

Mitigación del Metano del Sector Agroalimentario

Una Estrategia Global de Salud



Elaborado por Abt Associates para la Alianza Mundial para el Clima y la Salud
agosto de 2023



THE GLOBAL
CLIMATE & HEALTH
ALLIANCE

Acerca de la GCHA

La Alianza Global para el Clima y la Salud (GCHA) es el principal coordinador a nivel mundial de las organizaciones de profesionales de la salud y de la sociedad civil que enfrentan el cambio climático. Somos un consorcio global de organizaciones dedicadas a la salud y el desarrollo, unidos por una visión común de un futuro equitativo y sostenible, en el que se reduzcan al mínimo los impactos del cambio climático sobre la salud y se maximicen los beneficios de las soluciones climáticas. La GCHA trabaja para que se escuche la voz de la comunidad sanitaria en la formulación de políticas dirigidas a abordar la crisis climática.

Autores

Gabriel Vegh-Gaynor, Amy Rowland, Amanda Quintana, y Linh Nguyen ([Abt Associates](#))

Entrevistados

Kim Perrotta, Directora Ejecutiva de la Asociación Sanitaria Canadiense para la Sostenibilidad y la Equidad (CHASE)

Aditi Ramola, Directora Técnica de la Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA)

Dra. Courtney Woods, Profesora Asociada del Departamento de Ciencias Medioambientales e Ingeniería de la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill

Dr. Lujain Alqodmani, Director de Acción Global y Cartera de Proyectos, Foro EAT

Dr. Mathew Reid, Profesor Adjunto de Ingeniería Civil y Medioambiental en la Universidad de Cornell

Rico Euripidou, Coordinador de Campaña, groundWork, Amigos de la Tierra Sudáfrica Vishwas Vidyaranya, Cofundador y Director General, Ambire Global

Vivian Maduekeh, Coordinadora de Programa: Clima y Salud, Alianza Global para el Futuro de la Alimentación

Se informó a todos los entrevistados de la finalidad de la entrevista y del uso que se haría de la información obtenida. Los entrevistados dieron su consentimiento verbal y no recibieron ninguna compensación por su participación en la investigación.

Expertos evaluadores

Vishwas Vidyaranya, Cofundador y Director General de Ambire Global (Sector de Residuos)

Vivian Maduekeh, Coordinadora de Programa: Clima y Salud, Alianza Global para el Futuro de la Alimentación (Sector Alimentario)

Alison Doig, Consultora de Clima y Energía (Sector Energético)

Diseño gráfico

Quicksilver Communication www.qsilver.com

Mitigación del Metano del Sector Agroalimentario

Una Estrategia Global de Salud

1. Introducción.....	4
2. Fuentes de metano del sector agroalimentario.....	5
3. Metano y salud: Sector agroalimentario.....	7
4. Camino a seguir: Soluciones de mitigación del metano y beneficios para la salud.....	19
5. Referencias	24

1 Introducción

Aunque los avances en la producción mundial de alimentos (como la introducción de fertilizantes químicos y pesticidas, la mecanización, el riego a gran escala y la cría selectiva y la modificación genética) aumentaron enormemente la productividad agrícola, estos procesos tuvieron consecuencias no deseadas. La industrialización y la intensificación de la agricultura contribuyen a la deforestación, la pérdida de biodiversidad, la reducción de la salud del suelo y la contaminación del agua. Por otra parte, los sistemas alimentarios y agrícolas (incluida la silvicultura y otros usos del suelo) contribuyen entre el 18,4 y el 33% del total de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI)^{1, 2}.

El metano es un gas de efecto invernadero muy potente que está acelerando el calentamiento global y empeorando la calidad del aire al contribuir a la formación de ozono troposférico, un contaminante tóxico del aire [consulte el **Informe Panorama General** para saber cómo afecta el metano a la salud humana]. Reconociendo la importancia de una reducción rápida y profunda de las emisiones de metano como componente clave para limitar el calentamiento global, 150 países ya han firmado el Compromiso Global de Metano, lanzado en 2021. Los países que han firmado el GMP se han comprometido a reducir colectivamente las emisiones de metano en un 30% para 2030 en relación con los niveles de 2020.³

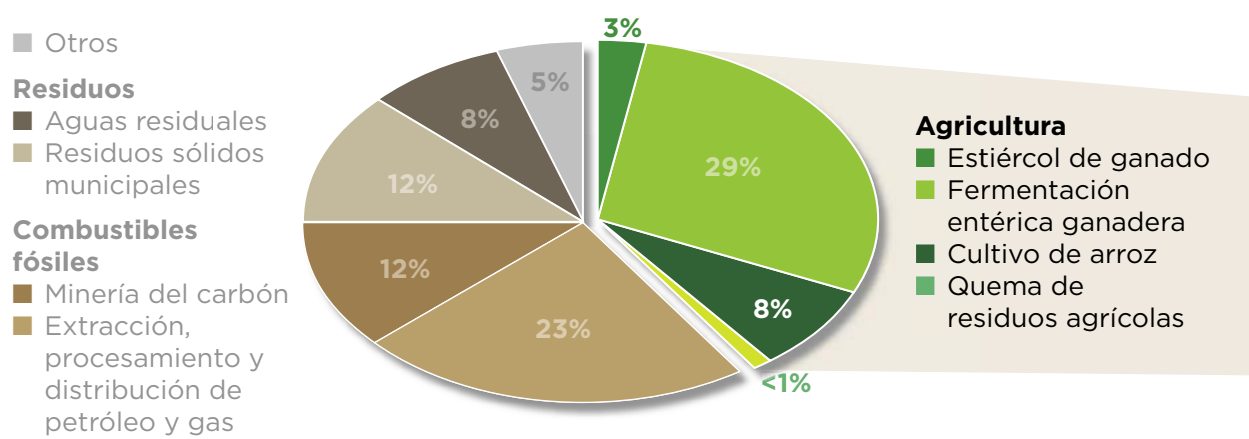
Este informe analiza las fuentes de emisiones de metano de los sistemas alimentarios y agrícolas; los beneficios para la salud humana asociados a las soluciones de reducción del metano; y las soluciones de reducción del metano sugeridas a escala internacional, nacional y local. El informe forma parte de la serie Mitigación del metano: Una estrategia global de salud, de la Alianza Global para el Clima y la Salud, cuyo objetivo es reducir la brecha de conocimientos sobre la intersección entre el metano y la salud humana.

2 Fuentes de metano del sector agroalimentario

Producción ganadera

El sector agrícola representa aproximadamente el 42% de las emisiones antropogénicas de metano, de las cuales el 29% procede de la fermentación entérica de la ganadería⁴. La fermentación entérica se refiere a la producción de gas metano a través de la fermentación de materiales orgánicos⁵ en el estómago primario (rumen) de animales rumiantes como el ganado vacuno, ovino y caprino. El proceso de fermentación entérica en el rumen produce fácilmente metano, que luego se libera cuando la ganadería emite metano y otros gases⁶. Además, el estiércol de la ganadería produce metano por descomposición anaeróbica cuando se almacena en entornos con poco oxígeno, como lagunas y fosas de estiércol, lo que representa el 3% de las emisiones totales de metano.⁴

Figura 1: Emisiones antropogénicas globales de metano del sector agrícola



Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Coalición Clima y Aire Limpio (2021). Evaluación Global de Metano: Beneficios y Costos de la Mitigación de las Emisiones de Metano. Nairobi: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Figura 2: Estimaciones globales de emisiones de gases de efecto invernadero por especies, millones de toneladas equivalentes de CO₂

Vacuno de carne				2,495
Ganado lechero				2,128
Cerdos	668			
Búfalo	618			
Pollos	612			
Pequeños rumiantes	474			
Otros tipos de aves de corral	72			

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2013.

Cultivo de arroz

El cultivo de arroz contribuye aproximadamente al 8–10 por ciento de las emisiones totales de metano a nivel mundial, ya que las plantaciones de arroz inundadas utilizadas habitualmente para el cultivo crean unas condiciones (materia orgánica en un entorno con poco oxígeno) en las que los organismos metanogénicos pueden prosperar y producir metano⁷. El arroz es una fuente de alimentos clave que alimenta a un tercio de la población mundial, especialmente en los principales países productores de arroz del sur de Asia⁸. A pesar de las emisiones de metano asociadas a las prácticas de cultivo actuales, el arroz es uno de los cultivos más eficientes por caloría en cuanto al uso de la tierra, ya que se calcula que utiliza 0,76m² por cada 1000 kilocalorías, frente a los 119,49m² de la carne de vacuno, es decir, más de 100 veces menos tierra que la producción de ganado vacuno⁹.

Uso de la tierra

Las emisiones provocadas por la expansión de las tierras de cultivo, las técnicas de tala y quema y la biomasa en descomposición representan un reto adicional. Los efectos del desbroce de tierras agrícolas son especialmente profundos en el Sur Global, donde grandes sumideros de carbono como selvas tropicales, ciénagas y turberas, por ejemplo, son arrasados para dedicarlos a la ganadería, los cultivos alimentarios y la producción de aceite de palma, aumentando así las emisiones producidas por la combustión y descomposición de la biomasa, eliminando las fuentes existentes de intercambio de gases de CO₂ y liberando a la atmósfera antiguas fuentes de almacenamiento de carbono y metano.

Por ejemplo, varios estudios han demostrado que las emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) aumentan cuando se talan regiones forestales para plantar aceite de palma^{10,11,12}. Aunque el aceite de palma constituye un tercio del aceite vegetal del mundo, los sumideros de carbono y metano que se destruyen en su producción tienen enormes consecuencias para el clima: un estudio sobre el desarrollo del aceite de palma en Indonesia calcula que la expansión de una sola plantación contribuyó entre el 18% y el 22% de las emisiones anuales de GEI de todo el país en 2020.¹³

Residuo de alimentos

Casi un tercio de los alimentos producidos se pierde o se desperdicia.¹⁴ Los residuos alimentarios producen metano cuando se descomponen en vertederos mal gestionados o en zonas de descarga informales. En esta serie de informes, las emisiones de metano procedentes de los residuos de alimentos y las estrategias de mitigación se abordan en el informe sobre el sector de los residuos.

3 Metano y salud: Sector agroalimentario

Las soluciones específicas para reducir las emisiones de metano y mejorar la eficiencia de los sistemas alimentarios y agrícolas pueden reportar múltiples beneficios para la salud, entre ellos:

- Reducción de los impactos localizados sobre la salud de la exposición al metano procedente de las actividades agrícolas, que se producen principalmente a través del ozono troposférico de bajo nivel y las altas concentraciones de metano. Estos efectos sobre la salud pueden incluir ataques de asma, dolores de cabeza y malestar¹⁵.
- Reducir la inhalación de contaminantes atmosféricos en el humo, generado por la quema de restos de cultivos y las actividades de desbroce, que contiene partículas de carbono negro, compuestos orgánicos volátiles (COV) como el benceno y el formaldehído¹⁶, y muchos otros gases y aerosoles, todos los cuales agravan las afecciones respiratorias y afectan, especialmente, a la salud pulmonar de los niños¹⁷.
- Reducir la combustión de biomasa para el desbroce de tierras y la eliminación de residuos de cultivos, que contribuyen a la contaminación atmosférica, incluido el ozono troposférico, especialmente a través del aumento de partículas, monóxido de carbono, COV y óxidos de nitrógeno presentes en el humo de la biomasa¹⁸. Además del aumento de las tasas de estrés respiratorio e inflamación pulmonar en adultos, los estudios demuestran que la exposición a la contaminación atmosférica en el útero y durante la primera infancia influye en el desarrollo pulmonar y puede provocar enfermedad pulmonar obstructiva crónica y alteraciones de la función pulmonar¹⁹.
- Si se mejora el tratamiento del estiércol del ganado agrícola se reducen la contaminación y las vías de contagio de enfermedades zoonóticas que actualmente afectan a la salud humana a través de la intrusión en las aguas superficiales y subterráneas, la contaminación atmosférica por emisiones y mediante la aplicación aerosolizada de estiércol licuado. La materia fecal del ganado contiene componentes nocivos (amoníaco, sulfuro de hidrógeno, metano, pequeñas partículas) que pueden causar problemas respiratorios y, junto con los malos olores, pueden disminuir la calidad de vida²⁰.

Figura 3: Contaminantes atmosféricos típicos de las CAFO

Emisiones de las CAFO	Fuente	Rasgos	Riesgos para la salud
Amoniaco	Se forma cuando los microbios descomponen compuestos orgánicos no digeridos en la naturaleza	Incoloro, penetrante olor acre	Irritante respiratorio, quemaduras químicas del tracto respiratorio, piel y ojos, tos severa, enfermedad pulmonar crónica
Sulfuro de hidrógeno	Descomposición bacteriana anaeróbica de proteínas y otras materias orgánicas azufradas	Olor a huevo podrido	Inflamación de las membranas húmedas del ojo y vías respiratorias, pérdida de neuronas olfativas, muerte
Metano	Microbios degradación materia orgánica en condiciones anaeróbicas	Incoloro, inodoro, altamente inflamable	No presenta riesgos para la salud*. Es un gas de efecto invernadero y contribuye al cambio climático.
Partículas en suspensión	Forraje, materiales de cama, estiércol seco, superficies de suelo sin pavimentar, caspa animal, plumas de aves de corral	Compuesto de materia fecal, materias primas para el forraje, polen, bacterias, hongos, células de la piel, silicatos	Bronquitis crónica, síntomas respiratorios crónicos, disminución de la función pulmonar, síndrome tóxico por polvo orgánico

Fuente: Carrie Hribar, NALBOH, 2010

**Nota: Si bien respirar metano en sí no representa un riesgo directo para la salud a niveles bajos, el metano es un precursor del ozono troposférico, un contaminante atmosférico perjudicial para la salud.*

Las emisiones de metano son un desafío y un síntoma de un sistema más amplio de cambio climático global. Se estima que los efectos del cambio climático en todo el mundo reducirán la calidad, la cantidad y la asequibilidad de los alimentos, especialmente en el Sur Global²¹.

- La agricultura, la silvicultura y otros usos del suelo se han expandido rápidamente junto con la industrialización, el crecimiento demográfico y el aumento global del consumo. Se calcula que la agricultura, la silvicultura y otros usos del suelo afectan en la actualidad al 70% de la superficie mundial libre de hielo, lo que provoca emisiones de metano y de gases de efecto invernadero, así como pérdidas de ecosistemas, pérdida neta de suelo debido a la erosión y un descenso de la biodiversidad²².
- Entre el 25% y el 30% de la producción mundial de alimentos se pierde o se desperdicia²³, y el sistema alimentario actual no consigue nutrir y alimentar eficazmente a las poblaciones mundiales de forma sostenible y saludable. La actual carga mundial de malnutrición, en todas sus formas, incluye la desnutrición (emaciación, retraso del crecimiento, bajo peso), la insuficiencia de vitaminas o minerales, el sobrepeso, la obesidad y las enfermedades no transmisibles relacionadas con la dieta²⁴. Se calcula que una cuarta parte (2.000 millones) de la

población mundial carece actualmente de acceso a alimentos nutritivos y saludables, y que 828 millones de personas se enfrentan en todo el mundo a la inseguridad alimentaria y a una mala nutrición²⁵.

- Los estudios han demostrado que la baja eficiencia reproductiva²⁶, las fuentes de alimentación de baja calidad y los entornos sobrepastoreados o degradados pueden aumentar significativamente las emisiones de fermentación entérica del ganado²⁷. Se calcula que la intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero (emisiones por unidad de producto de la ganadería) del ganado vacuno de África oriental y subsahariana es cuatro veces superior a la media mundial²⁸. Esto aumenta la carga de emisiones, degradación del suelo y pérdida de biodiversidad que producen los pequeños agricultores y los países de pastoreo en relación con la producción de proteínas.

Para resolver estos problemas de gran envergadura es necesario introducir cambios importantes y sistémicos en la forma en que las localidades, los países y el mundo estructuran los sistemas alimentarios. Las soluciones deben tener en cuenta qué fuentes de alimentos y métodos de producción se incentivan o desincentivan en cada nivel de elaboración de políticas, producción, distribución, consumo y eliminación. La producción y distribución de alimentos nutritivos en cantidad suficiente para mantener sana a la población mundial debe ser un objetivo permanente.

Las soluciones y tablas siguientes resumen los beneficios colaterales para la salud de la reducción del metano a partir de soluciones técnicas para los líderes del sector agrícola y los gobiernos locales y regionales con la experiencia, la financiación y el mandato para aplicar los cambios sugeridos. No todas las soluciones son aplicables a todos los contextos o entornos.

Las medidas de mejora de las explotaciones **ganaderas** adoptadas para mitigar el metano agrícola y mejorar la gestión del ganado y del estiércol también proporcionan beneficios colaterales asociados a la salud y a la mitigación del metano:

Tema	Soluciones	Beneficios colaterales para el clima y la salud humana
Gestión del estiércol de la ganadería	Gestión eficaz del estiércol para mejorar la salud y la seguridad, la recuperación de recursos y la mitigación del metano mediante: • Compostaje aireado • Digestión anaerobia, potencialmente con: ○ Biogás para uso energético ○ Reutilización de lodos de digestión anaerobia para abono y compost	Reducción de la exposición a olores, reducción de infecciones y enfermedades, y reducción de las vías de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.

Ganadería:
Comple-
mentos ali-
menticios y
salud animal

Reducir la producción de metano por fermentación entérica de la ganadería existente mediante:

- Sistemas silvopastoriles (integración de silvicultura y pastoreo)
- Cría y selección de fenotipos para mejorar la salud animal, la resistencia a las enfermedades y a la sequía y el éxito reproductivo^{lii}
- Mejora de la calidad de los forrajes y reducción de los contenidos indigestos

Beneficios nutricionales gracias a la mayor productividad de animales más sanos.

«Carolina del Norte tiene dos de los principales condados del mundo en cuanto a densidad de cerdos ... muchos consideran que esa parte del estado es la capital mundial del cerdo, y los cerdos superan en número a las personas en una proporción de 35 a 1. Otro aspecto a tener en cuenta en Carolina del Norte es que la mayoría de las localidades más afectadas por la industria son las de menores ingresos y las de etnia negra, lo que constituye un problema de justicia medioambiental por lo que respecta a las personas más afectadas. Si se produce un [huracán] o incluso un episodio de lluvias torrenciales, esas balsas de retención [de estiércol] pueden desbordarse ... y si se rompen, todos esos residuos [líquidos de estiércol porcino] pueden entrar en el medio ambiente circundante, y muchas de las instalaciones porcinas lindan con masas de agua naturales, por lo que pueden entrar en las aguas superficiales, masas de agua que sirven como fuente de agua potable de la gente, [lo que repercute] en la calidad del agua y en la posibilidad de [exposición] a agentes infecciosos y otros agentes peligrosos.» -Dr. Courtney Woods, Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill, entrevista

La ganadería es una manera ineficiente de producir proteínas y alimentos en relación con su impacto medioambiental a escala global/industrial. La reducción de productos de origen animal y la promoción de dietas ricas en vegetales ofrecen una solución viable y necesaria para muchos países de altos ingresos que se enfrentan a problemas de obesidad y enfermedades cardíacas. Sin embargo, en algunos escenarios, la ganadería desempeña un papel fundamental en la nutrición, y los productos animales siguen siendo una fuente importante de nutrición adecuada y de ingresos familiares²⁹ para muchas personas en el Sur Global y en los países de bajos ingresos, así como para quienes viven en entornos rurales aislados o no cultivables, como algunas partes del África sahariana y las regiones árticas de todo el mundo³⁰. Hay que tener en cuenta el contexto del país, el estado de salud, el estado nutricional y las necesidades culturales cuando se sugieren soluciones de mitigación para un individuo o grupo específico.

Estudio de caso: Soluciones para mitigar las emisiones de la carne de vacuno brasileña

Brasil se encuentra entre los cinco mayores productores mundiales de emisiones de metano procedentes de la ganadería, es el principal exportador mundial de carne de vacuno³¹ y realiza importantes inversiones económicas en el sector ganadero.

La percepción del sector sobre las soluciones para reducir la fermentación entérica en la ganadería (y, por tanto, las emisiones de metano) suele aludir a la preocupación por la disminución del peso del ganado, por lo que no se incluyen en los planes gubernamentales para el sector, el Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático y Bajas Emisiones de Carbono en la Agricultura en Busca del Desarrollo Sostenible (ABC+). La industria agraria considera impopulares las políticas que apoyan cambios dietéticos que reducirían la demanda de carne de vacuno y productos lácteos.

A corto plazo, la introducción de mejoras en la genética del ganado, la calidad de los forrajes y la calidad de los pastos aportaría grandes beneficios a la salud animal, aumentaría la producción de leche y la eficiencia, incrementaría los ingresos de los ganaderos y reduciría las emisiones de metano procedentes de la fermentación entérica³². A largo plazo, incluso unas reducciones modestas de la producción y el consumo de ganado vacuno tendrían grandes beneficios en términos de emisiones globales, ya que se calcula que Brasil representa el 14% de la cabaña ganadera mundial (220 millones de cabezas)³³. De forma complementaria, la aplicación con éxito del nuevo Programa Cero Metano³⁴ de Brasil utilizaría el biogás de estiércol como fuente de energía alternativa para la agricultura.

Estudio de caso: Desarrollo económico sostenible en Etiopía

En Etiopía, el sector del ganado lechero aporta entre el 12% y el 16% del PIB nacional y es explotado principalmente por pequeños ganaderos, responsables del 98% de la producción lechera del país³⁵. El plan gubernamental de Economía Verde Resiliente al Clima (CRGE, por sus siglas en inglés) pretende mejorar el desarrollo económico al tiempo que reduce las emisiones de GEI y mitiga los impactos climáticos locales³⁶.

La mala calidad de los forrajes y la degradación de los pastizales suelen provocar un aumento de las emisiones de metano procedentes del ganado, mientras que el bienestar nutricional y económico de una población creciente en un entorno árido y pastoril exige en la actualidad una producción continuada de leche y carne de vacuno para garantizar la seguridad alimentaria hasta que se logre una diversificación económica y dietética. Se calcula que el 80% de la población rural etíope con bajos ingresos depende de la ganadería como principal fuente de alimentos e ingresos³⁷.

Si se sigue aplicando el plan nacional descrito en la NDC de Etiopía para sustituir la carne de vacuno por fuentes de alimentación alternativas y para mejorar los métodos de forraje como solución para reducir el metano en la ganadería, la situación podría mejorar.

Los fondos internacionales destinados a mejorar los entornos de pastoreo y las prácticas ganaderas sostenibles podrían contribuir a reducir las emisiones y aumentar los rendimientos. Etiopía y la Iniciativa del Fondo de Biocarbono para Paisajes Forestales Sostenibles (ISFL, por sus siglas en inglés) del Banco Mundial firmaron en 2023 un acuerdo de compra de reducción de emisiones (ERPA, por sus siglas en inglés) por un valor de 40 millones de dólares que preservará los bosques para el secuestro de carbono y mejorará la gestión de la ganadería en la región de Oromía del país³⁸. Reducir el desbroce y quema de tierras y la deforestación causada por la ganadería contribuiría a los objetivos nacionales, ya que Oromía contiene el 52% de los bosques etíopes.

Estudio de caso: El reto del metano en la ganadería estadounidense

Estados Unidos es uno de los principales emisores de metano procedente de la ganadería y se encuentra entre los cinco primeros países del mundo que más metano produce³⁹. Mientras se desarrolla una nueva normativa sobre emisiones para el sector del petróleo y el gas, Estados Unidos se está quedando rezagado con respecto a sus homólogos de la UE y Nueva Zelanda en lo que respecta a la normativa sobre metano agrícola.

Actualmente no existen reducciones obligatorias de las emisiones, ni límites a la producción ganadera, ni la inclusión de las emisiones agrícolas en las políticas de fijación de precios de las emisiones de gases de efecto invernadero (sistemas para cobrar a los emisores por los contaminantes climáticos).⁴⁰ Además, las reducciones basadas en la tecnología (como la mejora de la calidad de los forrajes para reducir la fermentación entérica) emprendidas de forma voluntaria por sí solas no pueden ampliarse lo suficiente como para abordar el problema del metano con la rapidez o la amplitud necesarias. Los incentivos para reducir las emisiones de forma voluntaria son actualmente limitados, y se calcula que solo un 2% de las emisiones de metano de la ganadería pueden reducirse con un costo neto cero para los productores⁴¹.

Junto con los esfuerzos nacionales y locales para mejorar las directrices dietéticas y las subvenciones agrícolas en línea con dietas saludables, nutritivas y sostenibles, los gobiernos federales y estatales deben considerar compromisos hacia regulaciones obligatorias de emisiones, incluyendo el monitoreo, reporte y verificación (MRV) y la aplicación.

Si se adoptaran todas las medidas de mitigación técnicamente viables (sin incluir el cambio de dieta), se podrían reducir las emisiones de la ganadería del país en un 30%, lo que supondría un ahorro anual de emisiones estimado en 56 MtCO₂e en comparación con el nivel de referencia⁴². Los cambios en la dieta de la población reducirían aún más las emisiones, aportando al mismo tiempo enormes beneficios para la salud de los estadounidenses, como la reducción del riesgo de cardiopatías, diabetes y obesidad.

Los métodos de producción de arroz que reducen las emisiones de metano también proporcionan beneficios colaterales a través de la reducción de la quema de residuos de cultivos y del menor uso de agua para el cultivo:

Tema	Soluciones	Beneficios colaterales para el clima y la salud humana
Técnicas de producción de arroz con bajo contenido en metano	Es posible reducir y/o interrumpir la inundación de los arrozales mediante: • Una reducción de los niveles de agua durante el crecimiento a mitad de temporada, o mediante técnicas de humectación y secado alternativos (AWD), que interrumpen la inundación del suelo periódicamente⁴³ • La siembra en seco y las soluciones de «arroz aeróbico», utilizando un suelo bien drenado para el cultivo • El uso de aditivos de fosfoyeso y sulfato para inhibir la metanogénesis	Al reducir las inundaciones, se minimiza el uso de agua dulce para la producción de arroz, lo que permite a los hogares, los centros médicos y las instalaciones de aguas residuales utilizar esta agua para la higiene, la limpieza, la cocina y la bebida, con los consiguientes beneficios colaterales para la salud derivados de un mayor acceso al agua potable.
Residuos de la producción de arroz	Reducir la tala de campos mediante la quema y utilizar el compostaje para los residuos de los cultivos de paja de arroz.	Reducir los incendios por incineración de cultivos y la quema al aire libre de materiales de desecho minimiza la exposición al humo de los incendios, que contienen carbono negro y partículas.

Entre los beneficios colaterales de la mejora del **uso de la tierra** se incluyen:

Tema	Soluciones	Beneficios colaterales para el clima y la salud humana
Desarrollo agrícola y actividades de desbroce de tierra	Reducir el impacto sobre el clima y la salud de la agricultura, la silvicultura y otros usos y desarrollos del suelo: • Conservar las fuentes naturales existentes de almacenamiento de carbono y acelerar la transición hacia la deforestación cero en estos entornos • Acabar con la quema y destrucción de tierras en biomas con fuentes naturales de metano para limitar la exposición del metano antiguo a la atmósfera (por ejemplo, turberas, humedales, permafrost) • Implementar métodos alternativos de pastoreo y técnicas silvopastoriles para limitar las necesidades de uso de la tierra como medida complementaria durante la transición hacia la deforestación cero	• Reducir el impacto climático de la pérdida de sumideros de carbono y los impactos climáticos generales del uso de la tierra podría dar lugar a reducciones en los fenómenos de sequía y olas de calor inducidos por el clima⁴⁴ y los resultados adversos para la salud asociados al calor elevado y al polvo (especialmente en las poblaciones vulnerables), como el estrés térmico y las enfermedades respiratorias. • La mejora de las condiciones de cultivo como resultado de una mejor salud y disponibilidad del suelo aumentará el rendimiento y la nutrición de los cultivos. (Las actividades agrícolas contribuyen a la erosión del suelo, que se estima entre 10 y más de 100 veces superior a la tasa actual de formación del suelo⁴⁵.)

Reducir la quema de tierras y los residuos de cultivos mejorará los resultados en materia de salud al disminuir la contaminación atmosférica y el ozono troposférico, tanto a escala local como mundial. Este es el caso especialmente de las poblaciones que viven en zonas de altas concentraciones de humo, como valles y cuencas en los que se producen inversiones atmosféricas que crean problemas crónicos de calidad del aire. Reducir la tala de árboles también permite mitigar en cierta medida la destrucción de hábitats y la pérdida de biodiversidad localizada.

La tierra necesaria para la cría de ganadería destinada a la producción de alimentos requiere aproximadamente el 77% de las tierras de cultivo del mundo, pero solo produce el 18% de todas las calorías alimentarias y el 37% de todas las proteínas⁴⁶. El calentamiento global, la pérdida de hábitats y biodiversidad, la desertificación y la sequía son factores clave de las ineficiencias en el uso de la tierra a escala mundial.

En la actualidad, el 1% de las explotaciones más grandes del mundo utiliza el 70% de las tierras agrícolas activas⁴⁷. El uso de la tierra en un sistema alimentario reinventado aumentaría la participación de los pequeños agricultores, los pueblos indígenas, las mujeres agricultoras y los grupos minoritarios, y mejoraría su capacidad para competir y sobrevivir en una industria agrícola cada

vez más globalizada. Más del 80% de todas las explotaciones agrícolas son minifundistas (menos de dos hectáreas) y producen el 35% de los alimentos mundiales utilizando solo el 12% de todas las tierras agrícolas activas⁴⁸.

Agricultura, salud del suelo y nutrición

El suelo es un factor importante en la producción de alimentos. Además del papel que desempeña en la formación de hábitats, la retención de agua, la mitigación de la erosión⁴⁹ y el secuestro de carbono⁵⁰, el suelo es la base de aproximadamente el 95 por ciento de toda la producción alimentaria mundial, y unos suelos sanos son fundamentales para la seguridad alimentaria, la nutrición humana y el clima⁵¹. Las plantas necesitan elementos similares a los humanos para crecer sanas y, al proporcionar un medio de cultivo rico en nutrientes, las cosechas cultivadas en un suelo sano contendrán los nutrientes y minerales esenciales necesarios para la salud humana⁵².

Las prácticas agrícolas regenerativas, como la labranza baja, la labranza cero y los sistemas silvopastoriles, junto con la recuperación de recursos orgánicos y la corrección del suelo mediante compostaje y digestato (procedente de procesos de digestión anaeróbica) ofrecen la oportunidad de limitar la erosión y la degradación del suelo.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), las prácticas sostenibles de gestión del suelo podrían por sí solas aumentar en un 58% los suelos ricos en nutrientes necesarios para la producción mundial de alimentos. Esto es cada vez más vital para la seguridad alimentaria: se calcula que la producción agrícola tendrá que aumentar un 60% de aquí a 2050 para alimentar a la creciente población⁵³.

«El suelo es uno de los recursos más escasos del mundo en estos momentos. Aunque no nos demos cuenta, tarda cientos de años en producirse, por lo que devolver la materia orgánica a los suelos ayudará a resolver muchos problemas: la degradación del suelo, la deforestación y la desertificación.» –Aditi Ramola, Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA), entrevista

Las medidas de mejora de los **sistemas alimentarios** adoptadas para reducir las emisiones de metano también aportan beneficios colaterales para la salud humana y medioambiental:

Tema	Soluciones	Beneficios colaterales para el clima y la salud humana
Mejoras en los sistemas alimentarios	Reducir las emisiones procedentes de fuentes alimentarias y métodos de producción con alto contenido en metano: • Acabando con las subvenciones que abaratan el costo de los alimentos procesados con alto contenido en azúcar, grasa y sal; y promover dietas ricas en plantas cultivadas en sistemas regenerativos y equitativos • Mejorando las soluciones para reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos y fomentar la reutilización y recuperación de recursos orgánicos	Estas soluciones reducirían las emisiones, disminuirían la deforestación y la degradación del suelo y mejorarían los resultados para la salud. En la actualidad, las subvenciones y las políticas comerciales mundiales para el sector alimentario y agrícola ascienden a una media de casi 630.000 millones de dólares anuales, la mayoría de los cuales apoyan la producción de arroz, azúcar y carnes, al tiempo que generan desincentivos en la producción de frutas y verduras⁵⁴. Reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos reduciría las emisiones globales de los sistemas alimentarios al aumentar la eficiencia de la producción y el consumo. Además, las iniciativas para disminuir los residuos alimentarios pueden aportar beneficios intrínsecos, como mejoras en la salud del suelo, la cantidad y la nutrición como resultado del compostaje, y la disminución de la malnutrición entre las poblaciones que reciben donaciones de alimentos como parte de las iniciativas de reducción de residuos alimentarios.

Las pautas nutricionales y dietéticas que incluyen alimentos ricos en plantas y bajos en emisiones ofrecen beneficios para la salud como:

Tema	Soluciones	Beneficios colaterales para el clima y la salud humana
Adaptaciones de las pautas nutricionales y dietéticas	Una dieta nutritiva es esencial para la salud y el desarrollo humanos y puede mejorar la salud de lactantes, niños y madres⁵⁵. Las adaptaciones a las pautas dietéticas deben incluir: • Reducción del consumo de carne y productos lácteos en zonas geográficas de alto consumo • Políticas para aumentar la disponibilidad y accesibilidad de alimentos integrales y ricos en plantas para las poblaciones sin acceso a alimentos nutritivos y saludables («desiertos alimentarios»)	Las dietas bajas en productos animales pueden mejorar la salud y la nutrición humanas, especialmente en poblaciones con colesterol alto, obesidad, diabetes y afecciones cardíacas asociadas a un elevado consumo de carne y lácteos. Las dietas ricas en plantas y alimentos integrales mejorarían la nutrición y el consumo de magnesio, potasio, hierro, tiamina, riboflavina, folato y vitaminas⁵⁶. Está demostrado que esto puede mejorar la sensibilidad a la insulina y disminuir la necesidad de medicación para la diabetes, mejorar la presión arterial, disminuir el riesgo de mortalidad cardiovascular y aumentar la longevidad⁵⁷. Reducir el consumo y la exposición a los antibióticos utilizados habitualmente en la producción de carne puede beneficiar a quienes padecen afecciones digestivas o del sistema inmunitario y puede reducir la resistencia a los antibióticos.

La comparación de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares entre vegetarianos y no vegetarianos en el Reino Unido, Alemania, Estados Unidos, Países Bajos y Japón reveló una reducción del 29% en la mortalidad por cardiopatía isquémica frente a los no vegetarianos⁵⁸.

En las explotaciones concentradas de alimentación animal (CAFO), el estiércol líquido suele almacenarse en lagunas no reforzadas y luego se pulveriza sobre los campos en forma de aerosol. Esta materia fecal aerosolizada contiene contaminantes y olores nocivos⁵⁹ (amoníaco, sulfuro de hidrógeno, metano y pequeñas partículas), que pueden provocar síntomas respiratorios crónicos y disminuir la calidad de vida. Disminuir el consumo de carne y productos lácteos mejora los beneficios colaterales para la salud de la localidad y el medio ambiente al reducir las vías de exposición a los contaminantes atmosféricos nocivos presentes en el estiércol y otros subproductos animales (Figura 3⁶⁰).

“The single most effective action to reduce emissions is actually through food systems and the consumption of a healthy, sustainable, local diet...A [specific] diet does not apply to every country and every continent, but needs to be further translated to the national context, local culture, and heritage. Analysis [of the Planetary Health Diet] has proven that it would prevent the premature deaths of 11 million adults.” –Dr. Lujain Alqodmani, EAT Forum, Interview

4 Camino a seguir: Estrategias de mitigación del metano y beneficios para la salud

Para alcanzar reducciones significativas de las emisiones de metano, es necesario introducir cambios sistémicos en el sistema alimentario, incluida la producción agrícola. Así, por ejemplo, muchas de las pautas dietéticas y subvenciones agrícolas existentes en la actualidad promueven la producción calórica por encima de la nutrición y los buenos resultados para la salud, y a menudo dan prioridad a las subvenciones a la producción de carne y lácteos para conseguir precios bajos para el consumidor. De esta forma, las sociedades pueden tener acceso a precios bajos para los productos subvencionados, pero también soportar la carga del aumento de las emisiones, los daños medioambientales y los impactos sobre la salud. La industrialización de la producción mundial de alimentos contribuye a estos daños, que afectan de manera desigual a las localidades marginadas y vulnerables de todo el mundo. Es necesario introducir cambios en las pautas dietéticas que aumenten el acceso a dietas sanas, nutritivas, ricas en plantas y bajas en emisiones, para que los grupos de altos ingresos mejoren su salud al mismo tiempo en que reducen las emisiones y para que los grupos de bajos ingresos y vulnerables al clima aumenten su seguridad y soberanía alimentarias⁶¹.

Afortunadamente, la mayoría de las soluciones para reducir el metano son sencillas y rentables y permiten conservar la tierra, reducir las emisiones y mejorar la salud.

Según un estudio reciente, las soluciones sin costo para la reducción de las emisiones de metano de la ganadería, como la mejora de la alimentación y la gestión del estiércol, podrían reducir las emisiones en un 2% en comparación con los niveles de referencia para 2030, y la aplicación de todas las soluciones técnicamente viables, como la cría selectiva, podría disminuir las emisiones hasta un 30% de los niveles de referencia⁶². El mismo estudio concluyó que las soluciones sin costo para la producción de arroz, como los métodos de riego mejorados, podrían reducir las emisiones un 6% con respecto a la situación de partida, y que la aplicación de todas las soluciones técnicamente viables, incluido el uso de variedades híbridas, podrían reducir las emisiones al 50% de los niveles de referencia. Estas soluciones no incluyen cambios en la dieta; se estima que el potencial de reducción de emisiones es aún mayor si se tienen en cuenta los cambios en el comportamiento y la sociedad, como los niveles y patrones de consumo, y el acceso a la dieta y los incentivos, como parte de una estrategia holística de mitigación.

Además de introducir cambios más amplios en el sector agrícola y en sus prioridades, es necesario seguir aplicando medidas complementarias que ofrezcan reducciones de las emisiones de metano. La principal es reducir drásticamente los residuos alimentarios, tanto en la fase de producción y transformación como en la de consumo [para más información, véase el informe sobre el Sector de residuos]. Además de garantizar una gestión adecuada de los residuos orgánicos para reducir las emisiones derivadas de los residuos alimentarios, el aumento de la eficiencia de la producción y la distribución ofrece un enorme potencial de mitigación al hacer innecesario producir un exceso de alimentos que no se consumen, evitando así todas las emisiones asociadas.

No existe ninguna panacea que ofrezca una única solución a nuestra crisis actual, pero hay muchas opciones que, en conjunto, pueden ofrecer una solución holística de mitigación del metano

para el sector, al tiempo que ofrecen importantes beneficios para la salud que aumentarían su resiliencia en el contexto del cambio climático.



Las **acciones internacionales** brindan la oportunidad de aumentar la concienciación mundial, los mecanismos de financiación de soluciones técnicas y el apoyo político de las organizaciones multinacionales.

- Intensificar la acción internacional existente sobre la mitigación del metano agrícola y la mejora de los sistemas alimentarios mediante:
 - La inclusión de dietas ricas en plantas y objetivos de reducción del metano agrícola en las actualizaciones de las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) de los países presentadas en virtud del Acuerdo de París.
 - El aprovechar los marcos internacionales existentes, como la Estrategia de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) sobre el Cambio Climático⁶³, para incluir la reducción de residuos, los impactos sobre la salud y la nutrición, las consideraciones sobre el uso del suelo y otras perspectivas climáticas y de salud.
- Promover soluciones sectoriales como:
 - Trabajar por la creación de grupos de trabajo políticos internacionales que apoyen políticas nutricionales revisadas y mejoradas que promuevan dietas y mercados que sean: bajos en emisiones, nutritivos y saludables, y económicos y accesibles.
 - Aumentar la integración de la reducción de las emisiones de metano, la nutrición y la salud en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) Trabajo conjunto de Sharm el-Sheikh sobre la aplicación de la acción por el clima en la agricultura y la seguridad alimentaria⁶⁴.



Las **acciones nacionales** para mejorar la agricultura y los sistemas alimentarios ofrecen soluciones a los organismos nacionales de medio ambiente y salud, así como temas que plantear a los responsables políticos a nivel nacional.

- Detectar las principales lagunas de datos y priorizar las acciones de mitigación:
 - Resolver la falta de información que existe sobre las emisiones de metano a nivel de emplazamiento (voluntaria u obligatoria).
 - Dar prioridad a las reducciones de metano en las instalaciones agrícolas y las operaciones concentradas de forraje animal situadas cerca de los núcleos de población.
 - Desarrollar soluciones para investigar y atender las quejas con el fin de elevar las preocupaciones sanitarias de los ciudadanos relacionadas con los sistemas alimentarios y las prácticas agrícolas.

- Aumentar el intercambio de información y la concienciación pública sobre el desbroce de tierras para el desarrollo agrícola, especialmente en zonas de gran biodiversidad, importancia cultural para las localidades y ecosistemas que proporcionan almacenamiento de carbono existente.
- Aplicar íntegramente el Acuerdo de Escazú⁶⁵ y políticas similares que promuevan la conservación, la restauración y el uso sostenible de los recursos naturales y garanticen el acceso a la información medioambiental, la participación de la localidad y el derecho humano a un medio ambiente sano.
- Establecer políticas que mejoren los sistemas alimentarios y las prácticas agrícolas:
 - Revisar las subvenciones y los impuestos a los productores y consumidores a nivel nacional para mejorar el acceso y la asequibilidad de dietas nutritivas, ricas en plantas y bajas en emisiones.
 - Promover medidas de deforestación cero y la protección jurídica de la tierra, especialmente en las zonas habitadas por comunidades indígenas y las amenazadas por el desarrollo agrícola.
 - Como medida complementaria al cambio de dieta, aumentar la investigación clínica y concienciar sobre las intervenciones existentes y sugeridas en materia de sanidad ganadera que mejoren la salud de los consumidores, los medios de subsistencia de los ganaderos y el bienestar de los animales.
 - Revisar las políticas y planes de acción nacionales existentes y sugeridos en materia de alimentación y agricultura (por ejemplo, la Ley Agrícola de EE.UU.), en busca de oportunidades para apoyar la mitigación del cambio climático, la reducción de la deforestación y el desarrollo de la tierra, y un mayor acceso a dietas beneficiosas desde el punto de vista nutricional.
 - Excluir a la industria alimentaria y a los actores corporativos de participar en el desarrollo de políticas para establecer normas de salud y nutrición. Por ejemplo, véase el desarrollo de las directrices alimentarias de Canadá para 2019⁶⁶. La normativa para lograr esta separación entre política de salud y negocio podría inspirarse en el Artículo 5.3 del Convenio Marco de la Organización Mundial de la Salud para el Control del Tabaco⁶⁷.

Estudio de caso: Soluciones para el cultivo de arroz con bajo contenido en metano para Vietnam

En la actualidad, **Vietnam** es el quinto mayor país emisor de metano del cultivo del arroz, que contribuye en casi un 60% a las emisiones totales de gases de efecto invernadero del país⁶⁸, y utiliza el 82% de la tierra cultivable y el 70% de los recursos hídricos nacionales⁶⁹.

Las soluciones de cultivo con bajo contenido en metano, como la humectación y el secado alternativos (AWD; consulte la **tabla de soluciones técnicas**), han demostrado su potencial, pero deben aplicarse a escala para lograr los resultados deseados. El cultivo de arroz a pequeña escala es un tipo de empleo esencial para las poblaciones rurales del sur de Asia⁷⁰, por lo que debe tenerse en cuenta en cualquier intervención.

Vietnam podría considerar la posibilidad de aprovechar los compromisos del gobierno para crear una financiación a nivel nacional para la formación de los agricultores. El Plan Nacional de Acción sobre el Metano de Vietnam pretende acabar con la incineración abierta de residuos agrícolas y establece un límite para 2030 de 30,7 MMTCO₂e para el cultivo de arroz y 15,2 MMTCO₂e para la producción ganadera. El aumento de la promoción de soluciones de bajo consumo de metano a través de organizaciones rurales y grupos de pequeños agricultores, junto con políticas gubernamentales que financien la formación, puede contribuir a la adopción de técnicas de bajas emisiones.

Si se aplican medidas de cultivo alternativas viables, es de esperar que mejoren las emisiones, se reduzca la quema de residuos tras las cosechas y se reduzca el consumo de agua. Mientras que el sistema actual de inundación utiliza unos 5.000 litros de agua por cada kilogramo de arroz producido⁷¹, se estima que la adopción de técnicas de AWD reducirá hasta un 48% las emisiones de metano del arroz y reducirá el agua de riego en un 30% sin sacrificar el rendimiento de la cosecha⁷².



Acciones locales y comunitarias para abordar las preocupaciones de la comunidad, reducir los peligros para la salud y mejorar la nutrición y el acceso a alimentos nutritivos. Por ejemplo:

- Aumentar la participación de la ciudadanía y los pacientes en temas relacionados con la nutrición, el acceso a los alimentos y los efectos y beneficios para la salud de la actividad agrícola:
 - Promover políticas y acciones locales que proporcionen a las comunidades soberanía alimentaria⁷³, o la capacidad de tomar decisiones independientes que mejoren las prácticas agroecológicas sostenibles y la salud del suelo, diversifiquen los cultivos, creen o mejoren el acceso a los mercados locales y apoyen la salud y la justicia medioambientales.
 - Informar a los responsables de la toma de decisiones y a los medios de comunicación sobre las repercusiones sobre el clima y la salud de los centros de producción de alimentos y las operaciones concentradas de alimentación animal (CAFO).
 - Informar a los pacientes sobre las repercusiones para la salud de los contaminantes atmosféricos de origen agrícola y los métodos para reducir o prevenir los daños (por ejemplo, soluciones para limitar la exposición).

- Realizar exámenes de salud a las personas que se encuentren cerca o trabajen en CAFO, lugares de estiércol a gran escala y operaciones de desbroce de tierras.
- Aumentar la participación de las empresas de los pequeños agricultores y de los productores de alimentos que practican prácticas sostenibles y regenerativas. Más de 600 millones de pequeños agricultores de todo el mundo, entre ellos muchas mujeres y pueblos indígenas, están excluidos de los espacios de toma de decisiones y política alimentaria⁷⁴, lo que reduce las perspectivas políticas y priva de derechos a su capacidad de participar y contribuir a todos los niveles de los proyectos de ley y reglamentos agrícolas.
- Promover la mejora de los sistemas agrícolas con acciones como:
 - La revisión y consideración de las políticas agrícolas (como las leyes sobre el derecho a cultivar), que pueden limitar la capacidad de las localidades y los funcionarios de salud para investigar y potencialmente limitar el desarrollo agrícola o la ubicación de las CAFO.
 - La evaluación de los problemas de salud y calidad de vida asociados a las CAFO.
 - La mejora de la gestión de la ganadería y el estiércol y la mitigación del impacto sobre la salud, incluyendo medidas que apoyen la obtención y el uso seguro y eficaz del biogás como fuente de energía alternativa.

«La [comunidad] se ha centrado mucho en la salud y la seguridad, y muchos de los esfuerzos [satisfactorios] han sido el resultado de acciones legales [demandas por violación de los derechos civiles en virtud del Título 6]. Así que esos esfuerzos consistieron en que la EPA consiguiera que el Estado regulara un poco más la industria, pero también en poner en marcha mecanismos que garantizaran que los residentes que viven cerca de allí, así como la agencia reguladora estatal, entendieran qué niveles de contaminantes liberan las instalaciones. Hasta la denuncia del Título 6, no existía ningún requisito de control [de la calidad del aire o del agua]. Yo no diría que ha sido un éxito, pero el hecho de que la EPA haya venido a Carolina del Norte [a investigar las quejas relacionadas con el Título 6] al menos ha elevado la cuestión a un nivel que presiona un poco más a nuestras agencias estatales y a la industria para que hagan las cosas mejor, y ha mostrado las condiciones en las que se está obligando a vivir a los residentes.» –Dra. Courtney Woods, Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill, entrevista

«Descubrimos que la mayoría de las subvenciones y las financiaciones públicas de algunos países se destinan a financiar estos alimentos no respetuosos con el clima. Se invierten 528.000 millones de dólares en productos como el arroz, la carne de vacuno y el azúcar, en lugar de frutas y verduras. Los gobiernos deben integrar los sistemas alimentarios en los planes climáticos; del mismo modo, deben integrar la acción climática en los planes de nutrición y sistemas alimentarios. Ahora mismo, las pautas dietéticas basadas en los alimentos de varios países apenas mencionan nada sobre el clima ... tiene que ir en ambas direcciones.» –Vivian Maduekeh, Alianza Global para el Futuro de la Alimentación, entrevista

5 Referencias

- 1 GHG emissions by sector, 2020. Climate Watch, the World Resources Institute. [Online](#), accessed July 19, 2023.
- 2 Tubiello, F. et al 2021. Greenhouse gas emissions from food systems: building the evidence base. *Environ. Res. Lett.* 16 065007. [Online](#), accessed 21 August 2023.
- 3 Global Methane Pledge, n.d. About the Global Methane Pledge. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 4 United Nations Environment Programme and Climate and Clean Air Coalition, 2021. The Global Methane Assessment. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 5 Kanika Khanna, 2022. How Methanogenic Archaea Contribute to Climate Change, American Society for Microbiology. [Online](#), accessed May 1, 2023.
- 6 Sarah E. Hook, André-Denis G. Wright, Brian W. McBride, 2010. “Methanogens: Methane Producers of the Rumen and Mitigation Strategies”, *Archaea*, vol. 2010, Article ID 945785, 11 pages. [Online](#), accessed 1 May, 2023.
- 7 Searchinger, Tim and Adhya, Tapan K., 2014. World Resources Institute. Wetting and Drying: Reducing Greenhouse Gas Emissions and Saving Water from Rice Production. [Online](#), accessed May 1, 2023.
- 8 Mbow, Cheikh et al, 2019. IPCC Special Report on Land and Climate Change. Chapter 5: Food Security. [Online](#), accessed 1 May, 2023.
- 9 Poore, J., & Nemecek, T., 2018. Reducing food’s environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987-992. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 10 Germer, J., and Sauerborn, J., 2007. Estimation of the impact of oil palm plantation establishment on greenhouse gas balance. *Environ. Dev. Sustain.* 10, 697–716. [Online](#), accessed May 1 2023.
- 11 Croezen, H. J., Bergsma, G. C., Otten, M. B. J., and Valkengoed, M. P. J. V., 2010. Biofuels: indirect land use change and climate impact. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 12 de Souza, S. P., Pacca, S., de Ávila, M. T., and Borges, J. L. B., 2010. Greenhouse gas emissions and energy balance of palm oil biofuel. *Renew. Energy.* 35, 2552–2561. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 13 Carlson, K. M., Curran, L. M., Asner, G. P., Pittman, A. M. D., Trigg, S. N., & Marion Adeney, J., 2013. Carbon emissions from forest conversion by Kalimantan oil palm plantations. *Nature Climate Change*, 3(3), 283-287. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 14 UN FAO, 2011. Global Food Losses and Food Waste. [Online](#), accessed 22 Aug 2023.
- 15 Public Health England, 2019. Compendium of Chemical Hazards: Methane. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 16 Voulgarakis, A., Field, R.D., 2015. Fire Influences on Atmospheric Composition, Air Quality and Climate. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 17 Holm, S.M., Miller, M.D. & Balmes, J.R., 2021. Health effects of wildfire smoke in children and public health tools: a narrative review. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 31, 1–20 (2021). [Online](#), accessed 7 June 2023.

- 18 Holm, S.M., Miller, M.D. & Balmes, J.R., 2021. Health effects of wildfire smoke in children and public health tools: a narrative review. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 31, 1–20 (2021). [Online](#), accessed 7 June 2023., Voulgarakis et al, 2015.
- 19 Miller MD, Marty MA., 2010. Impact of environmental chemicals on lung development. *Environ Health Perspect.* 2010 Aug;118(8):1155–64. [Online](#), accessed 7 June 2023.
- 20 Carrie Hribar, 2010. National Association of Local Boards of Health. Understanding Concentrated Animal Feeding Operations and Their Impact on Communities. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 21 Marco Springmann, Daniel Mason-D'Croz, Sherman Robinson, Tara Garnett, H Charles J Godfray, Douglas Gollin, Mike Rayner, Paola Ballon, Peter Scarborough, 2016. Global and regional health effects of future food production under climate change: a modelling study. *The Lancet*, Volume 387, Issue 10031, 2016. [Online](#), accessed 12 July, 2023.
- 22 Mbow, Cheikh et al, 2019. IPCC Special Report on Land and Climate Change. Chapter 5: Food Security. [Online](#), accessed 1 May, 2023.
- 23 Mbow, Cheikh et al, 2019. IPCC Special Report on Land and Climate Change. Chapter 5: Food Security. [Online](#), accessed 1 May, 2023.
- 24 World Obesity Atlas 2023, 2023. World Obesity Federation. [Online](#), accessed 1 May, 2023.
- 25 UN FAO, 2022. The State of Food Security and Nutrition in the World, 2022. [Online](#), accessed 1 May, 2023.
- 26 UN FAO & New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre, 2017. Supporting low emissions development in the Ethiopian dairy cattle sector — reducing enteric methane for food security and livelihoods. [Online](#), accessed 1 May, 2023.
- 27 Balehegn M, Kebreab E, Tolera A, Hunt S, Erickson P, Crane TA, Adesogan AT., 2021. Live- stock sustainability research in Africa with a focus on the environment. *Anim Front.* 2021 Sep 6;11(4):47–56. [Online](#), accessed 1 May, 2023.
- 28 Pressman et al, 2018. Mitigation of Enteric Methane Emissions from Dairy Cattle in East Africa through Urea Treatment of Crop Residue Feeds. American Geophysical Union Annual Meeting, 2018. [Online](#), accessed 1 May, 2023.
- 29 T. F. Randolph et al, 2007. Invited Review: Role of livestock in human nutrition and health for poverty reduction in developing countries. *Journal of Animal Science*, Volume 85, Issue 11. [Online](#), accessed 12 July, 2023.
- 30 Reynolds LP, Wulster-Radcliffe MC, Aaron DK, Davis TA, 2015. Importance of Animals in Agricultural Sustainability and Food Security. *The Journal of Nutrition*, Volume 145, July 2015. [Online](#), accessed 12 July, 2023.
- 31 EMBRAPA, 2021. Brazil is the world's fourth largest grain producer and top beef exporter, study shows. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 32 Project Drawdown, Undated. Climate Solutions: Improved Cattle Feed. [Online](#), accessed 12 July, 2023.
- 33 Charles River Associates, 2022. The impact of the global methane pledge on the Brazilian beef industry. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 34 Government of Brazil, 2022. The National Zero Methane Program, [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 35 FAO & New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre, 2017. Supporting low emissions development in the Ethiopian dairy cattle sector — reducing enteric methane for food security and livelihoods. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 36 Federal Democratic Republic of Ethiopia, 2021. Updated Nationally Determined Contribution. [Online](#), accessed 1 May 2023.

- 37 Mihret, T., Mitku, F., Guadu, T., 2017. Dairy Farming and its Economic Importance in Ethiopia: A Review. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, Issue 12, 2017. [Online](#), accessed 12 July, 2023.
- 38 The World Bank, 2023. World Bank and Ethiopia Sign \$40 Million Agreement to Cut Carbon Emissions Through Sustainable Landscape Management. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 39 U.S. EPA, 2019. Global Non-CO2 Greenhouse Gas Emission Projections & Mitigation Potential: 2015-2050. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 40 Patricia Fisher, 2022. The 'Dark Horse' of Climate Change: Agricultural Methane Governance in the United States and Canada. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 41 Ilissa B. Ocko et al., 2021. Acting Rapidly to Deploy Readily Available Methane Mitigation Measures by Sector Can Immediately Slow Global Warming. *Environmental Research Letters* 16 (5): 054042, 2021. [Online](#), accessed 1 May, 2023.
- 42 U.S. EPA, 2019. Global Non-CO2 Greenhouse Gas Emission Projections & Mitigation Potential: 2015-2050. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 43 Searchinger, Tim and Adhya, Tapan K., 2014. World Resources Institute. Wetting and Drying: Reducing Greenhouse Gas Emissions and Saving Water from Rice Production. [Online](#), accessed 1 May, 2023.
- 44 Mbow, Cheikh et al, 2019. IPCC Special Report on Land and Climate Change. Chapter 5: Food Security. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 45 Mbow, Cheikh et al, 2019. IPCC Special Report on Land and Climate Change. Chapter 5: Food Security. [Online](#), accessed May 1, 2023.
- 46 Health and Climate Network, 2023. Diverse, healthy diets for all: How a focus on healthy diets can transform food systems and climate action. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 47 Sarah K. Lowder, Marco V. Sánchez, Raffaele Bertini, 2021. Which farms feed the world and has farmland become more concentrated?, *World Development*, Volume 142, 2021. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 48 Sarah K. Lowder, Marco V. Sánchez, Raffaele Bertini, 2021. Which farms feed the world and has farmland become more concentrated?, *World Development*, Volume 142, 2021. [Online](#), accessed May 1 2023.
- 49 Brevik, E. C., 2013. The potential impact of climate change on soil properties and processes and corresponding influence on food security. *Agriculture* 3. [Online](#), accessed June 7, 2023.
- 50 Silver WL, Perez T, Mayer A, Jones AR., 2021. The role of soil in the contribution of food and feed. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2021. [Online](#), accessed June 7, 2023. Silver WL, Perez T, Mayer A, Jones AR., 2021. The role of soil in the contribution of food and feed. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2021. [Online](#), accessed 7 June 2023.
- 51 UN FAO, 2015. Healthy soils are the basis for healthy food production. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 52 Combs Jr, G. F., 2005. Geological impacts on nutrition. *Essentials of Medical Geology*, 2005. [Online](#), accessed 7 June 2023.
- 53 UN FAO, 2015. Healthy soils are the basis for healthy food production. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 54 FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO, 2022. The State of Food Security and Nutrition in the World 2022: Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. [Online](#), accessed 12 July 2023.

- 55 [Willett, W., Rockstrom, J., et al, 2019. Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. The Lancet Commissions, Volume 393, Issue 10170, February 2019. Online, accessed July 12, 2023.](#)
- 56 Farmer B, Larson BT, Fulgoni VL, 3rd, Rainville AJ, Liepa GU., 2011. A vegetarian dietary pattern as a nutrient-dense approach to weight management: an analysis of the national health and nutrition examination survey 1999–2004. J Am Diet Assoc. 2011 Jun;111(6):819–
- 57 27. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 58 Tusso PJ, Ismail MH, Ha BP, Bartolotto C., 2013. Nutritional update for physicians: plant-based diets. Perm J. 2013 Spring;17(2):61-6. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 59 Huang T, Yang B, Zheng J, Li G, Wahlqvist ML, Li D., 2012. Cardiovascular disease mortality and cancer incidence in vegetarians: a meta-analysis and systematic review. Ann Nutr Metab. 2012;60(4):233–40. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 60 Heederik, D., Sigsgaard, P., Thorne, P., et al, 2007. Health Effects of Airborne Exposures from Concentrated Animal Feeding Operations. Environmental Health Perspectives, Volume 115, February 2007. [Online](#), accessed 12 July 2023.
- 61 Carrie Hribar, 2010. National Association of Local Boards of Health. Understanding Concentrated Animal Feeding Operations and Their Impact on Communities. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 62 Health and Climate Network, 2023. Diverse, healthy diets for all: How a focus on healthy diets can transform food systems and climate action. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 63 Ilissa B. Ocko et al., 2021. Acting Rapidly to Deploy Readily Available Methane Mitigation Measures by Sector Can Immediately Slow Global Warming. Environmental Research Letters 16 (5): 054042, 2021. [Online](#), accessed May 1, 2023.
- 64 Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022. FAO Strategy on Climate Change: 2022-2031. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 65 UNFCCC, 2023. Sharm El Sheikh Joint Work on Implementation of Climate Action on Agriculture and Food Security. Informal note by the cofacilitators on the elements of the Joint Work. [Online](#), accessed 12 July 2023.
- 66 United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean, Undated. Regional Agreement on Access to Information, Public Participation, and Justice in Environmental Matters in Latin America and the Caribbean. [Online](#), accessed 12 July 2023.
- 67 CBC News, 2019. New food guide unveiled without food groups or recommended servings. [Online](#), accessed 23 May 2023.
- 68 Health and Climate Network, 2023. Diverse, healthy diets for all: How a focus on healthy diets can transform food systems and climate action. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 69 International Rice Research Institute (IRRI), Undated. GHG Mitigation in Rice, [Online](#), Accessed 1 May 2023.
- 70 International Rice Research Institute (IRRI), Undated. GHG Mitigation in Rice, [Online](#), Accessed 1 May 2023.
- 71 Sazzadul Hassan, 2022. The Daily Star. The rice economy. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 72 Climate and Clean Air Coalition (CCAC), Undated. Reducing methane emissions from paddy rice in Bangladesh. [Online](#), accessed 1 May 2023.
- 73 International Rice Research Institute (IRRI), Undated. GHG Mitigation in Rice, [Online](#), Accessed 1 May 2023.
- 74 SeedChange, 2023. Food sovereignty. [Online](#), accessed 12 July 2023.



**Find all Mitigating Methane: A Global Health Strategy reports
and supporting material at this link:**

<https://climateandhealthalliance.org/initiatives/methane-health/>