros factores que hacen parte de la incertidumbre en los inventarios de GEI y el detalle en el alcance o límites del sistema bajo el enfoque ACV.

Figura 13. Comparación de estudios huella de carbono perspectiva ACV “Cradle to farm gate”



Fuente: Porkcolombia-FNP. Adaptado de (Mendoza, 2020) y (Vries & Boer, 2010)

Una vez reducida la huella de carbono según las diferentes alternativas o escenarios de manejo al interior de la granja (biodigestores, planes de fertilización, cambio de dieta u otros), se deben buscar mecanismos para aprovechar todos aquellos residuos y consumo de recursos que propicien la generación de gases de efecto invernadero fuera de granja (p.ej. proyectos de integración energética y aprovechamiento de residuos locales o regionales), y cuando no sea posible reducir o mitigar los GEI, se busquen mecanismos de compensación, como

por ejemplo mediante esquemas regulados o no regulados en el mercado de carbono (Mendoza, 2020), los Planes de Excelencia Ambiental realizados en Porkcolombia-FNP ajustados hacia planes de rehabilitación, recuperación y en lo posible restauración ecológica, certificables en términos de emisiones reducidas (balance de fuentes, sumideros y reservorios de carbono) de la mano con las autoridades ambientales donde se desarrolle la porcicultura.



Experiencias regionales en adaptación y mitigación del cambio climático en el sector porcícola

Uso de biodigestores en el departamento del Tolima

La Corporación Autónoma Regional del Tolima - Cortolima y Porkcolombia-FNP, unieron esfuerzos económicos y científicos para la implementación de prácticas sostenibles para el manejo de los subproductos porcícolas, que permitieran disminuir la contaminación ambiental asociada al vertimiento de la porcínaza en los suelos y fuentes hídricas, así como capacitar y concientizar a los productores porcícolas del Tolima en el manejo ambiental sostenible en sus granjas.

Las actividades se desarrollaron bajo el convenio marco interinstitucional No. 097 de 2010, cuyo objetivo fue promover la adopción de métodos de producción más limpios, ambientalmente sanos y seguros, y la implementación de tecnologías que contribuyan al incremento de la eficiencia en la

utilización de materiales y energías dentro de los procesos productivos.

Desde 2013 se han implementado 21 biodigestores de flujo continuo, 9 composteras para la mortalidad y se entregaron elementos para uso y ahorro eficiente del agua. Dichos proyectos tuvieron cobertura en los municipios Valle de San Juan, Melgar, Carmen de Apicalá, Espinal, Guamo, Icononzo, Lérida, Alvarado, Falan, Mariquita, Natagaima, Coello, Fresno, Casabianca, Villa Hermosa y Piedras.



Ilustración 25. Biodigestores en granjas porcícolas

La implementación de biodigestores surgió de la necesidad de minimizar la contaminación ambiental asociada a los vertimientos de porcínaza líquida, y adicionalmente por la importancia de adoptar tecnologías para el aprovechamiento de energías renovables. Los biodigestores tienen varios beneficios asociados con la producción de biogás, que puede ser aprovechado para la cocción de alimentos en las granjas y en la calefacción de lechones, lo que disminuye la tala de árboles para la producción de leña para cocción de alimentos, y el consumo de energía eléctrica, lo que reduce costos en las granjas asociados a tarifas de electricidad y la compra de pipetas de gas. Con el biodigestor, se evita la deforestación, y como subproducto se obtiene el digestato, fertilizante orgánico estabilizado que mejora las condiciones productivas y sostenibilidad de los suelos agrícolas y con ello la productividad de los cultivos.

Una ventaja muy importante de la implementación de biodigestores es la reducción de emisiones de GEI, puesto que, al producir y aprovechar el biogás, compuesto de CH_4 y CO_2 , se evita su emisión a la atmósfera, reduciendo el impacto ambiental de la granja y el aporte del sector al cambio climático.

Se resalta que los biodigestores son una alternativa para la mitigación del cambio climático, en la medida que disminuyen las emisiones de GEI asociadas al tratamiento del estiércol y la deforestación de las granjas, y también pueden contribuir con la adaptación, dado que el digestato mejora las características de los suelos de forma sostenible, mejorando su capacidad de retención de humedad y resiliencia frente a fenómenos extremos como sequías y lluvias intensas, además de reducir la utilización de fertilizantes sintéticos y la dependencia de fuentes de energías de origen fósil, o hidroeléctrica, que puede subir de precio o escasear durante fenómenos como El Niño.

La Esperanza, Mariquita – Tolima, una granja autosuficiente y orgánica.

El predio La Esperanza, dedicado a la producción porcícola de ciclo completo, se benefició de un biodigestor en geomembrana de flujo continuo y de un reservorio para el biogás, sistema que le permitió al productor obtener beneficios tanto económicos como ambientales.

El predio cuenta con un sistema silvopastoril de una hectárea, que es fertilizado con el digestato generado en el biodigestor, mientras los cultivos de frutales y de verduras son abonados con la porcinaza sólida de la granja.

Beneficios del sistema:

- Producción de biogás, fuente de energía renovable que genera el ahorro de aproximadamente \$150.000 mensuales en la compra de pipetas de gas, ya que el sistema produce gas suficiente para la cocción de los alimentos.
- Producción de fertilizante orgánico para los cultivos de frutas y verduras, convirtiéndose así en un predio de producción agropecuaria orgánica.
- Reducción de la contaminación ambiental asociada a las emisiones de GEI y al vertimiento de porcinaza líquida.
- Disminución de costos e impactos ambientales asociados al uso de fertilizantes sintéticos.

La implementación de este sistema para el uso sostenible de la porcinaza, permitió la transformación productiva de la granja hacia la producción orgánica, obteniendo así beneficios por la producción de alimentos para la familia y el aumento de ingresos por la comercialización de productos agropecuarios orgánicos.



Ilustración 26. Biodigestores y fertilización con digestato en granjas porcícolas

4

La variabilidad climática y los riesgos climáticos en la porcicultura colombiana

4.1

Descripción climatológica y de la variabilidad climática para las principales regiones porcícolas en Colombia

Las granjas porcícolas están distribuidas en las cinco regiones naturales y en la mayoría de municipios de Colombia, por lo que es posible encontrar granjas en climas cálido, templado y frío. Según el censo nacional porcino (ICA, 2020), aproximadamente el 90% del inventario, está en Antioquia y el eje cafetero, Valle del Cauca, la región Caribe, Cundinamarca, Meta y Boyacá.

Las tablas 6 y 7, construidas con base en datos extraídos de estudios del IDEAM (IDEAM, 2020), resumen algunas características climáticas de las principales regiones porcícolas del país. La tabla 6 presenta los rangos de los promedios de temperaturas del aire, las alteraciones más probables durante eventos El Niño y La Niña, y los principales riesgos climáticos asociados con alteraciones de la temperatura en cada zona.

Tabla 6. Rangos de variación de la temperatura del aire en las principales regiones porcícolas del país

REGIÓN	CLIMA	RANGOS DE TEMPERATURA (°C)			ALTERACIÓN MAS PROBABLE DE LAS TEMPERATURAS (°C)		PRINCIPALES RIESGOS CLIMÁTICOS
		MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	EL NIÑO	LA NIÑA	
Antioquia y Eje cafetero	Principalmente templado y frío en zonas altas	15 - 25	18 - 26	10 - 18	Aumento entre 0.5 y 1	Disminución entre 0.5 y 1	Ocurrencia de heladas en zonas altas durante periodos secos
Valle del Cauca	Clima cálido y templado en zonas altas	22 - 26	28 - 32	16 - 20	Aumento entre 0.5 y 1	Disminución entre 0.5 y 1	Altas temperaturas
Región Caribe	Principalmente cálido	26 - 28	32 - 34	20 - 24	Aumentos incluso superiores a 1	Disminución entre 0.5 y 1	Altas temperaturas
Cundinamarca y Boyaca	Clima templado en zonas bajas y frío en los Altiplanos	20 - 22 zonas bajas, 12 - 16 en los altiplanos	28 - 30 zonas bajas, 16 - 22 en los altiplanos	16 - 18 zonas bajas, 8 - 10 en los altiplanos	Aumentos cercanos a 0.5 en los altiplanos y mayores en zonas bajas	Disminución del orden de 0.5	Ocurrencia de heladas en zonas altas durante periodos secos
Meta	Clima cálido	26 - 28	30 - 32	22 - 24	Incrementos entre 0.2 y 0.5 disminuciones en el segundo año del fenómeno	Disminuciones superiores a 0.5 y aumentos en el segundo trimestre del año	Altas temperaturas

Tabla 7. Rangos de variación de la precipitación en las principales regiones porcícolas del país

REGIÓN	RÉGIMEN DE LLUVIAS	LLUVIA ANUAL (mm)	MESES MÁS LLUVIOSOS	MESES MÁS SECOS	ALTERACIONES MÁS PROBABLES DE LAS LLUVIAS		PRINCIPALES RIESGOS CLIMÁTICOS
					EL NIÑO	LA NIÑA	
Antioquia y Eje cafetero	Bimodal	Entre 1500 y 3000	Mayo, Octubre	Enero, Febrero			Excesos de lluvias, granizo, deslizamientos, remociones en masa, sequías
Valle del Cauca	Bimodal	Entre 1000 y 1500	Abril, Octubre, Noviembre	Julio	Deficiencias entre el 20% y el 60%	Excedentes que pueden superar el 60%	Deficiencias hídricas, sequías e inundaciones
Región Caribe	Monomodal	Entre 500 y 1500	Octubre, Noviembre	Enero			Deficiencias hídricas, sequías, encharcamientos e inundaciones
Cundinamarca y Boyaca	Bimodal con excepción de la vertiente oriental de la cordillera	Entre 1000 y 2000 en las zonas bajas y entre 500 y 1000 en los altiplanos	Abril, Octubre, Noviembre	Enero, Junio	Deficiencias que pueden superar el 60% en los altiplanos y en la vertiente occidental	Excedentes principalmente en los altiplanos	Deficiencias hídricas, sequías
Meta	Monomodal	Entre 2500 y 3000	Mayo, Junio	Enero, Febrero	No hay señal clara	Reducciones hasta del 60%	Sequías estacionales

La tabla 7 presenta los rangos de variación de la precipitación, resalta los meses más lluviosos y secos del año, así como las alteraciones más probables de esta variable durante El Niño y La Niña en cada región.

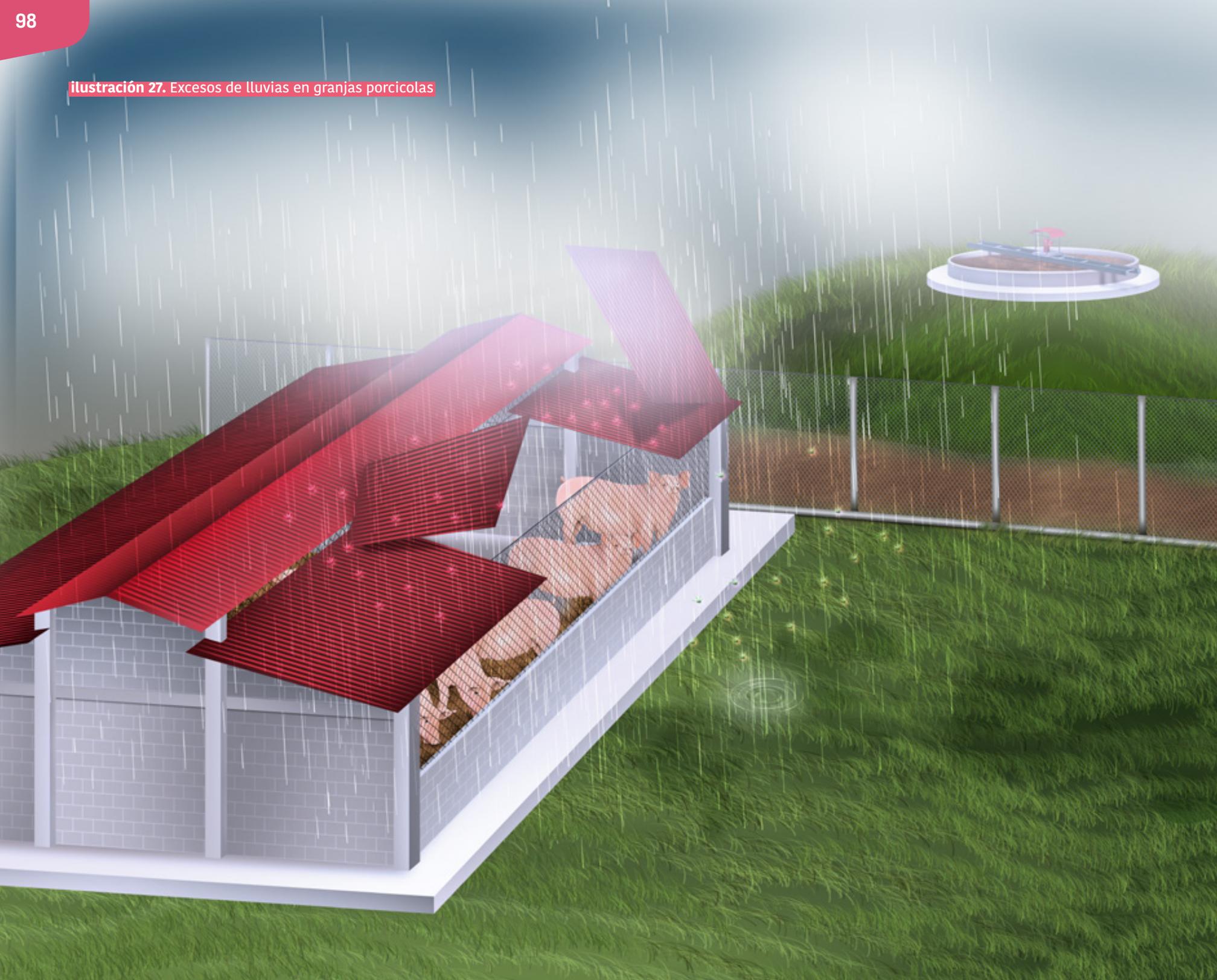
4.2

Análisis de vulnerabilidad y riesgos asociados con la variabilidad y el cambio climático en sector porcícola

Eventos climáticos como sequías, granizo, lluvias intensas, inundaciones y heladas, entre otros, son considerados **amenazas climáticas**, que afectan principalmente a aquellas comunidades y productores más **vulnerables**, y pueden poner en **riesgo** la sostenibilidad y productividad de sus sistemas agropecuarios debido a que pueden generar pérdidas socioeconómicas e impactos negativos en los ecosistemas (Minambiente, 2020). Se presume, que las afectaciones de estos eventos, cada vez más intensos y frecuentes, puede agudizarse con el cambio climático, si no se implementan acciones para reducir la vulnerabilidad (UNGRD, 2018).

El sector porcícola es frecuentemente afectado por diversos fenómenos hidrometeorológicos, por lo que es necesario fortalecer la capacidad de comprender los riesgos, prepararse frente a las amenazas y establecer acciones que permitan reducir los daños. Un primer paso consiste en comprender y unificar los conceptos. En este sentido, las definiciones del concepto de amenaza han sido ajustadas en diversos contextos y para diversos fines (UNGRD, 2018), (IPCC, 2013), (Cardona, y otros, 2012). Por ejemplo, la (UNGRD, 2017) define la amenaza como la **condición en la que un sistema o elemento del sistema enfrentan la ocurrencia de un evento extremo**.

ilustración 27. Excesos de lluvias en granjas porcinas



La amenaza climática para el sector porcícola, puede entonces entenderse como la probabilidad de ocurrencia de condiciones climáticas desfavorables que causen daños o pérdidas en la productividad del sector, como las inundaciones y deslizamientos que afectan las granjas o las sequías que afectan la disponibilidad de agua, pero también, la ocurrencia de lluvias deficitarias de manera prolongada, que sin llegar a consolidar un evento extremo, pueden generar pérdidas de productividad y detonar amenazas derivadas, como problemas de mala calidad de agua o consecuentemente, problemas sanitarios en los animales.

Complementariamente, la vulnerabilidad, propia de cada sistema es determinada por aspectos socioeconómicos, culturales y tecnológicos. La vulnerabilidad del sector va a depender que tanto resulte afectado por las amenazas climáticas y de su capacidad de recibir impactos, asimilarlos y recuperarse de los mismos. En este contexto la vulnerabilidad determina la probabilidad de que una amenaza genere impactos negativos, es decir se materialice como un riesgo, definido como las pérdidas potenciales en el sistema debidas al impacto de la amenaza (UNGRD, 2018). Esta vulnerabilidad dependerá entonces de aspectos propios de la granja, pero también del agroecosistema y de la capacidad de los productores de prepararse para minimizar los impactos negativos.

La escasez de lluvias, y sequías son frecuentes en muchas regiones del país, y la amenaza asociada con estos eventos, tiende a incrementarse durante eventos como El Niño. Esta amenaza por lo general va acompañada de incrementos en la temperatura del

aire, lo que aumenta el consumo de agua de plantas y animales, por lo que aumenta la vulnerabilidad y puede generar riesgos derivados asociados con estrés térmico en los cerdos, principalmente en climas cálidos. La escasez de agua en fuentes hídricas ocasiona afectaciones en la disponibilidad y calidad del agua de suministro para los animales, desencadenando problemas sanitarios y de productividad, también pueden derivar en conflictos sociales en ciertas regiones, con imposición de restricciones y sanciones, además de las afectaciones en la productividad de los cultivos de las granjas, afectaciones en la biodiversidad y amenazas derivadas como la probable ocurrencia de incendios forestales o el ataque de plagas vegetales y animales.

Esta amenaza puede materializar mayores riesgos en las granjas, si se combina con factores de vulnerabilidad como la inexistencia de una cultura de ahorro y aprovechamiento eficiente del agua, falta de acceso o interés por el uso predicciones climáticas para planificación de acciones preventivas, escasa infraestructura para almacenamiento de agua o para el aprovechamiento de fuentes alternativas de agua como las lluvias o pozos subterráneos.

La degradación de las cuencas hidrográficas, también es un factor de vulnerabilidad que puede reducirse con prácticas de reforestación y protección de la vegetación y manejando sosteniblemente los suelos. Estas condiciones de vulnerabilidad son frecuentes en áreas áridas de escasa o inadecuada disponibilidad de agua, como algunas áreas de la región Caribe, lo que pone frecuentemente en alto riesgo la sostenibilidad de los sistemas porcinos en estas zonas.

Ilustración 28. Sequías o deficiencias de lluvias en granjas porcícolas

Eventos como lluvias extremas o periodos prolongados con lluvias intensas y frecuentes, conducen a altos niveles de humedad en los suelos y pueden generar derrumbes, deslizamientos y afecciones en las vías de acceso a las granjas. Estos eventos, constituyen amenazas para las actividades del sector en zonas de montaña, principalmente se presentan durante los periodos lluviosos, y su frecuencia e intensidad tiende a ser mayor durante eventos como La Niña, mientras que en zonas planas y durante periodos secos la amenaza de derrumbes y deslizamientos es considerablemente menor. Las áreas deforestadas y/o con suelos degradados, son más vulnerables, que aquellas en las que los suelos y cuencas han sido mejor conservadas, donde las coberturas vegetales y raíces de los árboles disminuyen la escorrentía, la degradación y contribuyen a mantener el suelo.

Las principales afectaciones al sector, por derrumbes y/o deslizamientos se dan por inconvenientes en el transporte a las granjas, lo que genera escasez de concentrados y otros insumos, e impide el transporte de los cerdos desde las granjas a las plantas de beneficio, con importantes impactos económicos. Las afectaciones se pueden reducir con el mantenimiento de las vías y con la opción de planificar rutas alternas, teniendo en cuenta información actualizada sobre la ocurrencia de lluvias y pronósticos del tiempo. También es recomendable anticiparse a las condiciones de amenaza, en función de las predicciones climáticas, aumentando el inventario de insumos, así como evitar largos desplazamientos de animales vivos a plantas de beneficio. En el largo plazo sería importante reducir la dependencia de insumos externos, haciendo uso de insumos y productos de origen local, preferiblemente de la propia granja.





También se pueden presentar daños en la infraestructura física de las granjas, principalmente cuando están ubicadas en zonas de alta pendiente y no se adelantan tareas de prevención, que reduzcan su vulnerabilidad como el mantenimiento de infraestructura física de las granjas, resane de tuberías, desagües y techos, así como mantenimiento a drenajes y sistemas de conducción de aguas lluvias, plantación de árboles y coberturas vegetales para reducir la escorrentía. Diferentes estudios predicen el aumento de las temperaturas del aire y alteraciones en los patrones de lluvias con el cambio climático. Según estudios del IDEAM, la temperatura media del país podría aumentar en 0,9 °C para el año 2040, 1,6°C al 2070 y 2,14°C a 2100, mientras la precipitación podría reducirse entre el 10% y 40% en cerca del 32% del área a 2040, principalmente en la región Caribe y aumentar hasta en un 40% en algunas áreas de la región Andina (IDEAM, 2017). Se aclara que estos cambios no estarían distribuidos homogéneamente a lo largo del año, sino más bien asociados al aumento de intensidad y frecuencia de eventos extremos, por lo que las condiciones de amenaza podrían incrementarse, aumentando los riesgos.

Los sistemas porcinos de clima cálido en la región Caribe, tendrían que enfrentar mayores amenazas frente a deficiencias hídricas, que, sumadas con las altas temperaturas, pondrían en alto riesgo el confort térmico, bienestar y sanidad de los animales, con consecuencias en el consumo alimenticio, la ganancia de peso y las tasas de reproducción. Las granjas de regiones de montaña, principalmente en la

calculado¹ con base en las proyecciones generadas por el IDEAM presentadas en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático TCNCC para el periodo 2011-2040

Región Andina, tendrían que enfrentar la ocurrencia de lluvias más aleatorias, con eventos de lluvias intensas y periodos frecuentes de sequías, por lo que mejorar la capacidad de los agroecosistemas de regular los excesos hídricos durante las lluvias y almacenar humedad para periodos secos será muy importante, así como mejorar la capacidad de almacenar y usar eficientemente el agua, evitar encharcamientos y flujos peligrosos será clave a escala de granja.

El riesgo por cambio climático para el sector agropecuario¹ para el periodo 2011-2040, será mayor en municipios de la región Andina, La Guajira, sur de la región Caribe, Los Santanderes, algunas áreas de Arauca y Casanare, y norte de Caquetá, esto explicado por los altos niveles de sensibilidad y amenaza, así como a los bajos niveles de capacidad adaptativa en estas zonas (FAO & PNUD, 2020).

Según el Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria SIPRA (UPRA, 2020), el área de aptitud agropecuaria para la producción de cerdos es cercana a 27 millones de hectáreas distribuidas en 5 regiones naturales de Colombia. Estas áreas están determinadas, entre otros aspectos, por la aptitud climática para el desarrollo de actividades porcícolas. Según el Estudio de riesgo y Vulnerabilidad por cambio climático en el sector agropecuario en Colombia, con las actuales proyecciones climáticas a 2040, podría aumentar el área de aptitud climática para la producción de cerdos, principalmente en algunas áreas de la Orinoquia y la región Caribe (FAO & PNUD, 2020). En estas áreas podría ser adecuado

promover el incremento de actividades porcícolas, sin embargo, se resalta que las proyecciones climáticas en este estudio no tienen en cuenta el aumento de amenazas asociadas con la variabilidad climática, por lo que sería necesario promover la reducción de la vulnerabilidad frente a fenómenos hidrometeorológicos, para reducir el nivel de riesgo.

Con base en las consultas realizadas a los profesionales regionales del Programa de Sostenibilidad Ambiental y RSE de Porkcolombia, los productores en general no tienen claridad sobre otros aspectos o factores de riesgos asociados con la variabilidad climática en la productividad y rentabilidad del sector, como por ejemplo la ocurrencia de temperaturas altas o heladas, que podrían generar estrés térmico en los animales y aumentar costos energéticos para regulación de temperaturas, o los efectos de alteraciones en la humedad atmosférica o intensidad de los vientos en el bienestar animal y la reproducción. Esto puede deberse en parte a la falta de estudios sobre los parámetros productivos de la porcicultura en relación con las amenazas climáticas, dado que los productores no cuentan con información agroclimática de sus granjas y, con excepción de aquellos involucrados en el manejo de cultivos, no consultan información climática sobre pronósticos o predicciones para tomar decisiones.

Esta falta de acceso y uso de información agroclimática para la planificación y toma de decisiones de manejo productivo en las granjas, constituye un factor de vulnerabilidad, que puede

hacerse crítico en la medida que aumentan las amenazas asociadas con la variabilidad y el cambio climático, por lo que se considera prioritario establecer acciones para reducirla, mediante la generación de información oportuna y relevante sobre las implicaciones del clima y su variabilidad en la productividad y sostenibilidad del sector, así como con base en la capacitación de los productores y su sensibilización frente a problemáticas climáticas y ambientales.

Se recomienda consultar la Guía de Actuación para Emergencias en Porcicultura, construida por Porkcolombia, donde se podrán encontrar consideraciones, normas de seguridad y recomendaciones específicas para la atención de emergencias en la porcicultura, así como indicaciones para realizar análisis de vulnerabilidad específicos en granjas porcícolas y para establecer planes y protocolos de gestión de riesgos en las granjas, que permitirán reducir impactos frente a fenómenos de origen hidrometeorológico como deslizamientos, incendios e inundaciones (Porkcolombia, 2020).



5

La mitigación y adaptación del cambio climático en el sector porcícola en Colombia

Como previamente se describió, las fuentes de emisiones de GEI del sector porcícola incluidas en el inventario nacional realizado por el IDEAM, provienen de la fermentación entérica de los animales, la gestión del estiércol y las emisiones indirectas de la gestión del estiércol. Las medidas de mitigación deberán estar dirigidas inicialmente a intervenir estos procesos con el objetivo de reducir las emisiones, sin embargo, las acciones de mitigación no se limitan solo a esto, también contribuyen a la reducción de emisiones, las medidas que incorporen aumentar los sumideros de carbono en las granjas y el uso eficiente de la energía utilizada en la producción.

En términos generales las medidas recomendadas para mitigar las emisiones de GEI se pueden agrupar según la FAO (FAO, 2019) en:

- Mejoras de productividad que reducen las intensidades de emisiones. Las intensidades de emisión son expresadas en términos de la relación entre los kilogramos o toneladas de GEI emitidos y los kilogramos o toneladas de carne producida. Por tanto, al mejorar la alimentación, salud y cría de animales, y con ello, la eficiencia de la producción, se reduce la intensidad de emisiones.
- Secuestro de carbono: Es clave integrar coberturas de bosques o árboles en las granjas y agro ecosistemas porcícolas, que aumenten las remociones de GEI.
- Integración de la producción en la economía circular: de esta manera se minimizan las fugas de energía y materiales del sistema recirculándolos en la producción.
- A continuación, se describirán algunas acciones que involucran al sector porcícola para contribuir con la mitigación del cambio climático.

5.1 Medida descriptiva para la porcicultura identificada en el marco de la actualización de la NDC 2020.

“En términos generales, el sector porcícola tiene la perspectiva de continuar contribuyendo con la gestión del cambio climático a través de una serie de Acciones cualitativas que no incluyen por el momento un potencial estimado de reducción de emisiones, pero que constituyen marcos de trabajo que posteriormente podrán modelarse para determinar la cantidad de reducciones que aportaran a las metas nacionales, y que fueron incluidas en la actualización de la Contribución Nacionalmente Determinada NDC 2020 de la siguiente manera: *Implementación de nuevas tecnologías orientadas a la reducción de emisiones GEI y el uso de fuentes de energía no convencionales en el subsector porcícola*

Gestión de estiércol

Aprovechamiento de la porcínaza sólida y líquida como medida de gestión de estiércol, utilizando los nutrientes

de la materia orgánica como estabilizador de suelos esperando contribuir a la reducción de emisiones de óxido nitroso asociadas a la gestión del estiércol. Con esta medida se busca mejorar las características de los suelos e incidir en la disminución en el uso de fertilizantes sintéticos y se espera hacer análisis de las posibles mejoras en la producción de biomasa vegetal y los niveles de materia orgánica en los suelos, aumentando por consiguiente la acumulación de carbono.

Otra acción de gestión de estiércol es la reducción de emisiones de CH₄ por medio de la recuperación de energía, obteniendo biogás, que a su vez genera energía térmica o eléctrica a partir de la implementación de biodigestores en las granjas y también se identificó la reducción de la proteína cruda en la alimentación de los animales, llevando a que se disminuya la ingesta de Carbono y se aumente la fibra, reduciendo la producción de CH₄.

Medidas de mitigación territoriales identificadas en el marco de actualización del NDC

El Minambiente con el apoyo del fondo privado Fondo Acción, en el marco del proceso de actualización de la NDC 2020, realizó un ejercicio de identificación y análisis de medidas de mitigación de GEI impulsadas desde los departamentos y municipios del país, producto de esta revisión territorial se construyó una matriz de iniciativas de los sectores agricultura, pecuario, residuos y energía para el aporte a la contabilidad de reducciones.

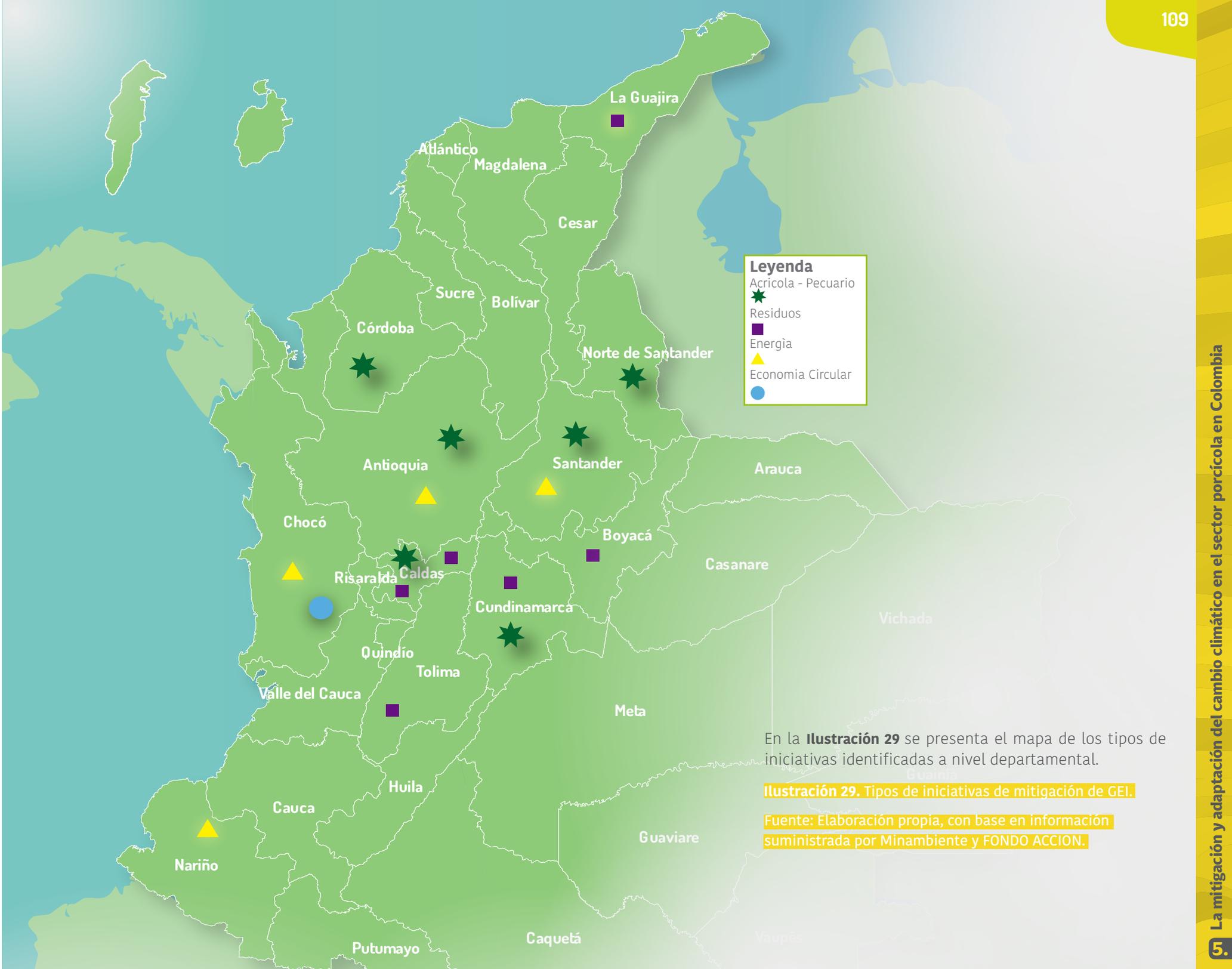
La primera etapa para la construcción de la matriz fue la recolección de la información que partió de un primer ejercicio de compilación de las medidas presentes en los PIGCCT, realizado por la Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo DCCGR del Minambiente, complementada por el equipo del proyecto Moviendo la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (MECDBC) para el área del proyecto*, para este fin se extrajo información de los Planes Integrales de Cambio Climático (PIGCCT) disponibles y de otras fuentes de consulta como Planes de adaptación, Planes de desarrollo y otros instrumentos de planificación que pudieran incorporar medidas de mitigación; así como otra información sectorial que presentan alcance geográfico territorial como información de la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) sobre proyectos, ANH, entre otros. Con esta información se consolidó una base de datos.

Luego, en una segunda etapa, se procedió a adelantar un proceso de validación de la información contenida en la matriz por parte del equipo regional del proyecto, quienes adelantaron un proceso de verificación de la información con la que se depuró la base de datos. Posteriormente,

se continuó con la etapa de identificación de potenciales iniciativas, para lo que se procedió por parte del equipo del proyecto a la unificación de unidades y cálculo de reducciones anuales por iniciativa. Luego, en la cuarta etapa el equipo se concentró en adelantar el cruce información sectorial con las medidas territoriales identificadas, corroborando el alcance geográfico y los datos de actividad.

Finalmente, con esa información depurada hasta este punto se procedió en una nueva etapa a presentar esta información a los principales actores del territorio, encargados de los temas de mitigación del cambio climático y se adelantó la tarea de búsqueda de información detallada en las regiones (línea base y escenario: drivers de crecimiento, datos de actividad y factores de emisión) con lo que se adelantó un análisis de coherencia y validación. Esta información fue suministrada al Ministerio para su posterior análisis y revisión de la pertinencia de incorporación en el ejercicio de actualización de la NDC.

Para adelantar este ejercicio de identificación de las medidas relacionadas con el sector porcícola se procedió a evaluar las medidas de los sectores agropecuario, energía y residuos del ámbito rural que mencionaran temas de buenas prácticas agropecuarias, manejo apropiado de residuos sólidos, biodigestores, entre otras. Luego de realizar este filtro se obtuvo un total de 45 medidas identificadas que se relacionan de manera directa o indirecta con las actividades de desarrollo productivo bajo en carbono relacionadas con diferentes eslabones de la cadena de producción del subsector porcícola





Medidas de mitigación para la reducción de la huella de carbono en el departamento de Córdoba

Estrategias como la implementación de buenas prácticas de manejo de ganado porcino, y operacionales en las granjas, mantenimiento de equipos, sustitución de luminarias por otras más eficientes, compensación mediante siembras de plantas nativas, la gestión integral de residuos sólidos y líquidos, tratamiento y uso de porcinaza sólida y líquida, el compostaje, la recuperación de energía a partir del CH₄ y la transición a energías renovables, son algunas de las estrategias para el control y minimización de la huella de carbono planteadas para el sector porcícola en el departamento de Córdoba (CVS - PRADES, 2020).

Eficiencia energética

Porkcolombia y la Universidad del Valle desarrollaron un estudio de caracterización energética en granjas porcícolas con base a la norma ISO 50001, para la implementación de indicadores y herramientas de seguimiento energético, que permitan la obtención de potenciales de ahorro en los procesos realizados

en granjas del Valle del Cauca (Porkcolombia - Universidad del Valle, 2017). El estudio determinó que las características de uso y consumo de energía eléctrica en las granjas, dependen de las necesidades y las directrices que establecen los administradores y operarios de cada granja, así como de las condiciones climáticas de su ubicación. El mayor consumo de energía eléctrica en las granjas analizadas, corresponde al bombeo de agua, usada para hidratar y lavar a los lechones. Esta actividad se considera entonces prioritaria para identificar potenciales de ahorro y mejorar la eficiencia energética. Se recomendó estudiar los sistemas hidráulicos y de bombeo en términos energéticos, para identificar ajustes, controles o estrategias que garanticen disminución de consumo de energía.

En los procesos de reproducción, cría y engorde de cerdos, la fase que presentó mayor consumo de energía fue la lactancia, debido a los cuidados que requieren los lechones en sus primeros días de vida con respecto al confort térmico y climatización.

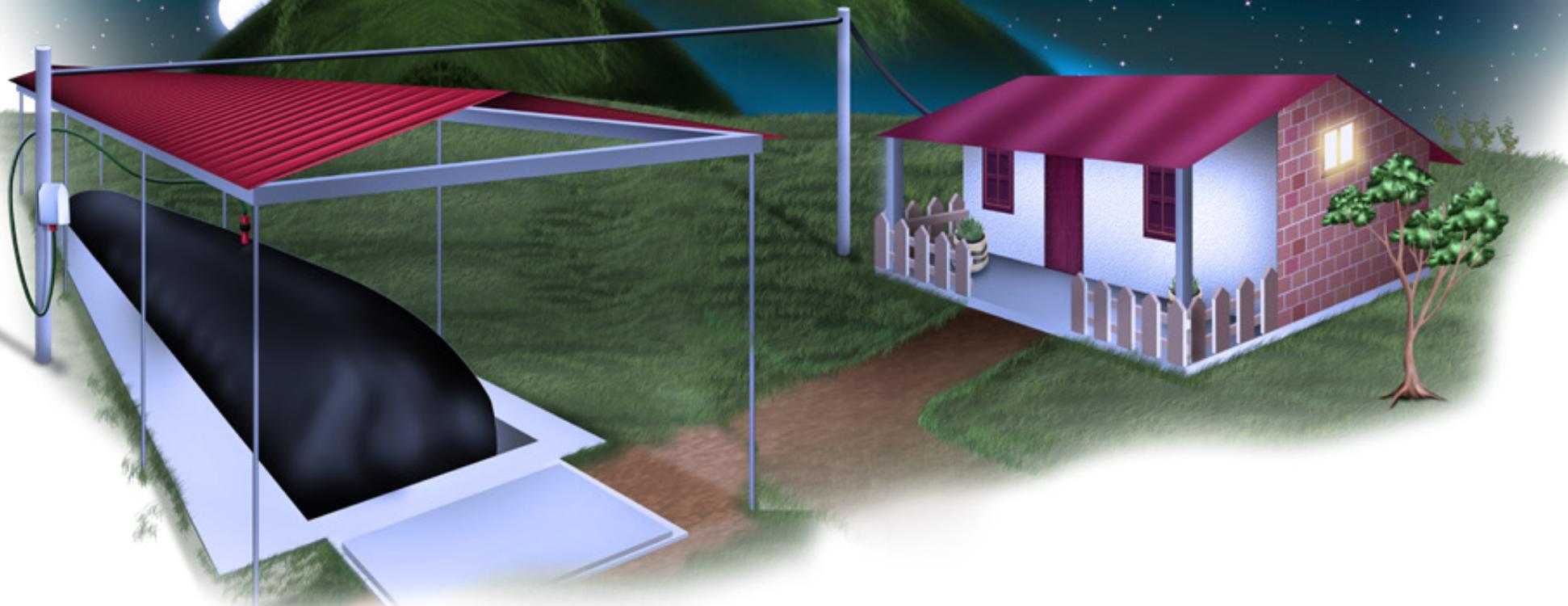


Ilustración 30. Uso de biogas en granja porcícola

En las granjas pequeñas se evidenciaron grandes diferencias entre aquellas con y sin sistemas de calentamiento mediante biodigestores. El aprovechamiento de biogás como alternativa para calentamiento de los lechones en la fase de lactancia y precebo, es una opción de reducción en el consumo eléctrico.

Para atender la necesidad de calentamiento de los lechones, se utilizan como fuentes: la energía eléctrica y/o la energía del biogás en combustión. No se aprovecha la energía térmica solar ni la energía eólica. La energía solar eleva la temperatura por encima de 60 °C en los techos metálicos de la mayoría de las granjas visitadas, por lo que se considera

un recurso renovable disponible que puede contribuir a la producción y confort térmico de los lechones.

El estudio identificó un potencial de ahorro equivalente al 25% del consumo energético en granjas grandes, mayores a 500 hembras de cría. Este ahorro puede lograrse con la implementación de planes de gestión energética orientados al uso de equipos para el bienestar animal más eficientes. Estas oportunidades están asociadas a prácticas operacionales, establecimiento y seguimiento de indicadores, modificación de sistemas energéticos y actualización de tecnologías en los equipos (PRADES - CVS, 2020).

Beneficios tributarios por la implementación de fuentes de energía renovables no convencionales y eficiencia energética

El gobierno nacional expidió el decreto 829 de 2020, definido por la Ley 1715 de 2014, por medio del cual facilita el acceso a los incentivos tributarios para los proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE), con el fin de facilitar el acceso a este mecanismo. La normativa delega a la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), como única entidad para evaluar y certificar los proyectos de **FNCE** y de eficiencia energética que opten por los beneficios tributarios. Dichos proyectos ya no tendrán que realizar el trámite previo ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), cuya duración era de tres meses, por lo que el tiempo para que las compañías puedan acceder a estos beneficios tributarios se reducirá a solo 45 días.

Algunos de los beneficios tributarios a los cuales los proyectos de energía no convencionales pueden acceder, son la reducción del impuesto sobre la renta hasta del 50% del valor de las inversiones en un plazo de cinco años, la exclusión de IVA por la compra de bienes y servicios, cero aranceles y una depreciación acelerada que no puede superar el 20% anual. Es de mencionar que este beneficio de deducción de renta también se estableció para proyectos de eficiencia energética. Para profundizar se recomienda revisar la Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la Ley 1715 de 2014 (UPME, 2020).

En el Plan Nacional de Desarrollo se decidió ampliar estos beneficios tributarios, por lo que la deducción de renta pasó de cinco a 15 años y se estableció una exclusión automática del IVA para la adquisición de paneles solares, inversores de energía y controladores de carga para sistemas de energía solar.

El Decreto 829 de 2020 también indica que las empresas nuevas pueden acceder a la deducción de renta a partir del año gravable siguiente a la entrada en operación del proyecto de energía no renovable. Complementariamente, la resolución 196 de 2020 establece los requisitos y el procedimiento para acceder a los beneficios tributarios de descuento en el impuesto de renta, deducción de renta y exclusión del IVA para proyectos de gestión eficiente de la energía. La UPME tiene la capacidad para actualizar la reglamentación y racionalizar los trámites para que las compañías con proyectos de energía no renovables puedan acceder a los beneficios tributarios de manera digital.



Ilustración 31. Paneles solares en el techo de una planta de benefició

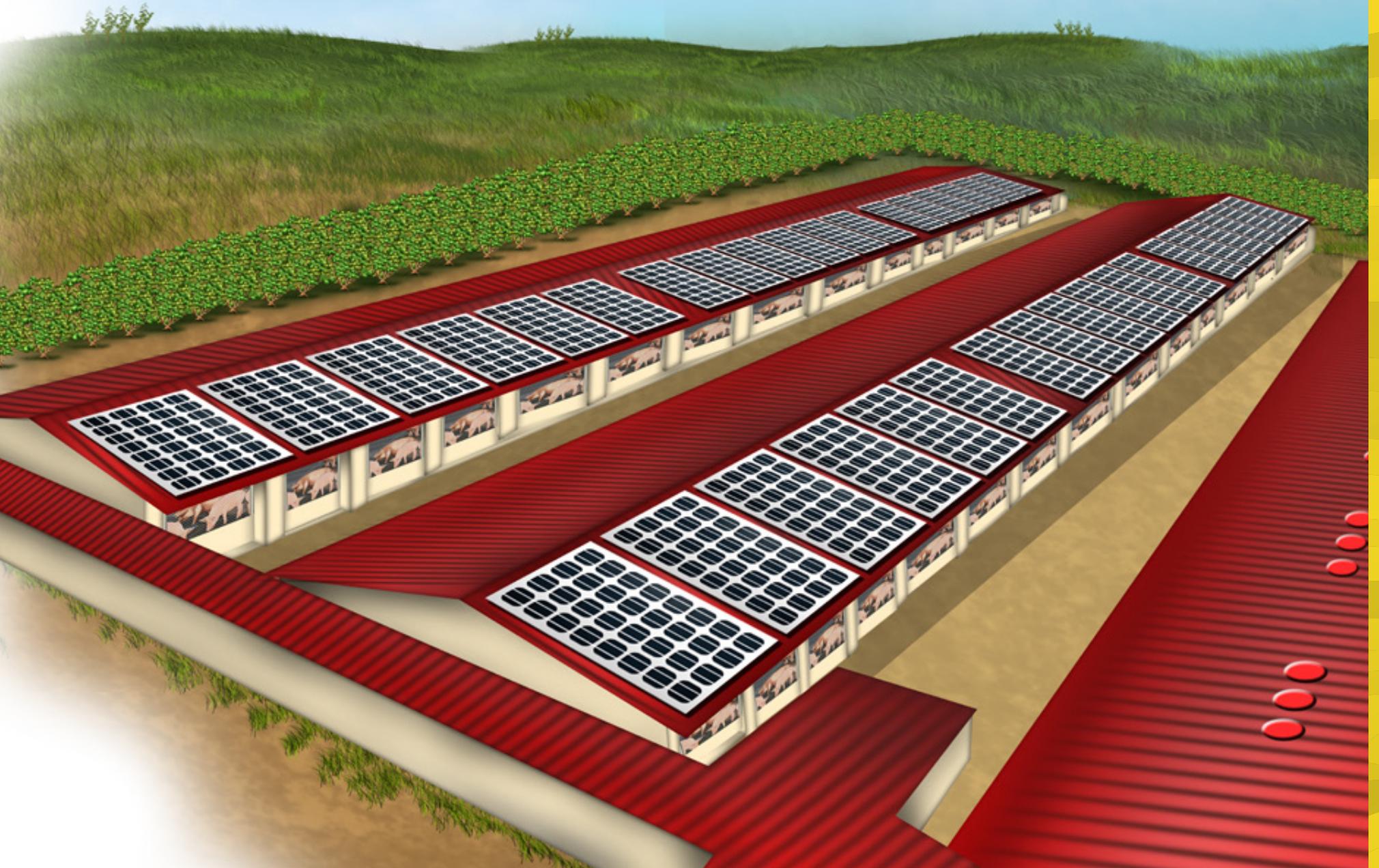
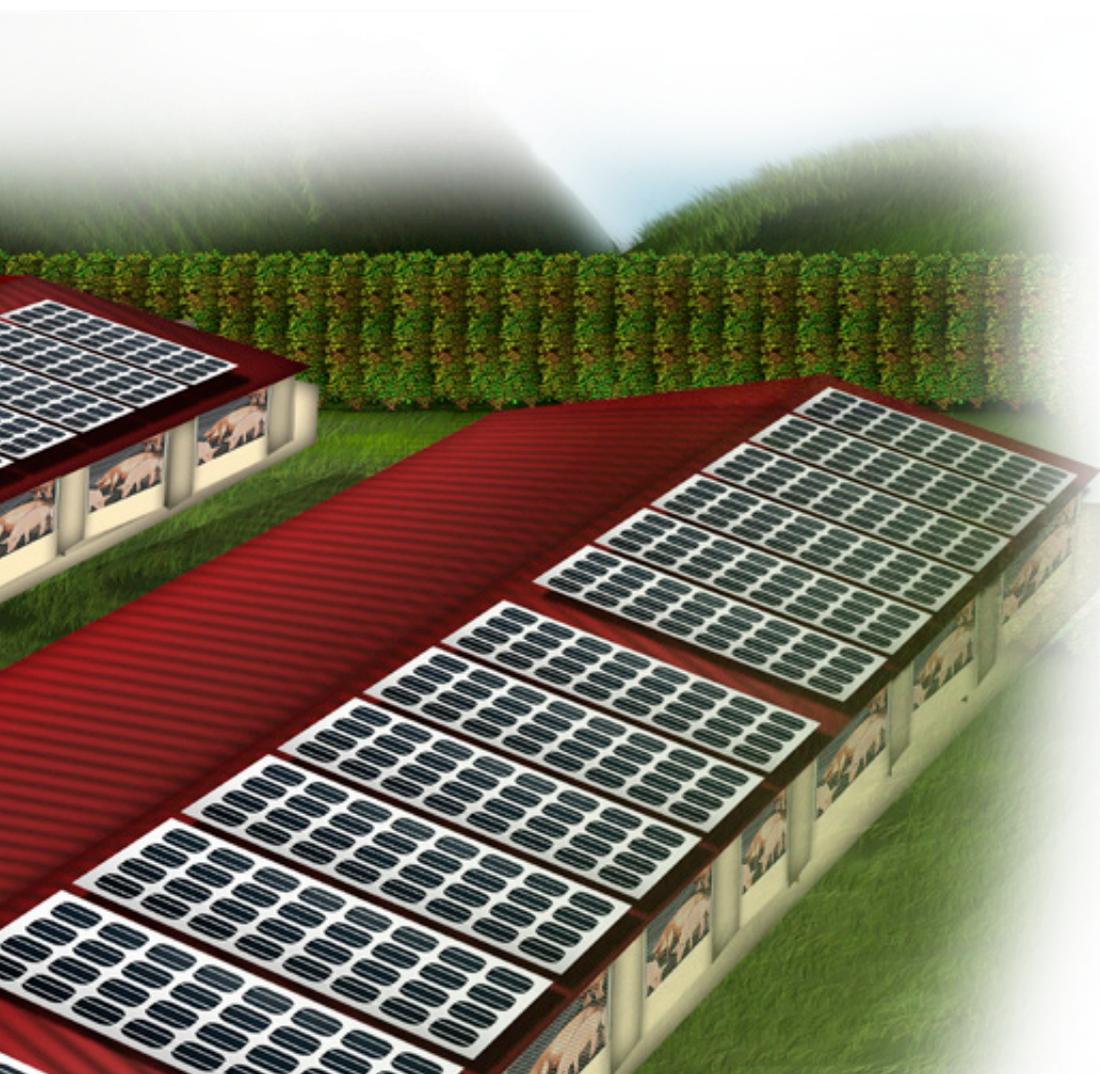


Ilustración 32. Cortinas rompe vientos en sistemas agroforestales ganaderos



Barreras vivas

El uso de árboles y arbustos en los linderos de los predios y divisiones de potreros, es una práctica amplia y ancestralmente utilizada por distintas culturas, que, en las últimas décadas, frente a la crisis climática y ambiental por la que atraviesa el planeta, ha adquirido mayor importancia por sus múltiples beneficios económicos y ecológicos, entre los que se destaca la fijación de CO₂ y la mitigación de olores ofensivos, lo que ha motivado su utilización en las granjas porcícolas.

Las barreras vivas son asociaciones de árboles, sembrados en líneas o franjas, con diversos fines, pero principalmente para la protección de sistemas productivos agrícolas y pecuarios (Farfán, 2013). También proveen otros beneficios productivos y ambientales, como protección y conservación de la humedad del suelo contra la erosión, reciclaje de nutrientes, mejoramiento de la calidad del aire, provisión de madera, suministro de alimento, regulación climática, corredor biológico, conexión de relictos de bosque, delimitación de fincas y de potreros, entre otros (Uribe, et al., 2011).

Las barreras vivas construidas alrededor de las instalaciones de las granjas porcícolas contribuyen con la disipación de los compuestos causantes de olores ofensivos que se diseminan con las corrientes de aire (Duque, 2018), gracias a que las plantas sirven como filtro de dichas sustancias y redireccionan las corrientes de viento a alturas en las cuales no afectan a los humanos. Las barreras vivas tienen además efectos ornamentales que mejoran aspectos paisajísticos de las granjas porcícolas.

Lograr que las barreras vivas cumplan los objetivos mencionados requiere de analizar, validar y aplicar criterios técnicos como la selección de las especies, el diseño de los arreglos, su implementación y mantenimiento.

Existe una gran diversidad de especies con características morfológicas y fisiológicas aptas para su implementación como barreras vivas. Se deben analizar

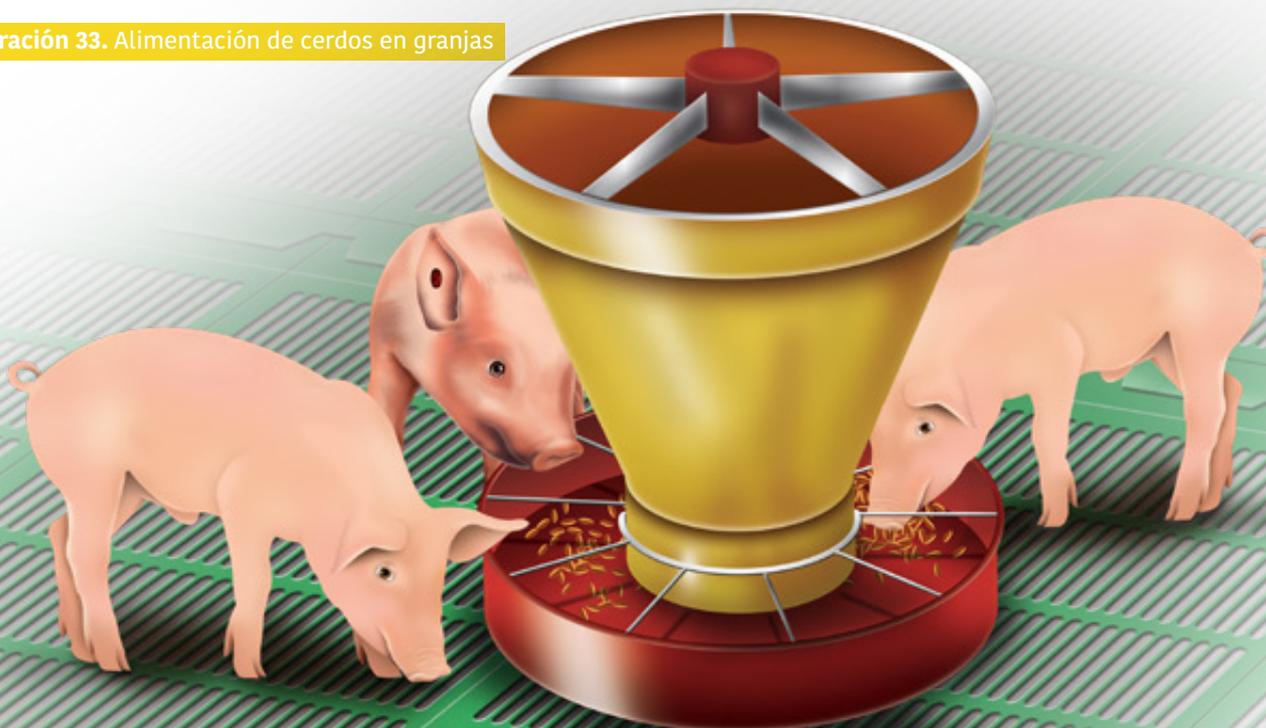
aspectos como su adaptación frente a las condiciones climáticas. En la cartilla Barreras vivas para el manejo paisajístico y la mitigación de olores ofensivos en granjas porcícolas, en proceso de publicación por Porkcolombia, se presenta una amplia lista de especies que podrían emplearse para cada clima según la clasificación climática de Caldas – Lang, así como recomendaciones para el diseño de las barreras y las siembras de los árboles (Porkcolombia FNP, 2020)

Alternativas de alimentación porcina para reducción de emisiones de GEI

La nutrición es fundamental en la porcicultura, tanto en aspectos productivos, como económicos y ambientales, dado que es insuficiente con la genética para lograr un buen desarrollo productivo de los animales si no se maneja adecuadamente su alimentación. Desde el punto

de vista económico, la alimentación puede representar hasta el 70% de los costos de producción y desde lo ambiental, se resalta que la cantidad de emisiones de GEI depende, entre otros factores, de la cantidad de Nitrógeno en los excrementos y en la orina.

Ilustración 33. Alimentación de cerdos en granjas



Conceptos fundamentales sobre la alimentación porcícola para reducir emisiones de GEI

Los programas de alimentación en la porcicultura establecen la entrada y transformación de los componentes nutricionales de la dieta para la producción de carne de cerdo o para promover la reproducción en las cerdas. En los procesos de transformación digestiva, basados en una mezcla equilibrada y sinérgica de ingredientes, se da la absorción de nutrientes y la eliminación de compuestos no digeridos. Estos compuestos pueden convertirse en contaminantes ambientales, si no son manejados adecuadamente.

Desde la nutrición de precisión existen diferentes estrategias para promover el desempeño productivo y reducir el potencial contaminante en la porcina.

Equilibrio de nutrientes: construcción de programas alimenticios buscando un correcto equilibrio de nutrientes para optimizar los procesos digestivos y metabólicos.

Digestibilidad de la ración: balancear los alimentos con alta digestibilidad y que permitan mejorar el aprovechamiento de la dieta. Los aminoácidos digestibles, fósforo disponible y digestible, energía neta son fundamentales para crear dietas de alto aprovechamiento en el tracto gastrointestinal.

Fracción nitrogenada: para reducir la eliminación de nitrógeno se requiere fijar requerimientos de aminoácidos y no de proteína cruda, permitiendo suplir

Figura 14. Dinámica de la utilización de los recursos proteicos aportados a un cerdo durante el proceso de producción (108 kg)



los requerimientos nutricionales de forma más precisa. Para lograr una oferta equilibrada de aminoácidos, el concepto de proteína ideal permite una mejor utilización de este recurso con mejor desempeño productivo y reducción en la eliminación de compuestos nitrogenados. La utilización de aminoácidos industriales como lisina, treonina, metionina, valina o triptófano, principalmente logra un mejor balance en la oferta de aminoácidos, privilegiando la digestibilidad y reduciendo la proteína dietaria sin afectar el desempeño productivo.

Minerales: la fracción mineral es otro de los componentes de especial interés como posible contaminante ambiental. Optimizar la utilización del fósforo fítico por parte del animal lleva a una menor utilización de fuentes inorgánicas y a una menor excreción de fósforo al medio ambiente. Esto se logra con la utilización de enzimas fitasas que permiten la utilización del fitato de la dieta. El desarrollo tecnológico en enzimas permite liberar más fósforo del fitato sumado a la reducción del efecto anti nutricional.

El origen de las fuentes de minerales en la nutrición porcícola optimiza el uso de los mismo y reduce la eliminación al medio ambiente. El uso de minerales orgánicos o hidroximinerales, mejora la absorción y utilización del mineral reduciendo su eliminación. El uso de otras enzimas exógenas como carbohidrasas, proteasas, etc., permite optimizar la utilización de nutrientes parcialmente disponibles y maximizar la utilización de los alimentos.

Las acciones nutricionales que acompañen los procesos de mitigación al cambio climático en la porcicultura, se deben visualizar y evaluar desde las entradas y salidas del sistema productivo, buscando maximizar la utilización del recurso alimenticio mediante un equilibrio en la oferta de nutrientes y la promoción de los procesos digestivos para reducir los efectos contaminantes.

La nutrición porcícola debe usar todas las herramientas tecnológicas que permitan reducir la contaminación y el impacto sobre el medio ambiente, para promover el desempeño productivo y la sostenibilidad.

Aprovechamiento de la porcínaza como medida de mitigación y adaptación.

La porcínaza es un estiércol que contiene todos los nutrientes esenciales para las plantas (Araji & Abdo, 2001), además, provee beneficios para los suelos como el aumento de los contenidos de materia orgánica y de la porosidad, así como mejora la capacidad de retención de humedad, el intercambio de gases, amortigua el pH, lo que le proporciona la doble funcionalidad de actuar, tanto como fertilizante, como enmienda orgánica de suelos (Noreña, 2016). También contribuye a restaurar suelos degradados, reduce los procesos erosivos, detiene la lixiviación de nutrientes y aumenta los rendimientos de los cultivos (Araji & Abdo, 2001).

Estas bondades de la porcínaza en los suelos y los cultivos pueden contribuir a la mitigación y adaptación frente al cambio climático. Si bien la gestión de la porcínaza durante el almacenamiento y su aplicación al suelo aporta emisiones de GEI, implementar planes de manejo adecuados y hacer las aplicaciones en el suelo siguiendo planes de fertilización con un adecuado balance de nutrientes, puede ayudar a disminuir las emisiones y a compensarlas.

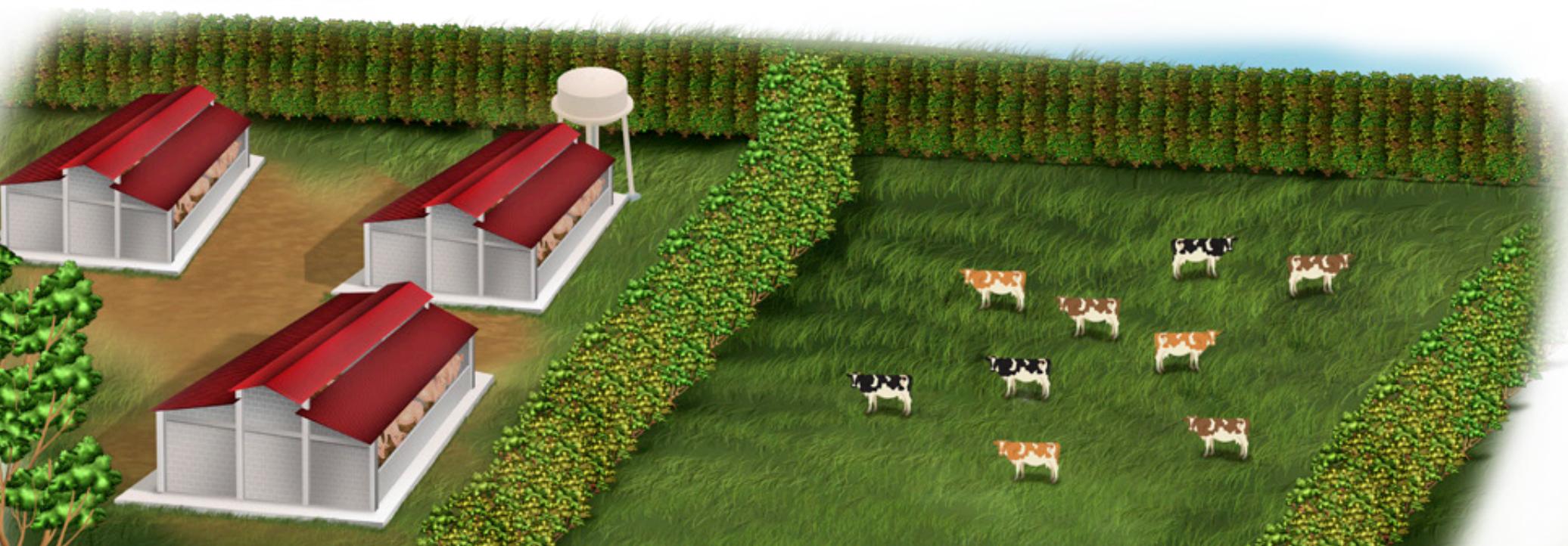
El caso más emblemático de los aportes de la porcínaza a la conversión productiva de tierras, se encuentra en la cuenca lechera del norte de Antioquia, en donde se ha logrado la reconversión productiva de fincas con escasa cobertura vegetal, altas concentraciones de aluminio, bajos contenidos de nutrientes, pH extremadamente ácido y productividades

de menos de 2 vacas /ha, a predios altamente productivos, ricos en materia orgánica y nutrientes, sin aluminio detectable, pH cercano a la neutralidad y capacidades de carga entre 4 y 6 vacas lecheras/ha (Araji & Abdo, 2001). La mayoría de estas tierras correspondían a zonas de minería abandonadas, con procesos erosivos severos, pero el aumento progresivo de la materia orgánica en el suelo condujo a los resultados ya mencionados, debido a que los nutrientes de la porcínaza se convierten en biomasa vegetal que recubre el suelo rápidamente y evita que continúe la erosión. Por otro lado, la fracción húmica que se forma, producto de la descomposición natural de la materia orgánica se convierte en una reserva de carbono en el suelo, otra forma de mitigar el cambio climático, mediante la sustitución de fertilizantes de síntesis química, como la urea. Un caso de estudio sobre este tema fue realizado por (Mejía, 2018), en una granja porcícola del Altiplano Cundiboyacense, con un inventario de 850

cerdos, que según los análisis fisicoquímicos de la porcínaza líquida, la producción de nutrientes generada durante un año equivale a 6.000 kg Urea, 8.500 kg de fosfato di amónico (DAP) y 5.000 kg de cloruro de potasio (KCl). Si bien está por definir el balance de las emisiones que genera la aplicación de fertilizantes nitrogenados minerales versus la porcínaza aplicada, se resalta que tales sustancias sintéticas, no dejan en el suelo una reserva de materia orgánica, ni mejoran sus propiedades físicas.

En esta misma granja, se emplea la fracción sólida de la porcínaza para el establecimiento y mantenimiento del componente arbóreo de sistemas silvopastoriles, convirtiéndose estos nutrientes en biomasa vegetal leñosa que almacena carbono y regula las variables climáticas de la granja, especialmente la temperatura, permitiendo un mayor confort a los animales que en ella se desarrollan (Ilustración 35.)

Ilustración 34. Potrero con sistemas silvopastoriles en el que se aprecia la pradera de pasto kikuyo y los árboles forrajeros en las divisiones de potreros, además de árboles maderables en el perímetro del predio.



Neutralidad de las emisiones de Gases de Efecto invernadero

Las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) generadas por las actividades antrópicas, también involucran al sector pecuario y más específicamente, para el caso de la presente guía, a los sistemas de producción porcícola. Las fuentes de emisión más comunes de CO₂, N₂O y CH₄) están relacionadas con actividades cotidianas y pueden categorizarse en no mecánicas como la gestión del estiércol, y mecánicas como es el caso de la utilización de combustibles fósiles para la maquinaria y equipo (WRI, 2004). Otras fuentes relacionadas están ligadas al consumo de energía eléctrica y el uso de otros insumos como fertilizantes entre otros.

El concepto de “Carbono Neutralidad” se refiere a la práctica de balancear las emisiones de gases de efecto invernadero con prácticas de reducción y compensación.

Las emisiones de GEI de la empresa porcícola son cuantificables por medio de metodologías que permiten determinar técnicamente la cantidad y tipos de GEI que se generan por el funcionamiento diario de las instalaciones; uno de los referentes técnicos es la norma técnica NTC-ISO 14064-1, que provee especificaciones y orientaciones a nivel de organizaciones para “Cuantificación e informe de las emisiones y remociones de GEI” (ISO, 2006), dando lineamientos para realizar los denominados inventarios de GEI. Una vez han sido cuantificadas las emisiones, las organizaciones (empresas porcícolas) pueden tomar acciones concretas enfocadas a la reducción de las emisiones de GEI. Debido a que las cuantificaciones de emisiones de GEI se realizan año a año, es posible

determinar en el tiempo el nivel de las emisiones de la organización.

Una de las acciones que se puede tomar además de determinar el nivel de emisiones de GEI de la organización es la decisión de compensar o neutralizar dichas emisiones. Dado que la unidad de medida de las emisiones de GEI es tonelada de dióxido de carbono equivalente (tCO₂ eq), las emisiones pueden ser compensadas o neutralizadas utilizando un número igual reducciones o remociones de GEI verificadas o certificadas para igualar el nivel de las emisiones de la organización.

En este escenario, una tonelada de CO₂ eq, puede ser neutralizada con una tonelada de CO₂ eq reducida o removida que ha sido verificada o certificada. Por su parte las iniciativas de mitigación (tal y como se describen en la Resolución 1447 de 2018, en el Artículo 10), generan actividades que reducen emisiones o generan remociones de GEI, las cuales son verificadas o certificadas por Organismos de Validación y Verificación (OVV), en el contexto de actividades de verificación. Acciones de estas características están enmarcadas en lo que se conoce como mecanismos de mercado, donde las organizaciones realizan actividades que minimizan el impacto ambiental en términos de cambio climático, adquiriendo a través del mercado compensaciones (reducciones o remociones de GEI verificadas o certificadas) para igualar el nivel de las emisiones.

Acciones de este tipo son comparables con el mecanismo de no causación del impuesto al carbono (Decreto 926 de 2017), donde los responsables del impuesto adquieren compensaciones en el mercado que les permite que no se cause el impuesto al carbono, el cual corresponde a un valor determinado por cada tonelada de CO₂ eq en la que se incurre por cuenta del consumo de combustibles

El concepto de “**Carbono Neutralidad**” se refiere a la práctica de balancear las emisiones de gases de efecto invernadero con prácticas de reducción y compensación.



Figura 15. Carbono Neutralidad

fósiles. De esta forma, la neutralidad de las emisiones permite a las organizaciones garantizar que los impactos ambientales asociados al cambio climático, han sido tomados en consideración como parte integral de la filosofía de la empresa, y que se promueve las actividades de mejora en los procesos productivos de otros sectores económicos (representados en las reducciones de emisiones) y se promueven las actividades de conservación y protección de los espacios naturales en los eventos asociados a las remociones de GEI.

Las reducciones de emisiones verificadas o certificadas tienen un origen en proyectos o iniciativas de mitigación de un número variado de sectores de la economía, que, al mejorar sus procesos productivos, al generar energía de fuentes renovables o al hacer una mejor gestión de los residuos, entre otros, demuestran una reducción de emisiones por medio de los estándares de carbono que emiten compensaciones.

De otra parte, las absorciones están mayormente relacionadas con las actividades del sector forestal, las

cuales incluyen la siembra de árboles con propósitos de conservación o con propósitos comerciales y con la conservación y disminución de la deforestación y la degradación de los bosques. Los proyectos de mitigación que generan absorciones de GEI (dado que los árboles hacen uso directo del CO₂ que junto con energía fotoquímica construyen tejido vegetal o biomasa) están igualmente adscritos a estándares de carbono y generan compensaciones y otros beneficios asociados.

Así pues, la neutralidad de las emisiones de una empresa del sector porcícola responde a la necesidad de generar producciones con menores impactos ambientales y permite que las acciones de mitigación del cambio climático que están en manos del estado o de los agentes privados, contribuyan indirectamente a mitigar el efecto de la producción en la actual crisis climática, permitiendo a su vez integrar a la gestión ambiental de las empresas del sector porcícola acciones reales de impacto global.

Conclusiones

Desafíos del sector porcícola en el contexto del cambio climático

La producción porcícola en Colombia afronta varios retos, en relación con el cambio climático y la variabilidad climática, que debe superar para mantenerse y potenciarse como una actividad productiva rentable y sostenible. Los excesos y deficiencias hídricas, cada vez más intensos y frecuentes, el aumento generalizado de la temperatura y de la frecuencia con que se presentan eventos climáticos extremos, como tormentas, sequías y heladas, el aumento de la presión de las plagas y enfermedades vegetales y animales, son algunas de los fenómenos, que en varias zonas de país ya vienen generando impactos negativos en la porcicultura. La amenaza de estos fenómenos, asociados con el cambio climático, es latente y tiende a incrementarse con el tiempo, por lo que se deben establecer acciones, que reduzcan la vulnerabilidad de la cadena productiva y permitan aprovechar las condiciones cambiantes.

Estas acciones deben ir acompañadas de medidas de mitigación del cambio climático, de incremento de la productividad y del uso eficiente de los recursos, que permitan disminuir la intensidad de las emisiones de GEI, mejorar la rentabilidad del negocio porcícola y cuidar el medio ambiente. El principal reto radica entonces, en mantener este balance entre adaptación, mitigación,

sostenibilidad y rentabilidad, mientras el sector crece y se hace más competitivo.

Desarrollar estudios que permitan determinar la huella de carbono, así como otros indicadores de impacto ambiental, como la huella hídrica o el consumo de fertilizantes, por ejemplo, será fundamental para el sector en términos de determinar la magnitud de los impactos de las actividades porcícolas y establecer y promover alternativas de manejo sostenibles y económicamente viables para los productores, que permitan, además, generar ventajas competitivas para la comercialización de los productos y el aprovechamiento de los subproductos del sector.

El sector porcícola tiene el potencial crecer de manera sostenible, contribuir con la seguridad alimentaria y mitigar el cambio climático, mientras contribuye a la conservación de los agro ecosistemas y mejora las condiciones económicas de los productores. Los conceptos y acciones presentados en este documento, servirán como introducción y marco de referencia, para conocer y priorizar algunas de las iniciativas que pueden contribuir a superar los retos mencionados. Algunas de estas iniciativas se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 8. Acciones que contribuyen con la adaptación, mitigación o la sostenibilidad en granjas porcinas

Acción	Problemática relacionada	Beneficios	Contribución frente al cambio climático
Implementación de biodigestores.	<ul style="list-style-type: none"> Impacto ambiental de la porcinaza Desaprovechamiento de subproductos de la granja 	<ul style="list-style-type: none"> Aprovechamiento y manejo sostenible de la porcinaza Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero Independencia energética Estabilización de la porcinaza para la fertilización Disminución de olores Disminución en gastos de energía 	Adaptación y mitigación
Implementación de energías no convencionales paneles solares	<ul style="list-style-type: none"> Alto consumo de energías convencional Dependencia de la red energética 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de gases de efecto invernadero Independencia energética Disminución en costos de energía Medidas de adaptación frente a racionamiento energético en temporada de sequía 	Adaptación y mitigación
Reforestación	<ul style="list-style-type: none"> Escasa biodiversidad Vulnerabilidad ambiental frente al cambio climático 	<ul style="list-style-type: none"> Mejoramiento de agrosistema, la biodiversidad y las condiciones micro climático Protección y recuperación del suelo Fuente complementaria de amientos e ingresos para las granjas Mejora la capacidad adaptativa Mejora y embellece el paisaje 	Adaptación

Acción	Problemática relacionada	Beneficios	Contribución frente al cambio climático
Prácticas del uso eficiente del agua	Ineficiencia en el uso del agua contaminación de fuentes hídricas	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de desperdicio de agua en granjas • Reducción de huella hídrica • Adaptación frente a periodos de escasez hídrica • Disminución en la producción de porcinaza • Reducción de costos asociados al consumo de agua 	Adaptación
Prácticas del uso eficiente de las energías	<ul style="list-style-type: none"> • Alto consumo de energías convencional • Dependencia de la red energética 	<ul style="list-style-type: none"> • Ineficiencia en el uso de energía • Altos costos en el consumo energético • Alto consumo de energía de fuentes no renovables 	Adaptación y mitigación
Aprovechamiento de la porcinaza	<ul style="list-style-type: none"> • Escasa biodiversidad • Vulnerabilidad ambiental frente al cambio climático 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación en suelos y aguas, proliferación de olores y problemas sanitarios • Problemas en granjas para el manejo de la porcinaza • Desaprovechamiento de subproducto en las granjas • Emisiones GEI 	Adaptación y mitigación

GLOSARIO

Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada NAMA:

Las NAMA son políticas, regulaciones, programas u otro tipo de acciones que reducen las emisiones de Gases Efecto Invernadero de sus niveles tendenciales o 'business as usual' y que a su vez contribuyen a alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible de los países que las implementan, que son principalmente países en desarrollo (Minambiente, 2018).

Actividad

Una práctica o conjunto de prácticas que tienen lugar en un área específica durante un período de tiempo determinado (IPCC, 2019).

Actividades REDD+

Actividades que conducen a reducir o remover las emisiones de GEI debidas a la deforestación y degradación de bosques naturales (Minambiente, 2018).

Adaptación

En los sistemas humanos, se refiere al proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos, a fin de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. La adaptación puede ser gradual si se mantiene la esencia y la integridad de un sistema o proceso a una escala

determinada. En algunos casos, la adaptación gradual puede culminar en una adaptación transformativa que cambia los atributos fundamentales de un sistema socioecológico en previsión del cambio climático y sus impactos (IPCC, 2018).

Anaeróbico

Condiciones en las cuales el oxígeno no está fácilmente disponible. Estas condiciones son importantes para la producción de emisiones de metano. Siempre que el material orgánico se descompone en condiciones anaeróbicas (en vertederos, campos de arroz inundados, tanques estercoleros o biodigestores etc.) es probable que se forme metano (IPCC, 2019).

Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

Compilación y evaluación de los insumos, productos, residuos y posibles impactos ambientales de un sistema de producto a lo largo de su ciclo de vida (ISO, 2006). El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta de gestión medioambiental cuya finalidad es analizar de forma objetiva, metódica, sistemática y científica, el impacto ambiental originado por un proceso/producto durante su ciclo de vida completo (Leiva, 2016).

Balance de carbono

El balance de intercambios de carbono entre las reservas de carbono o dentro de un ciclo específico del ciclo

del carbono (por ejemplo, atmósfera - biosfera). Esta es una definición genérica se utiliza en el contexto de inventarios de gases de efecto invernadero (IPCC, 2019).

Bioenergía

Energía derivada de cualquier forma de biomasa (IPCC, 2019).

Biomasa

(1) Amplia gama de materiales orgánicos producidos a partir de plantas y animales (Porkcolombia, 2020)

(2) La masa total de organismos vivos en un área dada o de una especie dada generalmente expresada como peso seco. Incluye biomasa viva por encima y por debajo del suelo (IPCC, 2019).

(3) Materia orgánica constituida o recientemente derivada de organismos vivos (especialmente considerado como combustible) excluyendo turba. Incluye productos, subproductos y residuos derivados de dicho material (IPCC, 2019).

Cambio climático

(1) Se refiere a la variación estadísticamente significativa en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante períodos de tiempos prolongados (generalmente décadas o más) (WMO, 2020).

(2) El cambio climático que se atribuye directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante períodos de tiempo comparables (IDEAM, 2020).

Cambio de uso del suelo

Cambio en el propósito para el cual los humanos usan la tierra (por ejemplo, cambio entre tierra de cultivo a tierra de pasto o de bosque o tierra industrial) (PAS, 2011).

Capacidad de adaptación

Capacidad de los sistemas, las instituciones, los seres humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias (IPCC, 2018).

Carbono neutro Porkcolombia

Herramienta diseñada por Porkcolombia - FNP que permite cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero de las granjas porcícolas, con el fin de que los productores mitiguen su impacto y se responsabilicen de las mismas, promoviendo acciones para mitigar sus impactos.

Categoría

Las categorías del IPCC son subdivisiones de los cuatro sectores principales evaluados por el IPCC para los inventarios de emisiones de GEI: Energía, Procesos industriales y uso de productos (IPPU), Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) y residuos. Las categorías se pueden dividir en subcategorías (IPCC, 2019).

Ciclo de vida

Etapas consecutivas e interconectadas de un sistema de producto, desde la adquisición de las materias primas o la generación de recursos naturales hasta la disposición final (ISO, 2006).

Clima

Entendido como el “clima promedio”, se define como la estimación de la media y la variabilidad de los elementos climáticos (como temperatura, precipitación o viento) durante un período de tiempo, que varía de meses a miles o millones de años. El período de referencia definido por la Organización Meteorológica Mundial OMM es de 30 años. El clima en un sentido más amplio es el estado, incluida una descripción estadística, del sistema climático (WMO, 2020).

Codigestato

Material suplementario agregado a los digestores anaeróbicos, además del material de digestión principal (estiércol en el caso de digestores agrícolas) para aumentar el rendimiento de metano (IPCC, 2019).

Cogeneración

(1) Generación de energía eléctrica y térmica a partir del mismo combustible (Porkcolombia, 2020).

(2) Producción simultánea de electricidad y calor útil para su aplicación por el productor o para ser vendida a otros usuarios con el objetivo de una mejor utilización de la energía utilizada (IPCC, 2019).

Comparabilidad

La comparabilidad significa que las estimaciones de emisiones y absorciones informadas por los países en los inventarios nacionales de GEI son comparables entre países. Para este propósito, los países deben utilizar metodologías y formatos acordados para la estimación y reporte de inventarios (IPCC, 2019).

Contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC)

Las NDCs materializan los esfuerzos de cada país para reducir las emisiones nacionales y adaptarse a los efectos del cambio climático (UNFCCC, 2020). Son los compromisos de los países ante el Acuerdo de París para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, que buscan limitar el calentamiento global y no exceder los 2°C de temperatura media en el planeta respecto a la época preindustrial (Minambiente, 2020)

Conversión alimenticia

Medida de la eficiencia con la que un animal convierte el alimento en tejido, generalmente expresado en términos de kilogramos de alimento por kilogramos de producción (FAO, 2018).

Depósitos de carbono

Compartimentos donde se encuentra almacenado el carbono de los ecosistemas naturales y sus productos. Estos son: biomasa aérea y subterránea, materia orgánica muerta incluyendo detritos y madera muerta, carbono orgánico en el suelo y productos cosechados de la madera (Minambiente, 2018).

Desnitrificación

Es la reducción de nitratos o nitritos a nitrógeno molecular (N₂) este proceso es facilitada por la acción microbiana. Posterior a este proceso el nitrógeno es emitido desde el sustrato a la atmósfera (IPCC, 2019).

Digestato

Residuo líquido o sólido estabilizado que se obtiene de un digestor anaerobio tras la obtención de biogás. Sinónimo: biol (Porkcolombia, 2020).

Datos de actividad

Datos sobre la magnitud de una actividad humana que produce emisiones o absorciones durante un período determinado de tiempo. Datos sobre uso de energía, producción de metales, áreas de tierra, número de animales, sistemas de gestión, uso de cal y fertilizantes y los residuos generados son ejemplos de datos de actividad (IPCC, 2019).

Dióxido de carbono (CO₂)

(1) Gas que se produce de forma natural y también como subproducto de la combustión de combustibles fósiles y biomasa, cambios en el uso de las tierras y otros procesos industriales. Es el principal gas de efecto invernadero antropogénico que afecta el equilibrio de radiación del planeta. Es el gas de referencia frente al que se miden otros GEI, y por lo tanto tiene un potencial de calentamiento global de 1 (Porkcolombia, 2020), (Minambiente, 2018), (IPCC, 2018).

Dióxido de carbono equivalente (CO₂e)

(1) Es la unidad de medición que compara el potencial de calentamiento global de cada uno de los gases de efecto invernadero - GEI con respecto al dióxido de carbono (Porkcolombia, 2020), (Minambiente, 2018).

(2) Cantidad de emisión de dióxido de carbono (CO₂) que causaría el mismo forzamiento radiativo integrado o cambio de temperatura, en un horizonte temporal

dado, como una cantidad emitida de un gas de efecto invernadero (GEI) o una mezcla de GEI (IPCC, 2019), (FAO, 2018).

Eficiencia energética

Es la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética, que busca ser maximizada a través de buenas prácticas de reconversión tecnológica o sustitución de combustibles (Porkcolombia, 2020).

Emisión

Liberación a la atmósfera de gases de efecto invernadero y/o sus precursores en un área y período de tiempo específicos (IPCC, 2019).

Emisiones directas

Emisiones de fuentes que son propiedad o están controladas por la compañía informante (WRI, 2015).

Emisiones indirectas de GEI

Emisiones que son consecuencia de las operaciones de la empresa informante, pero que se producen en fuentes de propiedad o controladas por otra empresa (WRI, 2015).

Emisiones del ciclo de vida

Suma de emisiones de GEI resultantes de todas las etapas del ciclo de vida de un producto, dentro de los límites del sistema del producto especificado.

El Niño Oscilación del Sur ENOS

El Niño se refería inicialmente a una corriente de aguas cálidas que discurre periódicamente a lo largo de la costa de Ecuador y Perú, alterando la pesquería local. En la actualidad,

designa al calentamiento del agua en toda la cuenca del Océano Pacífico tropical al este de la línea internacional de cambio de fecha. Este fenómeno oceánico está asociado a cierta fluctuación del patrón global de presiones en la superficie tropical y subtropical que se denomina Oscilación del Sur. Este fenómeno atmósfera-océano acoplado, que se repite normalmente entre cada dos siete años, es conocido como El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). Su presencia suele determinarse en función de las temperaturas superficiales del mar en la parte central y oriental del Pacífico ecuatorial. Durante un episodio de ENOS, los vientos alisios habituales se debilitan, reduciendo el flujo ascendente y alterando las corrientes oceánicas, con lo que aumenta la temperatura superficial del mar, lo cual debilita a su vez los vientos alisios. Este fenómeno afecta considerablemente a los patrones de viento, de temperatura superficial del mar y de precipitación en el Pacífico tropical. Sus efectos influyen en el clima de toda la región del Pacífico y de muchas otras partes del mundo mediante teleconexiones en toda la extensión del planeta. La fase fría de ENOS se denomina La Niña (IPCC, 2018).

Eutrofización

Proceso natural o antropogénico de enriquecimiento de nutrientes de un cuerpo de agua que conduce a aumentos en la biomasa de algas (IPCC, 2019).

Energía directa

Energía utilizada directamente en la granja para la producción porcícola. p. Ej. para iluminación, calefacción o refrigeración (FAO, 2018).

Energía indirecta

Energía utilizada durante la fabricación de insumos agrícolas como fertilizantes o acero (FAO, 2018).

Escenario de referencia de emisiones de GEI

Es un tipo de línea de base que representa las emisiones de GEI medidas en toneladas de CO₂ equivalente - CO₂e_q que se producirían en ausencia de políticas, planes, estrategias o iniciativas de mitigación de GEI en el plazo en el que se suscriben metas o compromisos en cambio climático (Minambiente, 2018).

Estiércol

(1) Desechos producidos por el ganado doméstico. El término incluye tanto el estiércol sólido como la orina producidas por el ganado (IPCC, 2019).

(2) Excremento de cualquier animal (Porkcolombia, 2020).

Factor de emisión

(1) Coeficiente que define la velocidad a la que se emite un gas de efecto invernadero. Sus unidades son normalmente: kg CH₄/animal /año o kg N₂O/kg de estiércol N (FAO, 2018).

(2) Factor que permite estimar emisiones de GEI a partir de datos de actividades disponibles (como toneladas de combustible consumido, toneladas de producto producido) y las emisiones absolutas de GEI (WRI, 2015)

(3) Un coeficiente que cuantifica las emisiones o absorciones de un gas por unidad de actividad. Los factores de emisión a menudo se basan en una muestra de datos de medición, promediados para desarrollar una tasa de emisión representativa para un nivel de actividad dada bajo un conjunto específico de condiciones de operación (IPCC, 2019).

Fenómeno meteorológico/climático extremo

Fenómeno meteorológico raro en determinado lugar y época del año. Aunque las definiciones de raro son diversas, la rareza normal de un fenómeno meteorológico extremo sería igual o superior a los percentiles 10° ó 90° de la estimación de la función de densidad de probabilidad observada. Por definición, las características de un fenómeno meteorológico extremo pueden variar de un lugar a otro en sentido absoluto. Un comportamiento extremo del tiempo puede clasificarse como fenómeno meteorológico extremo cuando persiste durante cierto tiempo (por ejemplo, una estación), especialmente si sus valores promediados o totales son extremos (por ejemplo, sequía o precipitación intensa a lo largo de una temporada) (IPCC, 2018).

Fluorocarbonos

Compuestos químicos que contienen enlaces de carbono y flúor. Incluidos clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC), hidrofluorocarbonos (HFC) y perfluorocarbonos (PFC) (IPCC, 2019).

Gas de Efecto Invernadero GEI

(1) Componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad ocasiona el efecto invernadero. El vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃) son los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrestre. Además, la atmósfera contiene cierto número de gases de efecto invernadero enteramente antropogénico, como los

halocarbonos u otras sustancias que contienen cloro y bromo, y contemplados en el Protocolo de Montreal. Además del CO₂, N₂O y CH₄, el Protocolo de Kioto contempla los gases de efecto invernadero hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC) (IPCC, 2018).

(2) Son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y emiten radiación infrarroja, de acuerdo con lo definido por la CMNUCC (Minambiente, 2018).

Huella de carbono

La huella de carbono (HC) es un indicador de la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) generados y emitidos por una empresa o durante el ciclo de vida de un producto a lo largo de la cadena de producción, a veces incluyendo también su consumo, recuperación al final del ciclo y su eliminación (CEPAL, 2013). Generalmente expresado en kg o toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂-eq).

Huella de carbono de un producto

Suma de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero en un sistema de producto, expresada como una cantidad determinada CO₂-eq y basada en una evaluación del ciclo de vida utilizando la categoría de impacto único del cambio climático (ISO, 2018).

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Un inventario de gases de efecto invernadero (GEI) es una contabilidad de las cantidades y fuentes de emisiones de GEI derivadas de la existencia y las operaciones de un sector, organización, ciudad o país. Los inventarios generalmente se completan cada año y comienzan con el año de referencia, que puede ser el año actual o

puede remontarse hasta donde haya datos disponibles. La realización de un inventario proporciona una base esencial para comprender lo siguiente la contribución de la empresa u organización de manera indirecta y directa al cambio climático, así como las tendencias a lo largo del tiempo del uso de energía en las formas de electricidad, gas natural y combustible. También puede permitir conocer los costos asociados con energía, materias primas, eliminación de desechos y oportunidades de ahorro a través de eficiencia y prevención de residuos y analizar los progresos realizados a lo largo del tiempo como resultado de la eficiencia y las iniciativas de prevención de residuos (EPA , 2018).

Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero

Todos los países que son parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) deben proporcionar inventarios nacionales de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero asociados a las actividades humanas. Estos inventarios son la base para monitorear el progreso individual de cada país en la reducción de emisiones y para evaluar los esfuerzos colectivos de los países para mitigar el cambio climático. Los inventarios proporcionan estimaciones auto informadas de gases de efecto invernadero antropogénicos seleccionados para cuatro sectores: energía, procesos industriales y uso de productos, agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU), y residuos. Los países preparan las estimaciones utilizando métodos desarrollados por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) y aprobados por la CMNUCC. Los métodos generalmente implican la multiplicación de datos nacionales sobre una actividad generadora de emisiones, por un factor de

emisión que especifica las emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de actividad (National Research Council, 2010).

Medidas de mitigación

En el contexto de la política climática, las medidas de mitigación son tecnologías, procesos o prácticas que contribuyen a la mitigación, por ejemplo, tecnologías de energía renovable, procesos de minimización de desechos y prácticas que promueven el uso del transporte público (IPCC, 2018).

Método de estimación de emisiones de Nivel 1

El método más simple de cálculo que se basa en factores de emisión predeterminados únicos, como kg de metano por animal (FAO, 2018). Método recomendado cuando no se cuenta con información específica o cuando la actividad no es una actividad primordial para el país (IPCC, 2018).

Método de estimación de emisiones de Nivel 2

Un enfoque más complejo que utiliza datos detallados específicos del país, como la ingesta bruta de energía y los factores de conversión de metano para categorías específicas de ganado (FAO, 2018).

Método de estimación de emisiones de Nivel 3

Método basado en modelos mecanicistas sofisticados que tienen en cuenta múltiples factores como la composición de la dieta, la concentración del producto a partir de la fermentación ruminal y la variación estacional en los parámetros de los animales y los piensos (FAO, 2018).

Mitigación

Intervención humana encaminada a reducir las fuentes o

potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero (IPCC, 2013).

Población promedio anual

Cantidad de animales producidos anualmente dividido por el número de ciclos de crecimiento por año. Se calcula mediante la ecuación 10.1 definida por IPCC para tal fin (IPCC, 2019).

Potencial de Calentamiento Global

Definido por el IPCC, como un indicador que refleja el efecto relativo de un GEI en términos de cambio climático considerando un período de tiempo fijo en comparación con la misma masa de CO₂ (FAO, 2018).

Se calcula como la relación entre el forzamiento radiativo de un kilogramo de gas de efecto invernadero emitido a la atmósfera y el de un kilogramo de CO₂ durante un período de tiempo (por ejemplo, 100 años) (IPCC, 2019).

Predicción climática

Descripción del clima futuro esperado, incluidos los efectos de las influencias tanto naturales como humanas (Revisar).

Opciones de adaptación

Conjunto de estrategias y medidas disponibles y adecuadas para hacer frente a las necesidades de adaptación. Incluyen una amplia gama de medidas que se pueden clasificar como estructurales, institucionales, ecológicas o de comportamiento (IPCC, 2018).

Resiliencia

Capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o

perturbación peligrosos respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación (IPCC, 2019).

Secuestro de carbono

(1) El proceso de almacenamiento de carbono en una reserva de carbono (IPCC, 2019).

(2) Remoción del carbono de la atmósfera, mediante la fotosíntesis de las plantas y su almacenamiento como formas de materia orgánica estables y de larga vida en el suelo (Redagricola, 2018).

Serie de tiempo

Es una serie de datos, ordenados cronológicamente, afectados por procesos aleatorios generalmente equidistantes en el tiempo (IPCC, 2019).

Servicio climático

Un servicio climático es una ayuda para la toma de decisiones, basada en la información climática, que facilita que los individuos y las organizaciones de la sociedad puedan adoptar con antelación unas mejores decisiones (OMM, 2013). Los servicios climáticos enfocados en la agricultura, abarcan la provisión de información agrometeorológica y agroclimática relevante, y una gama de servicios de asesoramiento para que los responsables de la toma de decisiones puedan comprender y actuar bien informados y dentro de un entorno institucional adecuado (CCAFS, 2014).

Sistema climático

Sistema muy complejo que consta de cinco componentes

principales: atmósfera, hidrosfera, criósfera, litosfera y biosfera, y de las interacciones entre ellos. El sistema climático evoluciona en el tiempo bajo la influencia de su propia dinámica interna y por efecto de forzamientos externos, como las erupciones volcánicas o las variaciones solares, y de forzamientos antropogénicos, como el cambio de composición de la atmósfera o el cambio de uso del suelo (IPCC, 2018).

Sistemas ganaderos de alta productividad

Sistemas 100% orientados al mercado con un alto nivel de requerimientos de insumos de capital y un alto nivel de rendimiento. El alimento se compra en el mercado local o internacional o se produce intensamente en las granjas. Los animales se mejoran a través de prácticas de reproducción para la producción comercial. Los sistemas de alta productividad son comunes en la producción porcina, avícola, caprina y ovina (IPCC, 2019). Las granjas porcícolas tecnificadas en Colombia son aquellas con 100 o más hembras de cría o con 600 o más cerdos gordos. También existe la categoría Comercial Industrial, que manejan entre 10 y 100 hembras de cría y entre 100 y 600 cerdos gordos.

Sistemas ganaderos de baja productividad

Son impulsadas principalmente por el mercado local o por el autoconsumo, con bajos requisitos de insumos de capital y bajo nivel de rendimiento. Generalmente utilizan grandes áreas para la producción o los patios traseros. El alimento producido localmente representa la principal fuente de alimentación, los animales se mantienen libres durante la mayor parte o la totalidad de su ciclo de producción. El rendimiento de la actividad está relacionado con la fertilidad natural de la tierra y la producción estacional de los pastos. Los sistemas de

baja productividad son comunes en la producción porcina, avícola, caprina y ovina (IPCC, 2019).

Sistema intensivo de pequeña o mediana escala

Los cerdos se mantienen en confinamiento completo. Los corrales permiten separar lechones, verracos, cerdas y cerdas con camadas. Los corrales son más que simple refugio. Los cerdos a menudo se alimentan de desechos de cocina y productos de desecho agrícola y/o algunos piensos concentrados (FAO, 2018). En Colombia los sistemas de categoría Comercial Familiar cuentan con entre 3 y 10 hembras de cría y entre 15 y 100 cerdos gordos.

Sistema productivo en estabulación o confinamiento

Los animales se mantienen en áreas delimitadas, interiores o exteriores, y dependen por completo del hombre para satisfacer las necesidades básicas tales como alimentación, refugio y agua. El tipo de instalación está supeditado al entorno, las condiciones climáticas y el sistema de manejo. En este sistema los animales pueden estar sueltos o atados (ICA 2016).

Sistema porcícola de traspatio

Producción que se basa principalmente en la subsistencia o para los mercados locales, que muestra un rendimiento animal inferior a sistemas comerciales y que dependen principalmente de materiales de origen local y residuos de cocina y restos de comida mezclados con agua para alimentar a los animales (menos del 20% del concentrado es comprado). Los sistemas de producción de traspatio son el sistema tradicional más básico de cría de cerdos y el más común en los países en desarrollo, tanto en zonas

urbanas como rurales. Estos sistemas son típicamente de producción semi-intensiva (FAO, 2018). En Colombia, los sistemas de traspatio son aquellos con menos de 3 hembras de cría o menos de 15 cerdos gordos.

Sistemas porcícola semi – intensivos

Sistema en el que los cerdos se mantienen encerrados o atados con una cuerda durante la noche y se les permite moverse libremente a las praderas para alimentarse durante el día. Los cerdos a menudo reciben alimentos concentrados como suplemento (FAO, 2018).

Sistema porcícolas de barrido (Pastoreo)

Un sistema tradicional de cría en el que los cerdos se mueven libremente por la granja y sus alrededores escarbando para encontrar gran parte de su alimentación. A menudo la comida que encuentran se complementa con basura de cocina o residuos agrícolas. No se cuenta prácticamente con ninguna infraestructura de protección para los cerdos, y no se invierten recursos en piensos de calidad o servicios veterinarios (FAO, 2018).

Sólidos Volátiles (SV)

La porción de la materia orgánica que puede eliminarse o volatilizarse cuando se quema en un horno mufla a una temperatura de 550 °C (Porkcolombia, 2020). Los sólidos volátiles son los materiales orgánicos en el estiércol del ganado, que consisten en fracciones biodegradables y no biodegradables; SV se mide como la fracción de lodo quemado a 550 °C después de 2 horas (FAO, 2018).

Sumidero

Cualquier proceso, actividad o mecanismo que remueva un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero de la atmósfera (IPCC, 2019).

Tierras forestales

Esta categoría incluye toda la tierra con vegetación leñosa consistente con los umbrales utilizados para definir la Tierra Forestal en el inventario nacional de gases de efecto invernadero (IPCC, 2019).

Variabilidad climática

Se refiere a las variaciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, sucesos extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más allá de los fenómenos meteorológicos individuales (WMO, 2020) (Centro UC, 2020). La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones del forzamiento externo natural o antropógeno (variabilidad externa) (IPCC, 2018).

Vulnerabilidad

Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación (IPCC, 2018).

Zona de confluencia intertropical ZCIT

Franja zonal ecuatorial de bajas presiones, fuerte convección e importantes precipitaciones, próxima al ecuador, en que los vientos alisios del nordeste se encuentran con los del sureste. Esta franja se desplaza estacionalmente (IPCC, 2018).

| BIBLIOGRAFÍA

- Alzate, B. (2008). *Diagnóstico de la sostenibilidad ambiental. Bajo un enfoque sistémico de las interrelaciones sociedad-naturaleza. Base teórico-metodológica y aplicación a través de Indicadores Sistémicos Ambientales – ISA espaciales o de tercera generación INSTITUTO DE*. Bogota: Programa de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo PMAD Universidad Nacional de Colombia.
- Asociación Colombiana de Porcicultores. (2013). Cartilla N° 4. Porcinaza líquida, el aprovechamiento total de un subproducto. Bogotá.
- Asociación Colombiana de Porcicultores- FNP. (2013). Cartilla N° 4. Porcinaza líquida, el aprovechamiento total de un subproducto. Bogotá.
- Australian Pork. (2020). *australianpork.com.au*. Obtenido de Industry Focus: <https://australianpork.com.au/industry-focus/environment/greenhouse-gases/>
- BID y CEPAL. (s.f.). *Valoración de daños y pérdidas Ola invernal en Colombia 2010-2011*.
- CAF. (2000). *El fenómeno El Niño 1997-1998. Memoria, retos y soluciones*. Bogotá, Colombia: Vol. Volumen III. .
- Cardona, O., Aalst, M. v., Birkmann, J., Fordham, M., McGregor, G., & R. Perez, R. P. (2012). *Determinants of risk: exposure and vulnerability. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. New York: Cambridge University Press.
- CLIVAR. (2020). *Climate and Ocean - Variability, Predictability, and Change*. Obtenido de <http://www.clivar.org/>: <http://www.clivar.org/research-foci/enso>
- CVS - PRADES. (2020). *estrategias para el control y minimización de la huella de carbono del sector porcícola en el departamento de Córdoba* .
- DANE . (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda 2018*. Obtenido de <https://sitios.dane.gov.co>: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/cuantos-somos>
- DNP. (2012). *Bases conceptuales del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/prensa/bases%20plan%20nacional%20de%20desarrollo%202014-2018.pdf>

- FAO . (julio de 2018). *Perspectivas alimentarias*. Obtenido de Resúmenes de mercado: <http://www.fao.org/3/CA0910ES/ca0910es.pdf>
- FAO & PNUD. (2020). *ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR AGROPECUARIO EN COLOMBIA*. Bogota.
- FAO. (2013). *Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains A global life cycle assessment*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/i3460e/i3460e.pdf>
- FAO. (2013). *MITIGACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA PRODUCCIÓN GANADERA*. Obtenido de <http://www.fao.org/>: <http://www.fao.org/3/a-i3288s.pdf>
- FAO. (2018). <http://www.fao.org/>. Obtenido de GLOBAL LIVESTOCK ENVIRONMENTAL ASSESSMENT MODEL: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/gleam/docs/GLEAM_2.0_Model_description.pdf
- FAO. (2018). *Environmental performance of pig supply chain*. Obtenido de <http://www.fao.org/>: <http://www.fao.org/3/l8686EN/i8686en.pdf>
- FAO. (2019). *Five practical actions towards low-carbon livestock*. Obtenido de www.fao.org: <http://www.fao.org/3/ca7089en/ca7089en.pdf>
- ICA . (2020). *Instituto Colombiano Agropecuario*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/>: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018.aspx>
- ICA. (2019). *Censo Pecuario 2019*. Obtenido de <https://www.ica.gov.co/>: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>
- IDEAM . (2001). *Colombia - Primera Comunicación Nacional ante la CMNU sobre el cambio climatico*. Bogotá.
- IDEAM . (2017). *Resumen ejecutivo Tercera Comunicación Nacional de Colombia a la CMNUCC*.
- IDEAM - UNAL. (2018). *La Variabilidad Climatica y El Cambio Climatico en Colombia*. Bogota D.C.
- IDEAM. (2016). *Inventario Nacional y Departamental de Gases de Efecto Invernadero (GEI) Colombia*. Obtenido de <http://www.cambioclimatico.gov.co/>: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023634/INGEI.pdf>
- IDEAM. (2020). *Atlas Climatologico de Colombia*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/>: <http://www.ideam.gov.co/AtlasWeb/index.html>
- IDEAM, PNUD, Minambiente, DNP, CANCELLERÍA. (2018). <https://unfccc.int/>. Obtenido de Segundo Reporte Bienal de Actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC): https://unfccc.int/sites/default/files/resource/47096251_Colombia-BUR2-1-2BUR%20COLOMBIA%20SPANISH.pdf
- IPCC. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - Volumen 4*. Obtenido de <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/>: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html>
- IPCC. (2013). <https://www.ipcc.ch/>. Obtenido de Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf

- IPCC. (2019). *Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Geneva
- IPCC. (2019). *Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Obtenido de <https://www.ipcc.ch/>: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/12/19R_VO_02_Glossary.pdf
- LPEEC. (2019). *LIVESTOCK AND POULTRY ENVIRONMENTAL LEARNING COMMUNITY*. Obtenido de *Can feeding pigs less crude protein reduce their carbon footprint? Does it also affect growth and performance?*: <https://lpelc.org/can-feeding-pigs-less-crude-protein-reduce-their-carbon-footprint-does-it-also-affect-growth-and-performance/>
- MADR, FAO, PNUD, BMUM. (2020). *INTEGRACIÓN DE LA AGRICULTURA EN LOS PLANES DE ADAPTACIÓN NACIONAL NAP-AG*. Obtenido de <https://fao.org.co/>: <https://drive.google.com/file/d/1kdbdt0GmrXDWSlu8X6adDJGIBjfTuFC80/view>
- Mayorga R., H. G. (2011). *Evidencias de cambio climático en Colombia con base en información estadística. Nota Técnica del IDEAM, IDEAM-METEO/001-2011, Bogotá D.C., 48 p.*
- Mendoza, J. C. (2020). *Propuesta de evaluación para la mitigación de impactos ambientales y sus potenciales beneficios económicos en granjas porcinas*. Tesis de Maestría Universidad Javeriana.
- MINAMBIENTE. (2018). *LEY No. 1931 27JUL 2018*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/>: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/ley-de-cambio-climatico>
- Minambiente. (2020). <https://www.minambiente.gov.co/>. Obtenido de Riesgo, Amenaza, Exposición: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico-pnacc/riesgo-amenaza-exposicion>
- Nebel, B. J. (1999). *Ciencias ambientales: Ecología y desarrollo sostenible*. Pearson.
- OCDE - FAO. (2019). *Perspectivas Agrícolas 2019-2028*. Obtenido de <https://read.oecd-ilibrary.org/>: https://read.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/ocde-fao-perspectivas-agricolas-2019-2028_7b2e8ba3-es#page4
- OCDE. (2019). <https://www.oecd-ilibrary.org/>. Obtenido de https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/enhancing-the-mitigation-of-climate-change-through-agriculture_e9a79226-en
- OCDE. (07 de 2020). *data.oecd.org*. Obtenido de <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm>
- Philippe, F., & Nicks, B. (2014). Review on greenhouse gas emissions from pig houses: Production of carbon dioxide, methane and nitrous oxide by animals and manure. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 10 -25 .
- Porcolombia FNP. (2019). *Liniamientos de Política de Porcolombia*. Bogota.
- Porkcolombia - Universidad del Valle. (2017). *Caracterización energética en granjas porcinas con base a la norma ISO 50001*.
- Porkcolombia. (2018). <https://www.miporkcolombia.co/>. Obtenido de Herramienta Ambiental

- carbono neutro: <https://www.miporkcolombia.co/herramientas-ambientales/>
- Porkcolombia. (2020). <https://www.miporkcolombia.co/>. Obtenido de Revista Porkcolombia 251: <https://www.miporkcolombia.co/ediciones/>
 - Porkcolombia. (2020). <https://www.miporkcolombia.co/>. Obtenido de Guía de biogás para el sector porcícola colombiano: <https://www.miporkcolombia.co/guia-de-biogas-para-el-sector-porcicola-colombiano/>
 - Porkcolombia FNP. (2020). *BARRERAS VIVAS PARA EL MANEJO PAISAJÍSTICO Y LA MITIGACIÓN DE OLORES OFENSIVOS EN GRANJAS PORCÍCOLAS.*
 - PRADES - CVS. (2020). *ESTUDIO CIENTÍFICO PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL SECTOR PORCÍCOLA CON LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS SECTORIALES Y PLAN DE ACCIÓN PARA LA DISMINUCIÓN DE GASES DE EFECTO.* Montería.
 - Raymond. (2017). A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature based solutions in urban area. *Environmental Science & Policy.*
 - REN21. (2015). *RENEWABLES 2015 GLOBAL STATUS REPORT.* Renewables Academy.
 - Rodríguez, M., Mance, H., Barrera, X., & García, C. (2015). *Cambio climático: lo que está en juego.*
 - UICN. (2017). *¿Qué son las Soluciones Basadas en la Naturaleza?. Unión internacional para la conservación de la naturaleza.* Obtenido de <https://www.iucn.org/node/28778>
 - UNGRD. (2016). *Fenómeno El Niño - Analisis Comparativo 1997/1998 - 2014/2016.* Obtenido de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/>: https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20564/Fenomeno_nino-2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y
 - UNGRD. (2017). *Terminología sobre gestión del riesgo de desastres y fenómenos amenazantes.* Bogota.
 - UNGRD. (2018). *GUÍA PARA LA INTEGRACIÓN DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA CON LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES A NIVEL TERRITORIAL.* BOGOTA.
 - UPRA. (2020). *Sistema Para la Planificación Rural Agropecuaria.* Obtenido de <https://sipra.upra.gov.co/>
 - USDA. (2018). *United States Department of Agriculture.* Obtenido de Foreign Agricultural Service: <https://www.fas.usda.gov/>
 - USDA. (Julio de 2020). *Livestock and Poultry: World Markets and Trade.* Obtenido de Foreign Agricultural Service: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf
 - Vries, M., & Boer, I. J. (2010). Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Science*, 128 , 1-11.



El ambiente
es de todos

Minambiente



El campo
es de todos

Minagricultura



Asociación
porkcolombia[®]
FONDO NACIONAL DE LA PORCICULTURA