



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA**

**TESINA**

**EL POLLO DE ENGORDE EN EL ESTADO DE MÉXICO Y  
SU IMPACTO EN LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO  
SOSTENIBLE Y CAMBIO CLIMÁTICO**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MÉDICA  
VETERINARIA ZOOTECNISTA**

**PRESENTA: LIZBETH GÓMEZ JIMÉNEZ**

**ASESORES:**

**DR. EN BCA. JORGE OSORIO AVALOS  
PhD. OCTAVIO ALONSO CASTELAN ORTEGA**

**TOLUCA, MÉXICO. NOVIEMBRE 2024**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>ACRONIMOS</b> .....	6
Compuestos químicos.....	6
<b>GLOSARIO</b> .....	7
<b>RESUMEN</b> .....	10
<b>ABSTRACT</b> .....	10
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	12
<b>MATERIAL Y MÉTODO</b> .....	14
Materiales. ....	14
Métodos. ....	14
<b>LÍMITE DE ESPACIO</b> .....	15
<b>LÍMITE DE TIEMPO</b> .....	16
<b>POLLO DE ENGORDE</b> .....	17
Taxonomía .....	17
Nombre científico.....	17
Historia y evolución .....	17
Historia del pollo de engorde en México.....	18
Aparato digestivo .....	19
Cinética digestiva.....	19
<b>PRINCIPALES LÍNEAS PRODUCTORAS DE POLLO DE ENGORDE</b> .....	20
Selección genética.....	20
Principales líneas a nivel mundial.....	21
Principales líneas a nivel nacional .....	22
Principales líneas en el Estado de México.....	23
<b>INDUSTRIA DEL POLLO DE ENGORDE</b> .....	24
Industria en México .....	24
Industria del pollo de engorde en el Estado de México.....	24
<b>INTERACCIÓN DE LOS POLLOS DE ENGORDE CON EL MEDIO AMBIENTE</b> .....	25
Uso de suelo .....	25
Manejo de residuos biológicos no infecciosos .....	26
<b>DESCRIPCION GEOGRÁFICA DEL ESTADO DE MÉXICO</b> .....	28
Localización.....	28
Clima.....	28

Recurso hídrico.....	30
Biodiversidad .....	30
Uso de suelos .....	30
Población .....	31
Índice de marginación y pobreza .....	31
Educación .....	32
Salud.....	32
Economía.....	32
Productividad .....	33
<b>OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE .....</b>	<b>33</b>
<b>INTEGRACION DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN PLANES NACIONALES DE DESARROLLO .....</b>	<b>36</b>
<b>LA MEDICINA VETERINARIA Y LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE. ....</b>	<b>37</b>
<b>CALENTAMIENTO GLOBAL .....</b>	<b>37</b>
Calentamiento global antropogénico.....	39
Efecto invernadero.....	40
<b>GASES DE EFECTO INVERNADERO .....</b>	<b>41</b>
Emisión de gases de efecto invernadero .....	42
Emisión de gases de efecto invernadero en Estado de México en la Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) en Estado de México. ....	42
<b>CAMBIO CLIMÁTICO .....</b>	<b>46</b>
Cambio climático en México .....	46
Cambio climático en Estado de México .....	47
<b>LEY DE CAMBIO CLIMÁTICO EN ESTADO DE MÉXICO .....</b>	<b>47</b>
<b>COMPARATIVO NACIONAL, PRODUCCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO MÉXICO- ESTADO DE MÉXICO.....</b>	<b>48</b>
<b>ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN PARA LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SUBSECTOR AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA “AFOLU” EN EL ESTADO DE MÉXICO.....</b>	<b>48</b>
<b>POLLO DE ENGORDE Y LA FORMACION DE GASES DE EFECTO INVERNADERO.....</b>	<b>50</b>
Emisión de gases de efecto invernadero en pollo de engorde.....	50
Formación de metano.....	54

Formación de óxido nitroso.....	55
Formación de dióxido de carbono.....	56
Estrategias para mitigar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero. ....	56
<b>IMPACTO DEL CAMBIO CLIMATICO EN EL POLLO DE ENGORDE .....</b>	<b>57</b>
Estrés por calor.....	57
Disminución de los parámetros productivos.....	59
Zoonosis .....	60
Anfixenosis.....	61
<b>COMO APLICAR LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN LOS POLLOS DE ENGORDE.....</b>	<b>62</b>
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>66</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>69</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Población de pollo de engorde en México 2012-2021.....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 2. Producción de pollo de engorde en el Estado de México 2012-2021. .....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 3. Población total nacional, estatal y tasa de crecimiento promedio anual del periodo 1950-2020.....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 4. Gases de efecto invernadero considerados en el Anexo A del Protocolo de Kioto. ....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 5. Emisiones de Gases Efecto Invernadero, 2015 del sector AFOLU... 45</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 6. Estrategias y líneas de acción para la mitigación al Cambio Climático. ....</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 7. Aplicación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible al pollo de engorde. ....</b>	<b>63</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Taxonomía del pollo de engorde.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 2. Unión de Asociaciones de Avicultores de la República Mexicana. 19</b>	<b>19</b>
<b>Figura 3. Anatomía del aparato digestivo del pollo de engorde .....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 4. Genotipo del pollo de engorde 1950 y 2005, .....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 5. Plymouth Rock Blanca.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 6. Cornish.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 7. Sussex Clara.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 8.Cobb 500. ....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 9. Ross.....</b>	<b>22</b>

<b>Figura 10. Hybro .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 11. Hubbard.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 12. mapa de los climas del Estado de México. ....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 13. Contribución de producción animal a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. ....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 14. Calentamiento global .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 15. Efecto invernadero .....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 16. Cambio climático.....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 17. Efectos de los GEI en el cambio climático.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 18. Emisiones globales de las cadenas de suministros de carne de pollo.....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 19. Estrés por calor en el pollo de engorde .....</b>	<b>58</b>

## **ACRONIMOS**

**CEDRSSA:** Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria.

**CEPAL:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

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

**FIRA:** Fomento de Agricultura, la Ganadería y la Avicultura.

**GEI:** Gases de Efecto Invernadero.

**Gg:** Gigagramos.

**GWP:** Potencial de Calentamiento Global Global Warming Potential por sus siglas en inglés.

**IMCO:** Instituto Mexicano para la Competitividad.

**IMSS:** Instituto Mexicano del Seguro Social.

**INECC:** Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (antes Instituto Nacional de Ecología-INE).

**INEGI:** Instituto Nacional de Estadística y Geografía (antes Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática).

**INEGYCEI:** Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero.

**IPCC:** Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés).

**ISSEMyM:** Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios.

**ISSSTE:** Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado.

**MACC:** México ante el Cambio Climático.

**ODS:** Objetivos de Desarrollo Sostenible.

**OMS:** Organización Mundial de la Salud.

**ONU:** Organización de las Naciones Unidas.

**PEACC:** Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático

**PIB:** Producto Interno Bruto.

**RP:** Residuos peligrosos.

**RPBI:** Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos.

**TGI:** Tracto Gastrointestinal.

## **Compuestos químicos**

**C:** Carbono.

**CH<sub>4</sub>:** Metano.

**CO:** Monóxido de Carbono.

**CO<sub>2</sub>:** Dióxido de Carbono.

**N<sub>2</sub>:** Nitrógeno.

**N<sub>2</sub>O:** Óxido Nitroso.

**NH<sub>3</sub>:** Amoniaco.

**O<sub>3</sub>:** Ozono.

**SO<sub>2</sub>:** Dióxido de Azufre.

## GLOSARIO

**Acetogénesis:** La acetogénesis por hidrogenación es el mecanismo por el cual se produce acetato como único producto final de la reducción de hidrógeno y dióxido de carbono. Mientras que la acetogénesis por deshidrogenación, se refiere a la oxidación anaeróbica de ácidos grasos de cadena larga (Almeida, 2011).

**Antropoceno:** Término concebido para referir a la aparición de una nueva era geológica, en donde la humanidad ha impactado profundamente en las condiciones planetarias hasta el punto en que nuestra especie se ha convertido en una fuerza geológica por derecho propio (Chakrabarty, 2009).

**Bienestar animal:** Conjunto de actividades encaminadas a proporcionar comodidad, tranquilidad, protección y seguridad a los animales durante su crianza, mantenimiento, explotación, transporte y matanza (DOF, 2022).

**Biocombustibles:** Los combustibles que provienen de la biomasa (materia orgánica de origen animal o vegetal) como el alcohol etílico o etanol, metanol, biodiesel, diésel fabricado mediante el proceso químico de FischerTropsch y combustibles gaseosos tales como hidrógeno y metano (IEECC, 2022).

**Biomasa:** El término biomasa en su sentido más amplio incluye toda la materia viva existente en un instante de tiempo en la Tierra. La biomasa energética también se define como el conjunto de la materia orgánica, de origen vegetal o animal, incluyendo los materiales procedentes de su transformación natural o artificial. Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Estado de México 13 Cualquier tipo de biomasa tiene en común con el resto el hecho de provenir en última instancia de la fotosíntesis vegetal (IEECC, 2022).

**Caducifolia:** Conjunto de comunidades vegetales forestales de estatura baja que prosperan sobre laderas de cerros en condiciones de clima cálido, pero con lluvia marcadamente concentrada en 6 o menos meses al año y en consecuencia con dos aspectos estacionales muy diferentes (Rzedowski y Calderón de Rzedowski, 2013).

**Cambio climático:** Es definido como un cambio estable y durable en la distribución de los patrones de clima en periodos de tiempo que van desde décadas hasta millones de años (IEECC, 2022).

**Carbono equivalente/CO<sub>2</sub> equivalente:** Valor asignado al potencial de calentamiento global de los gases de efecto invernadero distintos al CO<sub>2</sub> y es expresado en un basado en un horizonte de 100 años, comparado con el potencial de calentamiento de una molécula de CO<sub>2</sub> (IEECC, 2022).

**Composta:** Mejorador del suelo que se obtiene luego de un proceso de descomposición de los residuos sólidos orgánicos en condiciones húmedo-aeróbicas (con presencia de Oxígeno) (IEECC, 2022).

**Contaminación del aire:** La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico (IEECC, 2022).

**Efecto invernadero:** Fenómeno climático que implica retención de calor, donde la radiación solar visible y la radiación ultravioleta entran, calientan la superficie terrestre y antes de escapar nuevamente al espacio, es absorbida, en parte, por ciertos gases (GEI) en la atmósfera, que luego la reemiten en todas direcciones, incluso nuevamente hacia la superficie terrestre, elevando su temperatura (Martín et al., 2023)

**Emisiones:** Liberación a la atmósfera de gases de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, incluyendo en su caso compuestos de efecto invernadero, en una zona y un periodo de tiempo específicos (IEECC, 2022).

**Enfermedad:** Ruptura del equilibrio en la interacción entre un animal, agente etiológico y ambiente, que provoca alteraciones en las manifestaciones vitales del primero (DOF, 2022).

**Enfermedades transmitidas por vector:** Padecimientos en los que el agente causal es un organismo patógeno (virus, bacterias y parásitos) al ser humano, es un artrópodo (generalmente, mosquitos; sin embargo, pueden ser piojos, garrapatas o roedores) que actúa como agente transmisor. Padecimientos en los cuales un artrópodo transporta el agente infeccioso de un huésped a otro (IEECC, 2022).

**Excreciones:** Descarga o deposición de materia fecal, orina, vómito u otros (DOF, 1998).

**Fermentación entérica:** Volumen de metano producido a partir de la transformación de los carbohidratos por los procesos digestivos de los animales. Los rumiantes son los mayores emisores de metano debido a las características distintivas de su sistema digestivo (IEECC, 2022).

**Gases de Efecto Invernadero (GEI):** GEI, Aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antrópicos, que absorben y emiten radiación infrarroja (IEECC, 2022).

**Hacinamiento:** Amontonamiento (DOF, 1998).

**Insensibilización:** Acción por medio de la cual se induce rápidamente a un animal a un estado de inconciencia (DOF, 2015).

**Manejo:** Conjunto de prácticas para la captura, traslado, cuarentena, carga y descarga, sujeción, aturdimiento y muerte de los animales, que les garanticen niveles de bienestar y les eviten dolor, sufrimiento, ansiedad, traumatismos y estrés (DOF, 2015).

**Matanza:** Acto de provocar la muerte de uno o varios animales, previa pérdida de la conciencia (DOF, 2015).

**Médico Veterinario:** Persona física con cédula profesional de médico veterinario o médico veterinario zootecnista, expedida en el territorio nacional por la Secretaría de Educación Pública (DOF, 2022).

**Metanogénesis:** Vía metabólica para la producción de metano en el rumen, en la cual el pasoprec principal se asocia a la reducción del grupo metilo a metano (Sosa et al., 2007).

**Movilización:** Traslado de animales, bienes de origen animal, productos biológicos, químicos, farmacéuticos, plaguicidas o alimenticios para uso en animales o consumo por éstos, equipo e implementos pecuarios usados, desechos y cualquier otra mercancía regulada, de un sitio de origen a uno de destino predeterminado, el cual se puede llevar a cabo en vehículos o mediante arreo dentro del territorio nacional (DOF, 2022).

**Residuos de manejo especial:** Incluyen artículos voluminosos; electrodomésticos y tecnológicos (incluye automotrices); productos de línea blanca, residuos de jardín recogidos por separado; pilas; aceite; los provenientes de servicios de salud (excepto los biológico-infecciosos); insumos y residuos generados en actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas; residuos de los servicios de todo tipo de transporte; lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y residuos relacionados a la construcción. Estos residuos normalmente se manipulan separadamente de otros residuos domésticos y comerciales (IEECC, 2022).

**Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos:** Residuos generados en y por la industria que requieren tratamientos específicos como la incineración a altas temperaturas para su disposición o confinamiento controlado, para evitar riesgos de salud y contaminación irreversible del medio ambiente (IEECC, 2022).

**Residuos:** Un término general para residuos sólidos –excluyendo residuos de comida y ceniza- secados de viviendas, establecimientos comerciales e instituciones (IEECC, 2022).

**Resiliencia:** Capacidad de los sistemas naturales o sociales para recuperarse o soportar los efectos derivados del cambio climático (Gaceta del Gobierno, 2022).

**Salud:** Estado de completo bienestar físico, mental y social, y no sólo la ausencia de afecciones o enfermedades (IEECC, 2022).

**Sostenibilidad:** La sostenibilidad es un atributo de los sistemas abiertos a interacciones con su mundo externo. No es un estado fijo de constancia, sino la preservación dinámica de la identidad esencial del sistema en medio de cambios permanente (Gallopín, 2003).

**Sustentabilidad:** El mantenimiento de las condiciones ecológicas óptimas en función de la vida; para lograrlo, deberá replantearse las dinámicas de producción y consumo, y de ser el caso, abandonar los anhelos de crecimiento económico y desarrollo, visiones que deja atrás para encausarse en la búsqueda del progreso, el buen vivir y la armonía en comunidad territorial (Parra y Soto, 2023).

## **RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo es analizar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con la producción de pollo de engorde para identificar su impacto en el cambio climático en el Estado de México. Mediante el uso de bases de datos y revistas científicas como Pubmed, Google Scholar, ELSEVIER, Science Direct, Redalyc y consulta de diversos trabajos bibliográficos previos (tesis, artículos, leyes, textos, internet, etc), los resultados evidencian que la producción de pollo de engorde en el Estado de México de acuerdo a los indicadores estatales, nacionales e internacionales, muestra impacto en la mejora económica en el desarrollo social en los diversos niveles productivos, reconociendo un efecto importante negativo en el cambio climático, pero las empresas avícolas están encaminadas y preparadas para mitigar su efecto en sinergia con los ODS. Respecto al cambio climático, debido al aumento de la temperatura, las aves podrían presentar estrés calórico, limitaciones en la disponibilidad de alimentos (piensos y/o forrajes), el aumento de temperaturas producirá la distribución de infecciones y enfermedades. En cuanto a la producción de pollo de engorde, la industria avícola se enfrenta a problemas medioambientales relacionados con la calidad del aire (olores) y del agua, sin embargo, se pueden conseguir beneficios medioambientales junto con beneficios empresariales cuando las empresas tienen en cuenta las 4R “reducir, reutilizar, reciclar y recuperar” de los recursos valiosos de los productos al final del ciclo de vida del producto o de los productos usados.

**Palabras clave:** Gases de Efecto Invernadero, contaminación, sustentabilidad, Residuos.

## **ABSTRACT**

The objective of this paper is to analyze the Sustainable Development Goals (SDGs) with broiler production to identify their impact on climate change in the State of Mexico. Through the use of databases and scientific journals such as Pubmed, Google Scholar, ELSEVIER, Science Direct, Redalyc and consultation of various previous bibliographic works (theses, articles, laws, texts, internet, etc.), the results show that broiler production in the State of Mexico, according to state, national and international indicators, shows impact on economic improvement in the State of Mexico, national and international indicators, shows impact on economic improvement in social development at various production levels, recognizing a significant negative effect on climate change, but poultry companies are geared and prepared to mitigate its effect in synergy with the SDGs. Regarding climate change, due to the increase in temperature, poultry could experience heat stress, limitations in feed availability (feed and/or fodder), increased temperatures will lead to the distribution of infections and diseases. Regarding broiler production, the poultry industry faces environmental problems related to air quality (odors) and water quality, however, environmental benefits along with business benefits can be achieved when companies take into account the 4Rs “reduce, reuse, recycle and

recover” of valuable resources from products at the end of the product life cycle or from used products.

**Key words:** Greenhouse gases, pollution, sustainability, waste.

## INTRODUCCIÓN

Los humanos (*Homo sapiens*) contribuyen a la estructuración de las poblaciones de presas mediante modos de caza y las implicaciones de esa aparente estructuración para la gestión y conservación de las poblaciones animales. Los humanos son cazadores tan voraces que se les ha denominado una especie superdepredadora (Darimont et al., 2015), en reconocimiento de su capacidad demostrada para consumir especies a tasas varias veces superiores a las de los depredadores no humanos (Dirzo et al., 2014). Sin embargo, los cazadores humanos se diferencian de los depredadores no humanos, en que la decisión de cazar determinadas especies o individuos de una misma especie, está influida por factores que van más allá de la oportunidad y la necesidad. La gestión y la conservación de las poblaciones animales en la época geológica que ahora se conoce ampliamente como el Antropoceno.

El pollo actual es una especie domesticada que evolucionó hace más de 8, 000 años en el sudeste de Asia (Dawkins, 1989) (Eklund y Jensen, 2011). El antepasado de la gallina domestica actual es la gallina salvaje común de la India (*Gallus bankiva*) (Montes V, 2019).

En la actualidad el pollo de engorde es altamente estimado por los beneficios alimenticios que proporciona al hombre. La reproducción y permanencia en el planeta de esta especie está en manos de los humanos, quienes han creado una industria productora de pollos a nivel mundial (Charles Darwin Foundation, 2010).

La ONU, 2022 (Naciones Unidas, 2022) define al cambio climático como “las variaciones a largo plazo de las temperaturas y patrones meteorológicos, los cuales pueden ser naturales ocasionados por el ciclo solar pero también son ocasionadas por las actividades humanas”. La temperatura ambiente alta reduce la eficiencia de producción de los pollos de engorde. Diferentes factores contribuyen a esta situación: crecimiento rápido, variaciones fisiológicas y cambios en la mucosa del intestino delgado (Marchini et al., 2016).

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, toma en cuenta los medios de implementación para realizar el cambio y la prevención de desastres por eventos naturales extremos, así como la mitigación y adaptación al cambio climático (Naciones Unidas, 2018).

Lo anterior denota una relevancia bidireccional sobre los efectos del cambio climático en México y el mundo, con el impacto en los objetivos globales de producción con desarrollo sostenible de las especies pecuarias.

## **JUSTIFICACIÓN.**

En la actualidad los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son los objetivos globales orientados a proteger el planeta, para brindar un futuro sostenible y sustentable, por lo tanto, es importante relacionarlos con actividades de producción de alimentos y su relación con el cambio climático.

El Estado de México al igual que otras entidades del país; se han dado a la labor de elaborar los llamados Programas de Acción Ante el Cambio Climático (PEACC), los cuales son un instrumento de apoyo para el diseño de políticas públicas sustentables y acciones orientadas a mitigar y disminuir las actividades que contribuyen al fenómeno del cambio climático en cada entidad (IEECC, 2022).

El calentamiento global debido a las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI) se ha convertido en un gran desafío en los últimos años (Patra, 2014). Los principales gases de efecto invernadero emitidos por las actividades agrícolas son el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) (Johnson y Marshall, 2007). La producción avícola aporta GEI a la atmósfera tanto directa como indirectamente (Eggleston et al., 2006).

A nivel mundial, las cadenas de suministro de pollos producen 606 millones de toneladas de  $\text{CO}_2$ -eq de emisiones de GEI, que representan el 8% de las emisiones del sector (Gerber et al., 2013). La producción de pollo de engorde como actividad antropogénica puede incidir sobre el cambio climático, por lo anterior, surge la necesidad de valorar y evaluar el estado actual de la producción de pollo de engorde y el cambio climático en el Estado de México.

## **OBJETIVO GENERAL.**

Analizar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con la producción de pollo de engorde para identificar su impacto en el cambio climático en el Estado de México.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

A nivel Internacional, Nacional y Estado de México:

1. Estudiar la Agenda 2030 con énfasis en los objetivos de ODS.
2. Analizar el desarrollo y efecto del cambio climático natural y antropogénico.
3. Determinar el impacto del Médico Veterinario en el cumplimiento de los ODS.
4. Indagar sobre la producción de pollo de engorde con miras hacia el futuro.
5. Describir como el cambio climático impacta en el bienestar y producción de pollo de engorde.

## **MATERIAL Y MÉTODO.**

### **Materiales.**

1. Computadora de escritorio.
2. Aplicación de diversos softwares: Word, Excel y Paint.
3. Consulta de diversos trabajos bibliográficos previos (tesis, artículos, leyes, textos, internet, etc).
4. Revisión de censos de diversos años del INEGI.
5. Consulta de estadísticas en materia de producción de pollo de engorde.
6. Uso de gestores bibliográficos como Endnote.
7. Uso de páginas web para el diseño gráfico y composición de imágenes.
8. Uso de mapas del Estado de México.

### **Métodos.**

La metodología utilizada para realizar la presente tesina consistió en:

1. Búsqueda de información mediante el uso de bases de datos y revistas científicas (Pubmed, Google Scholar, ELSEVIER, Science Direct, Redalyc, etc).
2. Realizar un índice de contenidos para determinar el límite de investigación.
3. Realizar una descripción geográfica del Estado de México.
4. Describir los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).
5. Relacionar los ODS con la Medicina Veterinaria y Zootecnia y la contribución de la producción de pollos de engorde a los mismos.
6. Búsqueda sobre el calentamiento global antropogénico y el efecto invernadero.
7. Relacionar la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) con la producción de pollos de engorde.
8. Revisión de la Ley de Cambio Climático en el Estado de México.
9. Realizar búsqueda de estrategias para mitigar las emisiones de GEI y la valorización de residuos de las producciones de pollos de engorde.
10. Ordenar y clasificar la información obtenida.
11. Búsqueda de imágenes digitales.
12. Elaborar conclusiones y discusión.

## **LÍMITE DE ESPACIO**

Consulta en buscadores en línea (internet): NCBI-Pubmed, Google Scholar, ELSEVIER, Science Direct, Redalyc, Scielo.

## LÍMITE DE TIEMPO

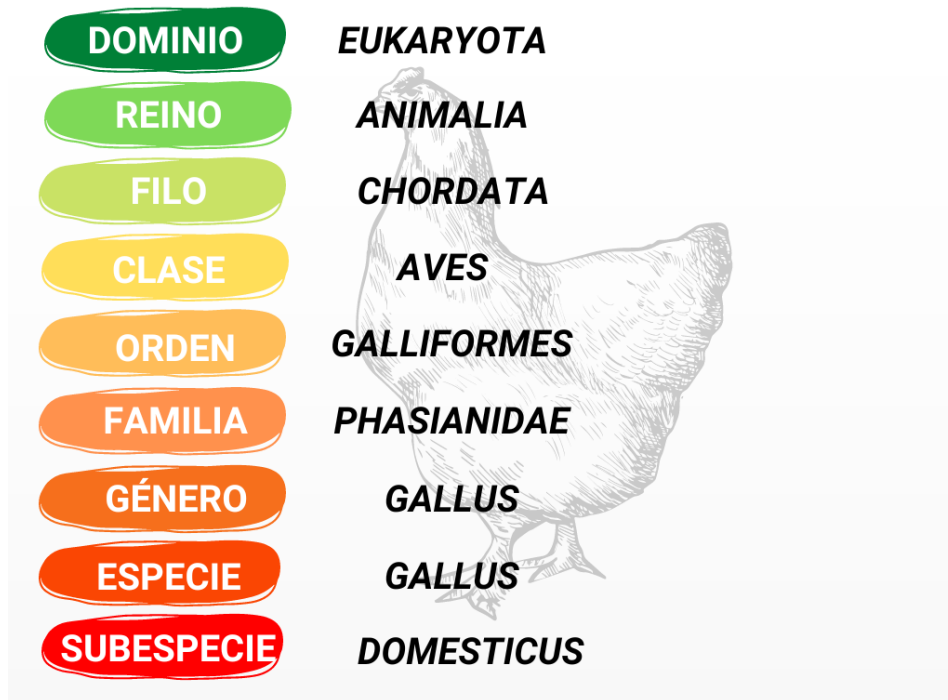
A continuación, se presentan el programa de actividades calendarizadas para realizar la presente tesina:

### *Programa de actividades calendarizado*

Actividad	Octubre 2023	Noviembre 2023	Diciembre 2023	Enero 2024	Febrero 2024	Marzo 2024	Abril 2024	Mayo 2024	Junio-Sep 2024
1. Consulta en buscadores en línea (internet): NCBI-Pubmed, Google Scholar, ELSEVIER, Science Direct, Redalyc, Scielo.									
2. Describir los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).									
3. Relacionar la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) con la producción de pollos de engorde.									
4. Revisión de la Ley de Cambio Climático en el Estado de México.									
5. Ordenar y clasificar la información obtenida.									
6. Escritura y presentación de Protocolo.									
7. Integración de la información y escritura de la tesis concluida									

## POLLO DE ENGORDE

### Taxonomía



**Figura 1. Taxonomía del pollo de engorde**

Fuente: Luka y Adams, 2007.

**Nombre científico** *Gallus gallus domesticus* (Montes V, 2019).

### Historia y evolución

El pollo actual es una especie domesticada que evolucionó principalmente a partir del gallo selvático rojo (*Gallus gallus*) y el gallo selvático gris (*Gallus sonneratti*) hace más de 8, 000 años en el sudeste de Asia (Dawkins, 1989) (Eklund y Jensen, 2011). El antepasado de la gallina domestica actual es la gallina salvaje común de la India (*Gallus bankiva*) (Montes V, 2019), el proceso de domesticación de la gallina probablemente siguió una ruta comensal (Larson y Fuller, 2014), con aves silvestres alimentándose en zonas cercanas a los asentamientos humanos.

La domesticación de la gallina, propiamente dicha, tuvo su origen en la India y se fue extendiendo hacia el oeste, existen datos de que los antiguos persas y asirios ya conocían la domesticación de la gallina, sin embargo, los egipcios primitivos domesticaron las aves acuáticas y no conocieron la gallina hasta época muy avanzada. La avicultura debe mucho más a los antiguos egipcios, ya que fueron los que descubrieron la incubación artificial, fenómeno que ocurre debido a las condiciones climáticas de Egipto, un nidal abandonado a la intemperie puede, por la fuerza de los rayos solares y el calor de la tierra, incubar de modo espontáneo los huevos hasta dar nacimiento a los polluelos y la aplicaban con un criterio industrial.

De la época Romana se tiene una mayor información sobre avicultura, las gallinas formaban parte de las pequeñas granjas. La carne de gallina era muy apreciada entre los Romanos. Para satisfacer las demandas del mercado de esa época, la avicultura alcanzó grandes progresos. Catón, que nació en el 234 A.C., dejó un tratado completo de economía rural, y uno de los capítulos trata del cebamiento de gallinas, a base de una alimentación forzada, con pasta de harina de cebada, acompañada la alimentación intensiva con restricción del movimiento (GARCÍA, 2017).

En la actualidad el pollo de engorde es altamente estimado por los beneficios alimenticios que proporciona al hombre. La reproducción y permanencia en el planeta de esta especie está en manos de los humanos, quienes han creado una industria productora de pollos a nivel mundial. Se conoce que hay tres pollos (gallos o gallinas) vivos por cada hombre; sin embargo, los datos proporcionados por la FAO (2010), indican que la humanidad consume cerca de 56 mil millones de pollos (Charles Darwin Fundation, 2010).

### **Historia del pollo de engorde en México.**

Desde sus inicios a mediados del siglo XX, uno de los objetivos más importantes que tiene la avicultura en México, es proveer a la población de alimentos ricos en proteína de calidad. Uno de los acontecimientos más importantes que impulsaron el desarrollo de la avicultura nacional fue a mitad del siglo XX, con la llegada al país de la Fiebre Aftosa en 1946, enfermedad que redujo en gran medida el número de cabezas de ganado bovino del país, por lo cual fue necesario que se impulsaran otros sectores pecuarios para satisfacer la demanda de productos ricos en proteína, uno de ellos fue la avicultura, la cual hasta entonces se había limitado a pequeñas explotaciones donde solo se producía huevo, ya que las explotaciones de pollo de engorde aún no se conocían, la producción de carne de pollo se limitaba a gallinas con baja productividad. La avicultura nacional tuvo uno de los más grandes retos al inicio de su historia. En 1950 y 1951 la enfermedad de Newcastle redujo en gran medida la población avícola del país, provocando escases de huevo en el mercado nacional, por lo cual fue necesario que se importaran grandes cantidades para satisfacer la demanda, provocando que el país perdiera divisas. Uno de los factores que contribuyeron a la recuperación del sector avícola fue la creación de asociaciones que permitieran unificar el sector y así formar un frente común para contingencias que pusieran en riesgo al mismo (Morfin, 2014). La Unión de Asociaciones de Avicultores de la República Mexicana (ver **Figura 2**), surgida el 24 de abril de 1958 e integrada por 25 asociaciones locales de avicultores del país fue la primera y estaba constituida por distintos estados. La Unión Nacional de Avicultores quedó constituida el 27 de noviembre de 1962 (UNA, 2022).



**Figura 2. Unión de Asociaciones de Avicultores de la República Mexicana.**

Fuente: Unión de Asociaciones de Avicultores de la República Mexicana.

En 1959 el Gobierno promueve la creación de pequeñas empresas avícolas, para lo cual se crea el FIRA (Fomento de Agricultura, la Ganadería y la Avicultura), con el objetivo de recuperar la producción a partir de los pequeños productores. En la década de los 60 la avicultura tiene un crecimiento exponencial en el país como resultado de la industrialización y urbanización (FIRA, 2022).

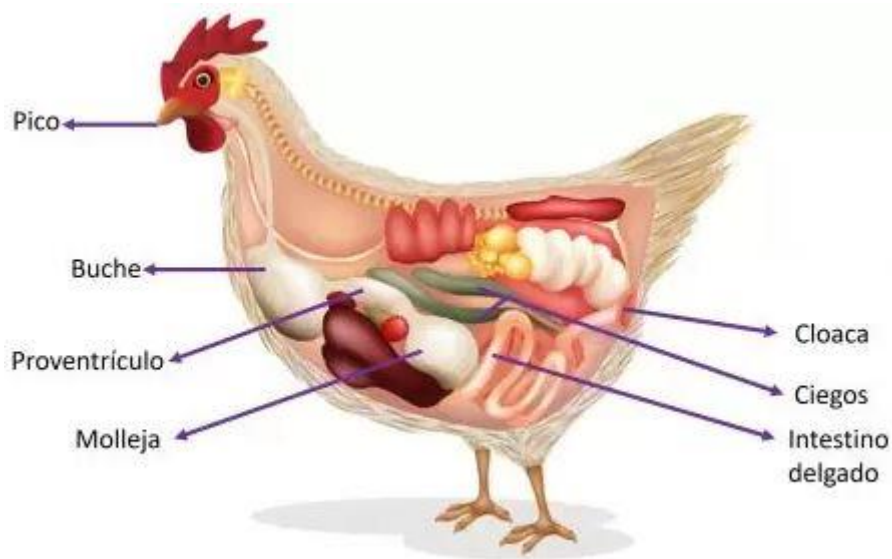
### **Aparato digestivo**

El aparato digestivo es un conducto que conecta el medio ambiente con diversas vías metabólicas (Carrasco, 2007). En este trayecto se presentan reacciones físicas y químicas que permiten que el alimento pueda ser asimilado por el pollo de engorde (North, 1986), las cuales ocurren en los diferentes órganos que son parte de la anatomía del aparato digestivo (ver **Figura 3**).

### **Cinética digestiva**

La digestión y absorción de nutrientes en el tracto gastrointestinal (TGI) es un proceso de dos etapas que implica la descomposición enzimática y el transporte de productos a través del epitelio intestinal. La actividad de las enzimas digestivas y la población microbiana están influenciadas por el pH intestinal y, por lo tanto, cualquier cambio tendrá un impacto en la capacidad digestiva. El ácido clorhídrico es necesario para mantener el pH bajo, para la conversión de pepsinógeno en pepsina, la enzima que inicia la digestión de proteínas (Bohak, 1970).

La digestión de las aves es rápida y requiere de 4 a 6 horas en pollos de engorde. El proceso de digestión es donde las proteínas, grasa y carbohidratos complejos son degradados a unidades pequeñas para ser absorbidos. La actividad enzimática es la responsable de la mayoría de los cambios químicos ocurridos en el alimento al moverse por el tracto digestivo (Ravindran y Abdollahi, 2021).



**Figura 3. Anatomía del aparato digestivo del pollo de engorde**

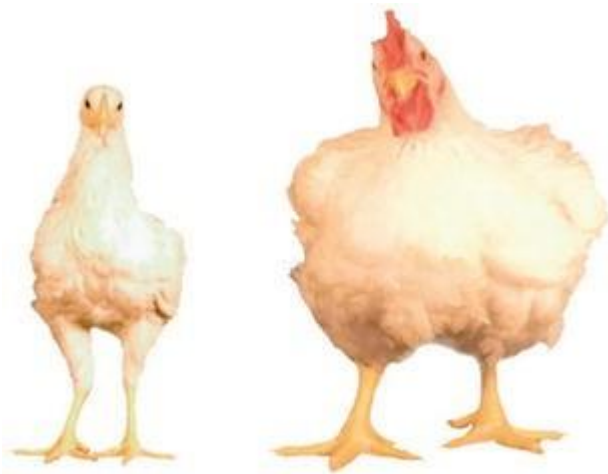
Fuente: North, 1986.

## PRINCIPALES LÍNEAS PRODUCTORAS DE POLLO DE ENGORDE

### Selección genética

Las razas modernas de pollos son el resultado de miles de millones de años de evolución por medio de la selección natural y posteriormente sobre los cuales se ha aplicado selección artificial con fines comerciales (Schmidt et al., 2009).

Debido a la selección genética el número de días, el alimento total y, a su vez, la energía, necesarios para llevar un pollo de engorde hasta el peso a la matanza, se han reducido drásticamente. El suministro de alimento es el punto crítico ambiental más grande de la industria avícola; por lo tanto, comprender las interacciones entre el cambio genético de las aves y su eficiencia en el uso de la energía constituye el punto de partida necesario para cuantificar y predecir y, por lo tanto, mitigar el impacto ambiental futuro del sector avícola. El sistema digestivo ha estado sujeto a muchos cambios físicos debido a la selección en las últimas décadas, pero esto no ha llevado a ningún cambio aparente en la eficiencia de la digestión. Tanto la ingesta de energía por día como la tasa de producción de calor metabólico han aumentado en las últimas décadas, mientras que también ha aumentado la eficiencia en la utilización de la energía para el crecimiento; esto se debe a una mayor tasa de crecimiento, por lo que los pollos de engorde alcanzan el peso de matanza más rápido (Tallentire et al., 2016).



**Figura 4. Genotipo del pollo de engorde 1950 y 2005,**

**Figura 4.** Fotografía que muestra un genotipo de pollo de engorde comercial producido en la década de 1950 (izquierda) y un genotipo de pollo de engorde comercial producido en 2005 (derecha). Ambas aves tienen la misma edad (56 días) y han sido alimentadas con una dieta moderna idéntica; pesan 905 y 4202 g, respectivamente (Zuidhof et al., 2014).

Fotografía extraída de Zuidhof, (2014).

### Principales líneas a nivel mundial

*Plsmouth Rock Blanca:* Es una variedad de piel amarilla y cresta simple. Su plumaje blanco constituye una característica que le da ventaja a los productores y plantas procesadoras, ya que estas aves despluman mejor que aquellas de plumaje de otro color. Sin embargo, esta línea desde el punto genético, es de plumaje lento, siendo una desventaja para la producción de pollo de engorde de calidad. Aunque ahora la mayoría de las líneas que provienen de estas aves son de emplume rápido (Hernández, 2020). **Figura 5.** Extraída de Hernández (2020).



**Figura 5. Plymouth Rock Blanca**

*Cornish:* Estos pollos tienen cresta de tipo garbanzo, ponen huevo de color café y tienen la piel amarilla. Su tipo corporal es muy diferente al de la mayoría de las demás líneas. Sus piernas son cortas, el cuerpo amplio y la pechuga ancha y musculosa. Sus características son aceptables para el productor de carne. **Figura 6.** Extraída de Hernández (2020).



**Figura 6. Cornish**

*Sussex Clara*: Es una línea de tipo cárnica, predominantemente británica con algunas variedades, la variedad clara es una de las populares. Es un ave de piel blanca, pone huevos de color café y es una buena productora de carne. En Inglaterra y otros países europeos, con el fin de producir pollos de engorde de piel blanca, se cruzaron los machos de esta línea con hembras de alguna otra línea cárnica de piel amarilla, **Figura 7**. Extraída de Hernández (2020).



**Figura 7. Sussex Clara.**

### **Principales líneas a nivel nacional**

*Cobb*: Esta raza se caracteriza por su rápido crecimiento, buena conversión alimenticia, alta viabilidad, alta adaptabilidad en el manejo y a cambios climáticos. Presenta plumaje blanco. Presenta características de producción de carne con la utilización de menos alimento, de tal manera que se puede engordar con dietas menos costosas logrando excelentes índices de conversión alimenticia con un mejor rendimiento y una mejor ganancia de peso (Cobb, 2003). Entre las características genéticas del pollo Cobb, están: alto rendimiento, gran versatilidad, adaptación a cualquier mercado, alta velocidad en ganancia de peso y rendimiento de pechuga, exige ciertas condiciones ambientales para manifestar todo su potencial, por lo tanto, debemos tener un manejo óptimo para alcanzar estas condiciones ambientales en el campo (Cobb, 2003). **Figura 8**. Fuente Colaves (2020).



**Figura 8. Cobb 500.**

*Ross*: Es una raza precoz, de buena conversión alimenticia, pero son pollos con menor velocidad de crecimiento que la Cobb Vantress. También se caracteriza por tener una alta adaptabilidad a diferentes climas, es un pollo de engorde robusto, de rápido crecimiento, conversión alimenticia eficiente y con buen rendimiento de carne. Está diseñado para satisfacer las demandas de los clientes que requieren un rendimiento consistente y la versatilidad para poder cumplir con el amplio rango de requerimientos del producto final. **Figura 9**. Fuente Ross (2018).



**Figura 9. Ross.**

### Principales líneas en el Estado de México

En el Estado de México no ha sido publicada información acerca de las principales líneas genéticas productoras de carne de pollo que se encuentran; sin embargo, de fuente propia se sabe que son utilizadas para producción de pollo de engorde las enlistadas a continuación, se recalca que las razas de pollos utilizadas pueden variar en las diferentes unidades de producción que se encuentran registradas ante el SENASICA y las unidades de traspatio.

- Cobb 500 Ver subtítulo anterior: Principales líneas a nivel nacional.
- Ross Ver subtítulo anterior: Principales líneas a nivel nacional.

*Hybro*: La línea Hybro ha sido especialmente diseñada como una alternativa para mejorar la producción de carne en los planteles avícolas. Esta línea genética se adapta a los diferentes tipos climáticos ofreciendo adaptabilidad y un mejor desempeño; adicionalmente las hembras presentan niveles de conversión y ganancias de peso superiores a otras líneas genéticas, optimizando así sus resultados finales en conversión y eficiencia. El pollo de engorde Hybro ha demostrado de manera consistente ser una excelente alternativa genética en la producción de carne con altísimos estándares de calidad y rendimiento **Figura 10**. Fuente Láscare y Lisandro (2018).



**Figura 10. Hybro**

*Hubbard*: El cruce de una reproductora Hubbard con un macho compatible produce pollos que convertirán eficientemente el alimento balanceado en carne de alta calidad. Cuando se crían y se alimentan según las recomendaciones para esta línea, el potencial completo de los pollos Hubbard debe materializarse tanto en crianza por sexo separado como en crianza de pollos mixtos. El pollo Hubbard responde mejor a una temperatura ( $T^{\circ}$ ) ligeramente más alta de la que generalmente se recomienda durante los días iniciales que es de 31 a 33 grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ), luego se les baja la temperatura de la criadora cada día hasta llegar a  $24^{\circ}\text{C}$  a las 3 semanas de edad **Figura 11**. Láscare y Lisandro (2018).



**Figura 11. Hubbard**

## **INDUSTRIA DEL POLLO DE ENGORDE**

### **Industria en México**

En México una gran proporción de la población humana padece desnutrición, en especial los niños de las zonas rurales del mundo. El 77% de las personas con alto grado de desnutrición y de pobreza se encuentran en el medio rural, esto ha motivado a diversos organismos a impulsar los sistemas de producción de traspatio de especies menores, particularmente aves para la producción de huevo y carne ver **Tabla 1** (Zapata-Pérez, 2009). La avicultura de traspatio, conocida como rural o criolla, constituye un sistema tradicional de producción pecuaria que realizan las familias campesinas en el patio de sus viviendas o alrededor de las mismas, se alimentan con insumos producidos por los propios campesinos o lo que ellas comen por si mismas en el campo y de desechos de la unidad familiar (Correa et al., 2007).

### **Industria del pollo de engorde en el Estado de México**

Según SIAP (2020) la producción de carne en canal en el Estado de México es de 102,753.45 toneladas y durante el 2021 el volumen de producción de carne fue de 109,990 toneladas, lo que representa el 54% del total de la producción de carne en el Estado de México (SIAP, 2021). La producción de pollo de engorde se ha visto incrementada en los últimos 10 años en el Estado de México, como puede observarse en la tabla 2; SENASICA reporta 117 unidades productoras de pollos de engorde registradas hasta el año 2023 (SENASICA, 2023).

Según datos obtenidos de la UNA hasta el 2021 el Estado de México representa el 5.03% del total de la producción de pollo (UNA. 2021).

**Tabla 1. Población de pollo de engorde en México 2012-2021.**

<b>AÑO</b>	<b>POBLACIÓN AVICOLA</b>
<b>2012</b>	516,710,55
<b>2013</b>	524,271,158
<b>2014</b>	526,842,591
<b>2015</b>	534,692,610
<b>2016</b>	549,230,773
<b>2017</b>	556,128,022
<b>2018</b>	568,372,011
<b>2019</b>	580,828,889
<b>2020</b>	591,595,926
<b>2021</b>	604,682,157

Fuente: Gob, 2021.

**Tabla 2. Producción de pollo de engorde en el Estado de México 2012-2021.**

<b>AÑO</b>	<b>TONELADAS</b>
<b>2012</b>	102,562.069
<b>2013</b>	102,673.896
<b>2014</b>	104,193.846
<b>2015</b>	103,697.682
<b>2016</b>	103,395.793
<b>2017</b>	98,264.813
<b>2018</b>	95,329.600
<b>2019</b>	99,670.309
<b>2020</b>	102,753.454
<b>2021</b>	109,989.740

Fuente: SIAP, 2021.

## **INTERACCIÓN DE LOS POLLOS DE ENGORDE CON EL MEDIO AMBIENTE**

### **Uso de suelo**

A medida que aumenta la demanda de pollos, también surgen preocupaciones con respecto al bienestar individual de los pollos en estos sistemas y el daño que tales prácticas causan a los ecosistemas circundantes y al medio ambiente, como las emisiones de gases de efecto invernadero, la contaminación del agua dulce y la invasión de las tierras de cultivo de piensos en los ecosistemas nativos (Erisman et al., 2016).

Independientemente del sistema de manejo utilizado, cambiar a razas de crecimiento más lento, que tienen diferentes requisitos nutricionales, afectaría el uso indirecto de la tierra a través de sus requisitos de nutrientes únicos, por lo tanto, la cantidad total de cultivos necesarios. Los pastos y las tierras de cultivo para la cría de animales incurren en costos de oportunidad para la producción, lo que podría desplazar los hábitats forestales, el carbono de los ecosistemas (Hayek et al., 2021) y la biodiversidad (Phalan et al., 2011). Los requisitos totales de uso de la tierra para las aves de corral deben tener en cuenta tanto el uso directo de la tierra para los propios pollos como el uso indirecto de la tierra para la producción de piensos. El Consejo Nacional del Pollo afirma que aproximadamente 20,000 aves se mantienen en un galpón de engorde de 1,486 m<sup>2</sup> (NCC, 2012), estos datos pueden cambiar en la práctica.

### **Diseño y construcción de las casetas**

Según el Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en la Producción de Pollo de Engorda (SENASICA, 2019), las instalaciones deben proteger a las aves de

condiciones ambientales externas, tales como radiación solar, viento y precipitación pluvial, otorgando el espacio suficiente para proporcionar libertad de movimiento, acceso al alimento y agua.

Las medidas de las casetas serán las que el productor decida según sus posibilidades y experiencia, sin embargo, se sugiere que se manejen medidas promedio:

- Ancho: de 9.8 a 12.2 m dependiendo del clima de la región.
- Alto: de 2.4 a 3 m en climas calurosos, el incremento en la altura de la caseta favorece la dispersión de calor, casetas con slats requieren de mayor altura que puede ser de hasta 4.3 m
- Largo: depende de la producción que se quiera alcanzar, en general se observan casetas de 100 m de largo.

### **Manejo de residuos biológicos no infecciosos**

#### **Residuos inorgánicos o basura en general:**

Se denomina basura inorgánica a aquellos materiales que no son biodegradables tales como cajas, papel, vidrio latas y otros, estos desechos se eliminarán en el servicio municipal de recolección de basura, depositándolos en contenedores cerrados, los cuales se ubicarán cerca de la entrada de la UP para evitar que los camiones recolectores ingresen a la granja (SENASICA, 2019).

#### **Manejo de la mortalidad (desechos orgánicos):**

La generación de estos desechos ocasiona la presencia de malos olores y fauna nociva, principalmente las moscas; por lo que es necesario revisar periódicamente las naves para detectar aves muertas y retirarlas lo antes posible, avisar al MVZ para que realice la necropsia y diagnóstico, se recomienda tener un área destinada para tal fin alejada de las naves, bodega de alimento y fuentes de agua. Para la eliminación de los cadáveres, debe contarse con un procedimiento de destrucción seguro desde el punto de vista sanitario y ambiental; pudiéndose realizar por enterramiento, compostaje o incineración (horno) (SENASICA, 2019).

La zona de acopio de mortalidad (fosa) debe estar ubicada dentro de la UP en un lugar alejado de las casetas, almacén de alimento y depósitos de agua, en un terreno sin riesgo de inundación, con un nivel freático de 1.5 metros por debajo del fondo de la fosa y retirado al menos 20 metros de cualquier cuerpo de agua superficial. Debe estar bien delimitada e identificada. La fosa debe estar tapada para evitar el ingreso de fauna que la aproveche como fuente de alimento, y no se usará como depósito de basura común. Es necesario contar con agua, jabón e implementos para la limpieza del equipo utilizado para el traslado de los cadáveres, tal como carretillas (SENASICA, 2019).

Debido a la facilidad de operación y al aprovechamiento que se da al residuo, el compostaje es la práctica más recomendable, por la disminución del impacto de las infiltraciones al medio ambiente (escurrimiento de líquidos a través de la tierra, que

podrían contaminar el suelo, las aguas subterráneas y las corrientes de agua cercanas) (SENASICA, 2019).

### **Manejo de desechos veterinarios**

Se consideran desechos veterinarios a aquellos como jeringas, guantes, frascos de fármacos, biológicos o residuos de ellos, para evitar que sean un factor de contaminación, deberán eliminarse en contenedores específicos para tal fin, en el caso de punzocortantes (agujas, navajas, frascos rotos, etc.); éstos se depositarán en recipientes de color rojo resistentes a la perforación. Los recipientes o contenedores se situarán en un área identificada que se encuentre retirada de la zona de producción y se vaciarán periódicamente, registrar esta actividad. Lo ideal es contratar una empresa autorizada para el retiro de estos desechos, si esto no es posible, puede recurrirse a fosas de eliminación, o solidificación (SENASICA, 2019).

- Fosa: cavar una fosa de 1m<sup>3</sup> y proteger las paredes con tabique, proveerla de una tapa de cemento, al interior se colocará un tubo de plástico para el vaciado de estos materiales.
- Solidificación: con el uso de un molde, se adiciona cemento, cal u otro material que al fraguar tape los residuos, una vez endurecido, estos deben ser enterrados.

### **Manejo de excretas (gallinaza):**

Una vez que salieron las aves de las casetas, se deberá retirar la gallinaza, es conveniente colocarla lo más alejada posible de las naves, ya que es un reservorio de enfermedades que pueden afectar a la nueva parvada (SENASICA, 2019).

En cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-024-ZOO-1995, "Especificaciones y características zoosanitarias para el transporte de animales, sus productos y subproductos; productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos"; y del "ACUERDO por el que se da a conocer la campaña y las medidas zoosanitarias que deberán aplicarse para el diagnóstico, prevención, control y erradicación de la Influenza Aviar Notificable, en las zonas del territorio de los Estados Unidos Mexicanos en las que se encuentre presente esa enfermedad": El transporte de la gallinaza, se hará únicamente después de un tratamiento térmico por fermentación, de al menos 48 horas alcanzando una temperatura de al menos de 56 °C, el cual estará avalado por escrito por un MVZ Oficial, Aprobado o Responsable de la granja con cédula profesional y debe salir de la granja en costales de trama cerrada o en camiones o remolques especializados cubiertos con lona, evitando que el polvo vuele con el viento; los vehículos serán lavados y desinfectados, antes y después de cada entrega (SENASICA, 2019).

### **Aguas residuales:**

El agua de desecho de las explotaciones avícolas proviene del agua utilizada para la limpieza y desinfección de las naves, así como del módulo sanitario, lavandería y otros. Por ningún motivo serán desechadas en canales, ríos, arroyos o cualquier fuente de agua. Deben dirigirse a un sistema de alcantarillado público, previa

aplicación de un tratamiento primario o pre-tratamiento como mínimo (SENASICA, 2019).

La instalación de acopio de las aguas residuales deberá estar diseñada de manera que se divida en diferentes sistemas permitiendo la separación de los desechos, por lo que antes de iniciar el diseño del sistema de tratamiento se debe de realizar un estudio en el que se caractericen tanto el agua residual proveniente de la granja para determinar el grado de contaminación o materia orgánica que contienen; como el suelo donde se realizará su descarga, de esta información dependerá el tipo y el tamaño de las unidades de tratamiento que se requieren (SENASICA, 2019).

## **DESCRIPCION GEOGRÁFICA DEL ESTADO DE MÉXICO**

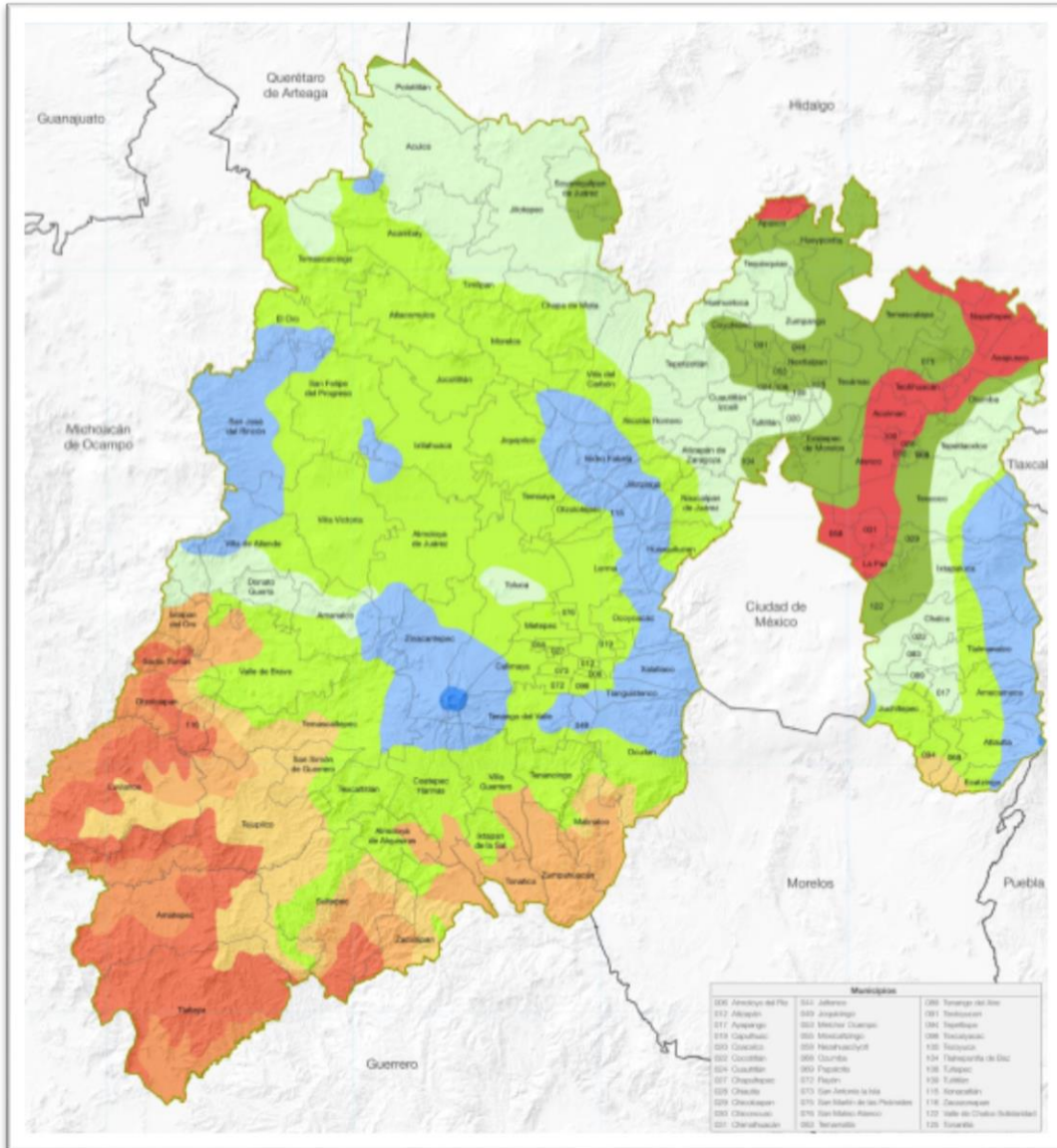
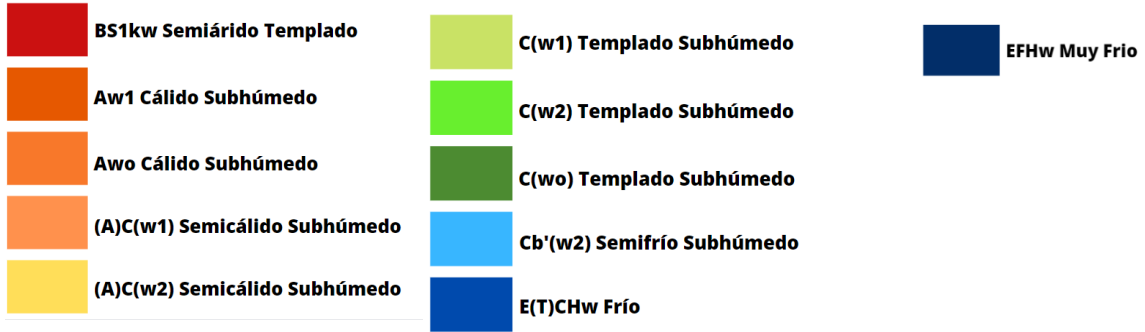
Con base en investigaciones los datos del Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático 2022, Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de México (IEECC, 2022) se obtuvieron los siguientes datos que aportan información respecto a variables geográficas en relación con el cambio climático. Para datos a detalle consultar la bibliografía citada:

### **Localización**

El Estado de México se localiza en la región centro de la República Mexicana, ubicado en las coordenadas extremas UTM 2,025,000 y 2,250,000 metros norte y 325,000 y 550,000 metros oeste. Al norte colinda con los estados de Guanajuato, Querétaro e Hidalgo, al sur limita con los estados de Guerrero y Morelos, al este con los estados de Tlaxcala y Puebla y al Oeste colinda con el estado de Michoacán; además rodea casi por completo a la Ciudad de México. El gradiente altitudinal en el Estado de México es variado debido a las diferentes formas del territorio, asimismo, cuenta con altitudes máximas de 5,000 msnm al este de la entidad sobre el volcán Popocatepetl y altitudes mínimas de 400 msnm ubicadas al sur (IEECC, 2022).

### **Clima**

En el Estado de México existen siete tipos de climas diferentes de acuerdo a la clasificación climática de Köppen-Geiger como resultado de los diferentes rangos de altitud y al relieve heterogéneo que caracteriza al estado, resalta el clima templado de montaña con invierno seco que ocupa el 77.15% de la superficie total caracterizados por inviernos fríos o templados y veranos frescos. Los veranos son lluviosos y los inviernos secos; por consiguiente el clima tropical de sabana (húmedo-seco) presenta el 16%, caracterizados por ser cálidos durante todo el año, con estación seca por el contrario el clima subalpino (frio) subhúmedo de alta montaña (oceánico subpolar) es el menos abundante ya que solo ocupa el 0.81% de la superficie, éste se localiza preponderantemente en la Sierra Nevada con una temperatura media anual de -2 °C, es decir, con temperaturas por debajo de los 0°C en el mes más cálido y más frío. A continuación, se presenta el mapa de los climas del Estado de México por municipio, ver **Figura 12**.



**Figura 12. mapa de los climas del Estado de México.**

Fuente: IEECC, 2022.

### **Recurso hídrico**

Los acuíferos tanto superficiales como subterráneos constituyen elementos inherentes de la hidrología. El Estado de México se caracteriza por localizarse en tres regiones hidrográficas importantes del país, en donde 32 municipios de la parte central de la Entidad se ubican en la región Lerma-Chapala–Santiago (RH12); 33 municipios del suroeste, en la región Río Balsas (RH18) y 60 municipios del noroeste en la región del Alto Pánuco (RH26, (IEECC, 2022).

Uno de los graves problemas se centra en que más del 73% de la población de la entidad se concentra en 59 municipios de la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán- Texcoco; de ahí que la extracción de agua sea mayor que en otros acuíferos y el 14.31% en 15 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Esto ha provocado la sobreexplotación de los acuíferos locales y ha hecho necesaria la construcción de infraestructura para la transferencia de importantes volúmenes de agua desde las cuencas de los ríos Lerma y Cutzamala hacia el Valle de México (IEECC, 2022).

### **Biodiversidad**

La ubicación del Estado de México es determinante respecto de su biodiversidad, su integración dentro de las provincias Faja Volcánica Transmexicana y Sierra Madre del Sur, le ha permitido contar con amplios contrastes en la elevación de su territorio, desde las zonas cercanas a 350 msnm, donde se desarrolla la selva baja caducifolia, hasta un conjunto de grandes planicies ubicadas a 2,250 y 2,600 msnm, correspondientes a la cuenca del Río Pánuco y cuenca del Río Lerma, respectivamente, en donde predomina la vegetación de bosques templados, matorrales espinosos, humedales y pastizales de altura, entre otros. Todos estos elementos han sido determinantes en la generación de importantes ciclos naturales y servicios ambientales que son base para el desarrollo social y económico del propio Estado. Los registros establecen que dentro de la Entidad existen al menos 3,524 especies de plantas, 125 especies de mamíferos y 490 de aves lo que es sólo un ejemplo de la magnitud de la riqueza biológica con que cuenta el Estado (IEECC, 2022).

### **Uso de suelos**

Se identificó que los usos predominantes del territorio son la agricultura con 51.6% (dividida en agricultura de humedad, riego y temporal), superficie de conservación con bosques de pino ocupan el 14.5% del territorio, siendo la segunda cobertura en el estado y los asentamientos humanos 6%. Por otro lado, los pastizales templados o subpolares, así como los pastizales tropicales y subtropicales cubren una superficie de 1,221.6km<sup>2</sup> y 1,169.3 km<sup>2</sup> respectivamente, dichas comunidades vegetales se consideran dentro del grupo de pastizales naturales y artificiales caracterizados por especies de gramíneas que constituyen fuente importante de

alimentación para la ganadería extensiva y semiextensiva, comúnmente localizadas en zonas planas o ligeramente onduladas (IEECC, 2022).

### **Población**

Se puede observar en la tabla 3 la población nacional, estatal y la tasa de crecimiento promedio anual de 1950-2020 (INEGI, 2020b).

**Tabla 3. Población total nacional, estatal y tasa de crecimiento promedio anual del periodo 1950-2020.**

<b>Periodo</b>	<b>Nacional</b>	<b>México</b>	<b>% de la población nacional</b>	<b>TCPA (%)</b>
<b>1950</b>	25,779,254	1,392,623	5.40	-
<b>1960</b>	34,923,129	1,897,851	5.43	3.14
<b>1970</b>	48,225,238	3,833,185	7.95	7.28
<b>1980</b>	66,846,833	7,564,335	11.32	7.03
<b>1990</b>	81,249,645	9,815,795	12.08	2.64
<b>2000</b>	97,483,412	13,096,686	13.43	3.85
<b>2005</b>	103,263,388	14,007,495	13.56	1.35
<b>2010</b>	112,336,538	15,175,862	13.51	1.6
<b>2015</b>	119,530,753	16,187,608	13.54	1.29
<b>2020</b>	126,014,024	16,992,418	13.48	0.98

De acuerdo con las proyecciones de CONAPO (2019), en el Estado de México se prevé que la población continúe aumentando. En el 2030, alcanzará un total de 18'887,349 habitantes con una tasa de crecimiento de 0.6% anual, mientras que para 2050 llegará a 19'852,030 habitantes con un ritmo de crecimiento menor. En cuanto a la distribución por edad y sexo mantendrá una estructura piramidal con base amplia, pero tendrá una concentración poblacional en edades adultas y avanzadas. Esto se debe a que habrá un descenso progresivo de nacimientos, pasando de 285,652 nacimientos en 2015 a 245,172 en 2030 y a 194,588 en 2050.

Por otro lado, se prevé que la natalidad también disminuya, a consecuencia de la disminución en la población joven futura, donde las personas menores de 15 años pasarán de representar 26.5% de la población en 2015 a 21% en 2030 y a 16.1% en 2050. Por último, a consecuencia de la disminución de la mortalidad, traducida en una mayor esperanza de vida para la población de la entidad, se espera que el grupo de 65 y más años de edad que en 2015 representaba 6%, se prevé que represente 10.4% en 2030 y 18.2% en 2050 (IEECC, 2022).

### **Índice de marginación y pobreza**

La pobreza es el conjunto de carencias que sufre una persona, familia o comunidad en dimensiones que afectan a su bienestar y desarrollo. La pobreza en el Estado de

México se manifiesta principalmente en dos vertientes: la pobreza multidimensional extrema, la cual se asocia geográficamente con las zonas rurales y la pobreza multidimensional moderada, que se presenta en las dos grandes zonas metropolitanas de la entidad, principalmente. Aproximadamente 19 municipios presentan un grado de marginación alto; algunos ejemplos son Donato Guerra, Ixtapan del Oro, Zacualpan, Villa Victoria, Zumpahuacán, San José del Rincón y Sultepec. El problema de marginación recurrente en la entidad sigue siendo el hacinamiento, aunque éste redujo su porcentaje en comparación con el año 2010 al pasar de 37.9% a 28.5% para el año 2015 (IEECC, 2022).

### **Educación**

En 2020, en el Estado de México el promedio de escolaridad de la población de 15 años y más de edad es de 10.1 grados, lo que equivale poco más de primer año de bachillerato (INEGI, 2020b). Asimismo, el porcentaje de analfabetismo en la entidad es de 3.34% de la población de 15 años y más, siendo 68.91% mujeres y 31.09% hombres (INEGI, 2015), observándose con ello mayor rezago educativo en mujeres que en hombres.

### **Salud**

La salud no sólo consiste en la ausencia de afecciones y enfermedades, sino en un estado general de bienestar físico y psicológico (IEECC, 2022). En el Estado de México, la población derecho habiente a la seguridad social es superior a 7, 429,755 que representa alrededor del 46% de la población estatal (IGCEM, 2016). Las instituciones que otorgan esta prestación en la Entidad son el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y el Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios (ISSEMyM) (IEECC, 2022).

### **Economía**

El Estado de México se localiza al centro-sur de la República Mexicana por lo tanto cuenta con una ubicación geográfica estratégica, además de alto nivel de desarrollo logístico, de infraestructura, razón por la cual es propicio para llevar a cabo todo tipo de actividades económicas (IEECC, 2022).

El porcentaje de aportación al PIB (Producto Interno Bruto) nacional del Estado de México es de 9%; y de acuerdo con el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) es el sexto estado con mayor valor de exportaciones principalmente de la industria manufacturera. En el año 2016 de acuerdo con cifras de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), la participación porcentual por tipo de actividad económica se sitúa de la siguiente manera; actividades terciarias 72.5%, actividades secundarias 25.9% y el 1.55% de las actividades del sector primario. En cuanto a la población y su ocupación en alguno de los sectores, se tiene que en el año 2015 el 47.08% de la población se dedicaba al sector servicios, el 25.14% en

actividades del sector secundario y en tercer lugar se tiene la actividad comercial con 21.48% (IEECC, 2022).

### **Productividad**

Los sectores con mayor productividad corresponden a la industria manufacturera, comercio al por menor y al por mayor, al sector de transportes, correos y almacenamiento y finalmente al de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas. Cabe mencionar que sólo 3.44% de la población ocupada son trabajadores agropecuarios (INEGI, 2015). Respecto a los trabajos agropecuarios, en el 2014, el estado ocupaba tercer lugar en producción de maíz grano y avena forrajera con aporte a la producción nacional del 6.6% y 13.7%, respectivamente. En cuanto a la producción pecuaria, los principales tipos fueron de aves de corral con 10'910,294 cabezas, el sector ovino con 890,666 cabezas y el sector bovino con 426,538 cabezas. En actividades pesqueras, la entidad ocupa el primer lugar en producción de carpa y trucha con aporte a la producción nacional del 24.5% y 38%, respectivamente (IEECC, 2022).

### **OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE**

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que incluye 17 Objetivos y 169 metas relacionadas con el ámbito social y medioambiental, es un compromiso universal adquirido tanto por países desarrollados como en desarrollo; toma en cuenta los medios de implementación para realizar el cambio y la prevención de desastres por eventos naturales extremos, así como la mitigación y adaptación al cambio climático (Naciones Unidas, 2018).

De acuerdo a La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible son una oportunidad para América Latina y el Caribe (Naciones Unidas, 2018); los ODS son los siguientes:

**Fin de la pobreza:** La pobreza va más allá de la falta de ingresos y recursos para garantizar unos medios de vida sostenibles. Entre sus manifestaciones se incluyen el hambre y la malnutrición, el acceso limitado a la educación y a otros servicios básicos, la discriminación y la exclusión social. El crecimiento económico debe ser inclusivo con el fin de crear empleos sostenibles y promover la igualdad.

**Hambre cero:** Lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible. El cambio climático está poniendo mayor presión sobre los recursos de los que dependemos y aumentan los riesgos asociados a desastres tales como sequías e inundaciones. El sector alimentario y el sector agrícola ofrecen soluciones claves para el desarrollo y son vitales para la eliminación del hambre y la pobreza.

**Salud y bienestar:** Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades. Se han logrado grandes avances en cuanto al aumento del

acceso al agua limpia y el saneamiento, la reducción de la malaria, la tuberculosis, la poliomielitis y la propagación del VIH/SIDA.

**Educación de calidad:** Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos. La consecución de una educación de calidad es la base para mejorar la vida de las personas y el desarrollo sostenible.

**Igualdad de género:** Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas. La igualdad entre los géneros no es solo un derecho humano fundamental, sino la base necesaria para conseguir un mundo pacífico, próspero y sostenible, se impulsarán las economías sostenibles y se beneficiará a la humanidad en su conjunto (WOMEN., 2022).

**Agua limpia y saneamiento:** Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos. La escasez de recursos hídricos, la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado influyen negativamente en la seguridad alimentaria, las opciones de medios de subsistencia y las oportunidades de educación para las familias pobres en todo el mundo.

**Energía asequible y no contaminante:** Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos. El Secretario General de las Naciones Unidas, António Guterres, está a la cabeza de la iniciativa Energía sostenible para todos para asegurar el acceso universal a los servicios de energía modernos, mejorar el rendimiento y aumentar el uso de fuentes renovables.

**Trabajo decente y crecimiento económico:** Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos. La continua falta de oportunidades de trabajo decente, la insuficiente inversión y el bajo consumo producen una erosión del contrato social básico subyacente en las sociedades democráticas: el derecho de todos a compartir el progreso.

**Industria, innovación e infraestructura:** Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación. Las inversiones en infraestructura (transporte, riego, energía y tecnología de la información y las comunicaciones) son fundamentales para lograr el desarrollo sostenible y empoderar a las comunidades en numerosos países.

**Reducción de las desigualdades:** Reducir la desigualdad en los países y entre ellos. Existe un consenso cada vez mayor de que el crecimiento económico no es suficiente para reducir la pobreza si este no es inclusivo ni tiene en cuenta las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental. Con el fin de reducir la desigualdad, se ha recomendado la aplicación de políticas universales que presten también especial atención a las necesidades de las poblaciones desfavorecidas y marginadas.

**Ciudades y comunidades sostenibles:** Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. En el mejor de los casos, las ciudades han permitido a las personas progresar social y económicamente. Son muchos los problemas que existen para mantener ciudades de manera que se sigan creando empleos y prosperidad sin ejercer presión sobre la tierra y los recursos.

**Producción y consumo responsables:** El consumo y la producción sostenibles consisten en fomentar el uso eficiente de los recursos y la eficiencia energética, infraestructuras sostenibles y facilitar el acceso a los servicios básicos, empleos ecológicos y decentes, y una mejor calidad de vida para todos. El objetivo del consumo y la producción sostenibles es hacer más y mejores cosas con menos recursos.

**Acción por el clima:** Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. El cambio climático tiene un impacto negativo en la economía nacional y en la vida de las personas, de las comunidades y de los países, en este sentido, los países adoptaron el Acuerdo de París sobre cambio climático en diciembre de 2015.

**Vida submarina:** Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible. Nuestras precipitaciones, el agua potable, el clima, el tiempo, las costas, gran parte de nuestros alimentos e incluso el oxígeno del aire que respiramos provienen, en última instancia del mar y son regulados por este. Históricamente, los océanos y los mares han sido cauces vitales del comercio y el transporte. La gestión prudente de este recurso mundial esencial es una característica clave del futuro sostenible.

**Vida de ecosistemas terrestres:** Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad. Cada año desaparecen 13 millones de hectáreas de bosque y la degradación persistente de las zonas áridas ha provocado la desertificación de 3.600 millones de hectáreas.

**Paz, justicia e instituciones sólidas:** Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir a todos los niveles instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas.

**Alianzas para lograr los objetivos:** Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible. Para que una agenda de desarrollo sostenible sea eficaz se necesitan alianzas entre los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil. Estas alianzas inclusivas se construyen sobre la base de principios y valores, una visión compartida y objetivos comunes que otorgan prioridad a las personas y al planeta, y son necesarias a nivel mundial, regional, nacional y local.

## **INTEGRACION DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN PLANES NACIONALES DE DESARROLLO**

Para apoyar la integración de los ODS en los planes nacionales de desarrollo y en los presupuestos, la CEPAL está abordando cuatro acciones prioritarias según Instituto Latino Americano y del Caribe de Planificación Económica y Social (2016):

- a) Apoyar la creación de arquitecturas nacionales interinstitucionales e intersectoriales al más alto nivel que faciliten la implementación y el seguimiento de la Agenda 2030 y la integración de las tres dimensiones económica, social y ambiental para promover el intercambio de experiencias y buenas prácticas en la creación de instancias interministeriales, basándose en casos exitosos de algunos países de la región, y para abordar los desafíos de la Agenda, fomentando el diálogo entre los países para la cooperación y el aprendizaje mutuos.
- b) Potenciar la incorporación de los ODS en los sistemas de planificación nacional y territorial, incluidas las perspectivas de fiscalidad, presupuestos e inversión en el ámbito público. Al menos 19 Gobiernos de países de la región cuentan con estrategias de desarrollo de mediano o largo plazo, y el ejercicio de alinear las estrategias con los ODS representa un paso importante para la región hacia la construcción del desarrollo sostenible.
- c) Fortalecer capacidades a través de seminarios, talleres, cursos y asistencia técnica a nivel regional, nacional y territorial para generar un espacio permanente de estudio y debate sobre la Agenda 2030. Para implementar la Agenda es necesario crear y fortalecer las capacidades tanto del sector público como de otros actores de la sociedad civil, el ámbito académico y el sector privado, así como la interacción entre ellos. Por ende, la CEPAL, a través de sus actividades de capacitación pone al servicio de los países de la región toda su experiencia en el fortalecimiento de capacidades de planificación, monitoreo, evaluación y gestión pública, identificando y propiciando la aplicación de herramientas estratégicas para la incorporación de los ODS en las instituciones, las políticas y los planes de desarrollo nacionales y territoriales.
- d) Desarrollar un observatorio regional de planificación para el desarrollo sostenible, que incluya el Repositorio regional de planes nacionales de desarrollo. Se prevé que el observatorio se constituya como una plataforma que permita a agentes del sector público, el sector privado y la sociedad civil contar con instrumentos e información para la implementación y el seguimiento de la Agenda 2030. Buscará generar espacios para el diálogo y el intercambio de experiencias, ofreciendo información sistematizada de forma accesible y actualizada a través de bases de datos, indicadores,

análisis, buenas prácticas y otros recursos que promuevan la implementación estratégica y sostenible de la Agenda 2030 en los países de la región.

## **LA MEDICINA VETERINARIA Y LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.**

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) tienen un amplio alcance, pero apenas se menciona el papel de los animales domésticos y salvajes, incluidos los peces, y su bienestar no se menciona en absoluto. Sin embargo, hay áreas obvias donde los animales juegan un papel importante en el contexto del desarrollo sostenible. Estos incluyen, por ejemplo, la seguridad alimentaria, el transporte, el empleo y los medios de subsistencia. También hay efectos menos positivos de la interacción del hombre con los animales, así como una serie de inconvenientes asociados con el crecimiento continuo y la intensificación del sector animal. Estos incluyen desafíos para el medio ambiente (emisiones gaseosas, contaminación del agua y del suelo y daño al ecosistema), problemas relacionados con el bienestar animal (maltrato animal y consecuencias negativas de la selección y producción intensivas) (Keeling et al., 2019).

A continuación, se muestra la **Figura 13** que fue desarrollada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), sobre como la producción animal puede contribuir a los diferentes objetivos de desarrollo sostenible (ODS).

## **CALENTAMIENTO GLOBAL**

El calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) ocurre debido a que la Tierra está protegida por una capa de gases conocidos como de efecto invernadero, que permiten una temperatura promedio de 15°C, apropiada para todas las formas de vida. A través de esta capa de gases que se encuentra en la atmósfera, una parte de la radiación del sol es retenida en el planeta, mientras que la otra es reflejada de vuelta al espacio, ver **Figura 14** (Ramírez, 2020).

Actualmente, existe un 95% de confianza que el calentamiento global observado se está desarrollando desde el siglo XX de manera inequívoca, asociado principalmente a las acciones humanas. Se estima que, por estos motivos, cada una de las últimas tres décadas ha sido más cálida que la anterior en la superficie de la Tierra y éstas a su vez han sido también más cálidas que cualquier otro periodo desde 1850 (cuando hubo mayor desarrollo industrial que dio pie a la llamada revolución industrial), probablemente con un incremento de temperatura mayor en los últimos 1,400 años (IEECC, 2022).

## CONTRIBUCION DE LA PRODUCCION ANIMAL A LOS ODS



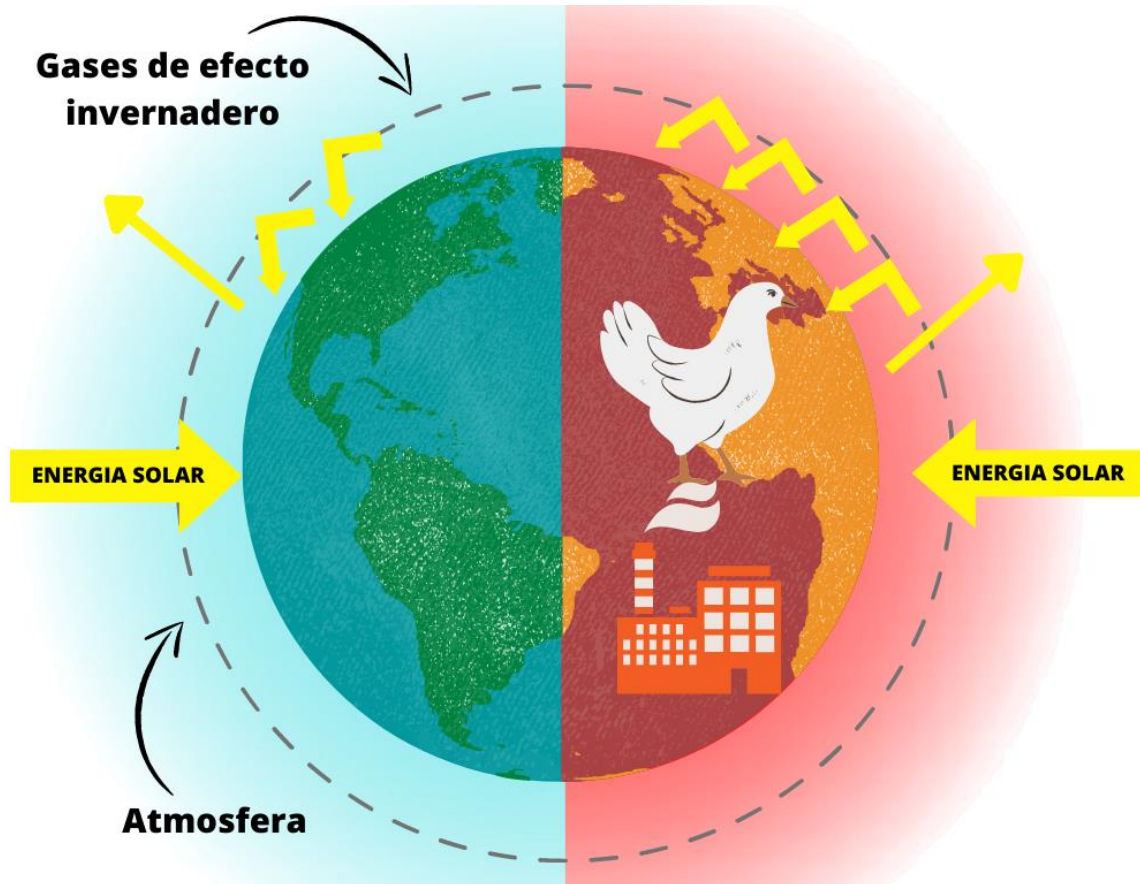
**Figura 13. Contribución de producción animal a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.**

Modificada de FAO, 2015.

El sexto Informe del IPCC (2019), indica:

- El calentamiento global ya es de 1°C con respecto a los niveles preindustriales a causa de las emisiones de gases de efecto invernadero del pasado y presente.
- Durante el siglo XX, la elevación del nivel del mar a escala mundial ha sido de unos 15 cm, pero el ritmo actual se ha más que duplicado (3,6 mm anuales) y no deja de acelerarse.
- Los océanos se han calentado, su acidez ha aumentado y su productividad ha menguado. La fusión de los glaciares y los mantos de hielo provoca la subida del nivel del mar, y los fenómenos extremos costeros son cada vez más violentos.

- De aquí a 2100 podría llegar a registrar una elevación de entre aproximadamente 30 y 60 cm incluso aunque se logre una reducción drástica de las emisiones de gases de efecto invernadero y el calentamiento global se mantenga muy por debajo de 2°C.



**Figura 14. Calentamiento global**

Modificada de Ramírez (2020).

### **Calentamiento global antropogénico**

Los efectos derivados del incremento de las concentraciones atmosféricas de GEI de origen antrópico empiezan a manifestarse, mediante fenómenos como la ampliación en los rangos de variabilidad climática y la probable intensificación de fenómenos hidrometeorológicos extremos. Los efectos previsibles cambios drásticos en los regímenes de lluvias y la ocurrencia de sequías, escasez en la disponibilidad de agua dulce y suelos productivos, incremento de enfermedades infecciosas y de las transmitidas por vectores, elevación del nivel del mar, variaciones

en la temporalidad de procesos biológicos, entre otros expondrán crecientemente a las poblaciones humanas y ecosistemas en riesgo (IEECC, 2022).

### Efecto invernadero

El efecto invernadero ocurre porque la superficie de la Tierra, la cual es más fría que el Sol, emite energía radiante en forma de longitudes de onda larga y los gases de efecto invernadero absorben algo de estas ondas infrarrojas emitidas por la superficie de la Tierra (**Figura 15**). Cuando esto último sucede, se produce el calentamiento de la atmósfera. Los GEI emiten radiación infrarroja y la energía vuelve a calentar la superficie de la Tierra. Al evitar la rápida salida de la radiación infrarroja, los gases de efecto invernadero actúan como una capa aislante alrededor de la Tierra, provocando que su superficie sea mucho más caliente que si éstos no estuvieran presentes (IEECC, 2022).



Figura 15.Efecto invernadero

Modificada de IEECC (2022).

Asociado a ese cambio en la composición atmosférica, se ha observado un aumento en la temperatura global de 0.74°C e incremento en el nivel del mar a consecuencia del derretimiento de los casquetes polares, al grado que en el Ártico se reportó una pérdida de alrededor de 4.28 millones de kilómetros cuadrados en su superficie (Sánchez Vargas et al., 2011).

## **GASES DE EFECTO INVERNADERO**

De acuerdo al Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (2022), los Gases de Efecto Invernadero (GEI) son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y emiten radiación infrarroja, entre ellos se encuentran: el Metano ( $\text{CH}_4$ ), el Óxido Nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y el Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ). El Metano ( $\text{CH}_4$ ) es un gas incoloro e inflamable, el cual se genera por la amplia variedad de procesos naturales y antropogénicos, incluyendo la descomposición de residuos sólidos, por el tratamiento de aguas residuales y sus lodos. La producción animal y la energía son las principales fuentes que emiten metano a la atmósfera donde actúa como gas de efecto invernadero, este gas posee la capacidad de atrapar 28 veces más calor que el Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ). El Óxido Nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) es un gas incoloro y no inflamable, el sector avícola, la excreta humana y la industria son las principales fuentes de emisión de Óxido Nitroso. En la atmósfera, se comporta como un gas de efecto invernadero de gran potencia que contribuye con un potencial de calentamiento equivalente a 265 veces mayor que el del  $\text{CO}_2$ . El Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ) es un gas incoloro y no inflamable, se encuentra en baja concentración en el aire que respiramos, el Dióxido de Carbono se genera cuando se quema cualquier sustancia que contiene carbono. También es producto de la respiración y de la fermentación.

Cada GEI tiene impactos diferentes dependiendo su capacidad para absorber calor y tiempo de vida en la atmósfera. Para reportar estos gases bajo una sola unidad de medida, las emisiones de cada gas pueden ser convertidas a unidades de carbono equivalente, al multiplicarlos por su potencial de calentamiento de la atmósfera, que representa el efecto acumulativo de ese gas en un tiempo determinado -generalmente 100 años- en comparación con el  $\text{CO}_2$ . Por ejemplo, el potencial de calentamiento del Metano es de 21, lo que quiere decir que, su impacto en el calentamiento global es 21 veces más alto que el del  $\text{CO}_2$ .

Los GEI están presentes de forma natural en la atmósfera y son esenciales para la vida, ya que impiden que parte del calor del sol sea reflejado de vuelta al espacio; sin embargo, desde la revolución industrial las concentraciones de GEI, principalmente  $\text{CO}_2$ , han aumentado de forma continua por el uso intensivo de combustibles fósiles, los altos índices de deforestación, el empleo de técnicas agrícolas inadecuadas, el aumento exponencial de la población y en general, el desarrollo de patrones de consumo insostenibles (Gaceta del Gobierno, 2022).

La capa de gases denominada atmósfera, está compuesta por nitrógeno (78.3%), oxígeno (21%), argón (0.3%), dióxido de carbono (0.0359%) y otros gases en cantidades menores como helio, neón y xenón. Además, contiene aerosoles en cantidades variables y vapor de agua en concentraciones fluctuantes. De éstos, los dos gases considerados como GEI con mayor potencial de calentamiento, son el vapor de agua (H<sub>2</sub>O) y el CO<sub>2</sub> (PEACC, 2013).

### **Emisión de gases de efecto invernadero**

Los gases de efecto invernadero se presentan en unidades de masa de cada gas, como equivalente de la masa de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), para cada una de las sustancias consideradas en el Anexo A del Protocolo de Kioto, que incluye los seis grupos de gases con efecto directo sobre el calentamiento global (**Tabla 4**) Las equivalencias basadas en el GWP se sustentan en los estudios realizados en el Segundo Informe de Evaluación del IPCC (SAR) y en el Tercer Informe de Evaluación del IPCC (TAR) (IEECC, 2022).

### **Emisión de gases de efecto invernadero en Estado de México en la Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) en Estado de México.**

De acuerdo, con MACC (México ante el Cambio Climático) (MACC, 2021), en los últimos 50 años, las temperaturas promedio en el país han aumentado aproximadamente 0.85 °C por arriba de la norma climatológica, lo que corresponde con el incremento global reportado por el GIEECC. Las temperaturas mínimas y máximas presentan una tendencia hacia un incremento de noches cálidas y una disminución de noches frías en todo el país. Se espera que entre 2015 y 2039 el promedio de la temperatura anual haya aumentado 1.5 - 2°C en el norte del país. El aumento de la temperatura promedio en 1°C podría tener impactos económicos al reducir el crecimiento del PIB siglas per cápita nacional entre 0.77% y 1.76%. Los niveles de precipitación también se han visto afectados en el país, sobre todo en la distribución espacio-temporal lo que tiene impactos y afectaciones en los sistemas ecológicos y productivos por su alta sensibilidad a los cambios de temperatura y de lluvias. Estos cambios producen pérdidas económicas y vulneran a la agricultura y la ganadería. Se proyecta que entre el 2015 y 2039 podría disminuir la precipitación anual entre un 10 y 20% aumentando las sequías intensas y prolongadas principalmente en el norte del país.

En cuanto a la agricultura, los cambios tanto en temperatura como en precipitación provocarían un bajo rendimiento en cultivos de maíz, caña de azúcar, sorgo, trigo, arroz, soya (5 a 20% en las próximas décadas y 80% para finales de siglo). A finales del siglo, estados como Jalisco, Estado de México, Nayarit, Morelos, Michoacán, Guerrero y Colima, podrían perder entre 30 y 40% de sus rendimientos de producción de maíz de temporal. Las sequías no son el único problema, otra afectación del cambio climático es el aumento en la intensidad de ciclones tropicales

que afectan al 60% del territorio nacional con lluvias torrenciales que provocan inundaciones y deslaves. De 1999 a 2017, 9 % de los recursos de declaratoria de desastre en México fueron destinados a eventos climáticos. Durante este periodo, por cada desastre geológico, como los sismos, hubo una ocurrencia de 13 desastres relacionados con el clima y su costo fue 10 veces mayor.

**Tabla 4. Gases de efecto invernadero considerados en el Anexo A del Protocolo de Kioto.**

GEI	Composición molecular	GWP-SAR (CO <sub>2</sub> e)	GWP-TAR (CO <sub>2</sub> e)	Vida Media	Origen
<b>Dióxido de carbono</b>	CO <sub>2</sub>	1	1	50 a 200	Quema de combustibles fósiles y de biomasa, incendios forestales
	CH <sub>4</sub>	21	23	12-3	Cultivo de arroz, producción pecuaria, residuos sólidos urbanos, emisiones fugitivas.
<b>Metano</b>					
	N <sub>2</sub> O	310	296	120	Uso de fertilizantes, degradación de suelos, algunos usos médicos.
<b>Óxido Nitroso</b>					
<b>Hidrofluorocar-bonos</b>	HFC-23	11,700	12,000	1.5 a 264	Refrigeración, acondicionado, extinguidores, petroquímica, solventes en producción de espumas, refrigerantes y aerosoles, producción y uso de halocarbonos.
	HFC-125	2,800	3,400		
	HFC-134 <sup>a</sup>	1,300	1,300		
	HFC-152 <sup>a</sup>	140	120		
	HFC-227 <sup>ea</sup>	2,900	3,500		
	HFC-236 <sup>fa</sup>	6,300	9,400		
	HFC-4310 <sup>mee</sup>	1,300	1,500		
<b>Perfluorocar-bonos</b>	CF <sub>4</sub>	6,500	5,700	2,600 a	Refrigerantes industriales, aire acondicionado, producción de aluminio, solventes, aerosoles, producción y uso de halocarbonos.
	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	9,200	11,900	50,000	
	C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	7,000	8,600		
	C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>	7,400	9,000		
	SF <sub>6</sub>	23,900	22,200	3,200	Aislante dieléctrico en transformadores de interruptores de redes de distribución eléctrica, refrigerante industrial, producción de aluminio, magnesio y otros metales, producción y uso de halocarbonos.
<b>Hexafluoruro de Azufre</b>					

Fuente: IEECC, 2022.

Los océanos también han experimentado diversos cambios, pues ha aumentado su temperatura global y se ha registrado la elevación del nivel medio global del mar en 19 cm de 1901 a 2010. En México las zonas que presentan más riesgos son las llanuras costeras del Golfo de México, del Pacífico y la Península de Yucatán. Un caso que muestra la realidad sobre la desaparición de poblaciones que colindan con los mares en México, está documentada en la investigación nuevos datos de elevación triplican las estimaciones de vulnerabilidad global al aumento del nivel del mar y las inundaciones costeras difundida por Central Climate (organización de sin fines de lucro que analiza e informa sobre climatología, compuesta por científicos y periodistas y se encarga de llevar a cabo investigaciones científicas sobre el cambio climático y cuestiones de energía), el cual señala que para el año 2050 más de la cuarta parte del territorio del Estado de Tabasco quedará bajo el agua. El segundo estado con mayor riesgo es Campeche. México es un país megadiverso, que ha sido afectado por el cambio climático al provocar la transformación y degradación de los ecosistemas como los bosques tropicales, manglares y a las especies, como se destaca en el Reporte de Impacto Económico del Cambio Climático en México elaborado por el Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA) a través de los siguientes datos:

- Hay 2 mil 583 especies que están en peligro o riesgo de extinción.
- 67% de los bosques mexicanos están fragmentados, por lo tanto, hay una reducción en la calidad y cantidad de los hábitats silvestres.
- La fragmentación más severa de los bosques está localizada en los estados del sur de México, incluyendo Veracruz, Tabasco, Yucatán, Quintana Roo, Michoacán y Chiapas.
- Los manglares mexicanos al cubrir 742 mil hectáreas, de las cuales el 55% se ubica en la península de Yucatán ayudan a mitigar el cambio climático, debido a que, a mayor superficie de manglar, mayor almacén y captura de carbono mediante la conversión de CO<sub>2</sub> a carbono<sup>19</sup>. Sin embargo, en 2016 la tasa estimada de deforestación de manglar generó alrededor del 10% de las emisiones globales de carbono por año (CEDRSSA, 2020).

Estrada Porrúa (2022) señaló que el 2021 fue el sexto año más caluroso a nivel global, con un aumento de 1.1 a 1.2 °C con respecto al periodo preindustrial. Ocho de los diez años más cálidos han ocurrido en la última década y hay estimaciones de que la temperatura aumentará a 1.5 °C para inicios de 2030 y 2°C para 2040 en el planeta (con respecto a principios del siglo pasado). El especialista agrega que en México la temperatura se ha elevado más rápido que el promedio global, ya que el 2020, fue el año más caliente que se tiene registrado, al rebasar los 1.5 °C y estar por arriba de 1.6°C. Además, de 1975 a la fecha, el país se ha calentado aproximadamente 0.3°C por década, lo que es alto en comparación con otras

regiones del planeta. El calentamiento es heterogéneo: mientras que en el centro y gran parte del país está alrededor de 2°C por siglo, hay regiones en el norte que han alcanzado tendencias de hasta seis.

En el Estado de México se cuenta con la actualización del Inventario de Emisiones Estatal de GEI (IEECC, 2022) en el que se informa que dichas emisiones se reportan en Gigagramos [Gg] de CO<sub>2</sub> equivalente [CO<sub>2</sub> eq], las cuales se obtienen multiplicando la cantidad de emisiones de un gas de efecto invernadero por su valor de potencial de calentamiento global. Al expresar las emisiones de GEI en estas unidades, podemos compararlas entre sí y medir la contribución de cada sector y sus categorías.

A continuación, se muestra la **Tabla 5**, en la cual la columna CO<sub>2</sub> eq se muestran las emisiones totales en Gg de Dióxido de Carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) para el año 2015, las cuales contienen los cálculos considerando los potenciales de calentamiento por tipo de gas. Las columnas con las emisiones de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>) y Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) contienen las emisiones por tipo de gas, es decir, sin considerar el potencial de calentamiento para cada gas.

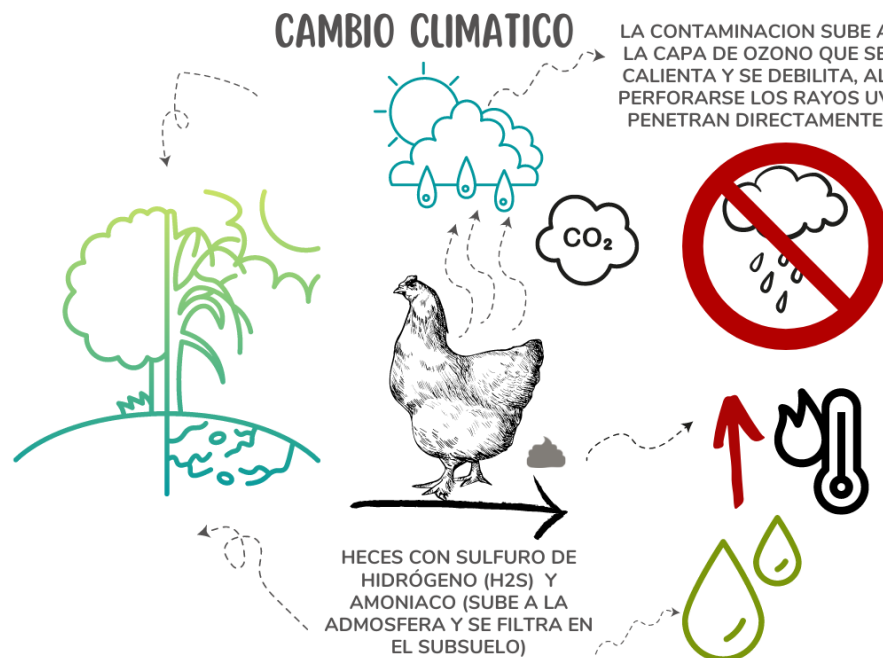
**Tabla 5. Emisiones de Gases Efecto Invernadero, 2015 del sector AFOLU.**

Sector AFOLU	Emisiones en Gg			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> eq
<b>Total Sector</b>	0.0	48.4	8.9	3,701.3
<b>Subsector</b>				
<b>Fermentación entérica</b>		47.2		1,322.2
<b>Manejo de estiércol</b>			0.5	124.7
<b>Cultivo de arroz</b>		0.01		0.3
<b>Suelos agrícolas</b>			7.8	2,075.1
<b>Quema de residuos agrícolas</b>		1.2	0.6	179.0
<b>Silvicultura</b>				NE
<b>Otros usos de la tierra</b>				NE

NE= No Estimado. Fuente: IPCC, 2006.

## CAMBIO CLIMÁTICO

La ONU, 2022 (Naciones Unidas, 2022) define al cambio climático como “las variaciones a largo plazo de las temperaturas y patrones meteorológicos, los cuales pueden ser naturales ocasionados por el ciclo solar pero también son ocasionadas por las actividades humanas”. Señala la ONU, 2022 que las actividades humanas son las que más han afectado el sistema climatológico del mundo, con cambios cada vez más perceptibles a partir del siglo XIX debido a la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas por las emisiones de gases que generan un efecto invernadero, es decir esos gases al envolver a la tierra atrapan el calor del sol y como consecuencia elevan las temperaturas de las regiones de la tierra afectando los ecosistemas. Algunos ejemplos de emisiones de gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático son el dióxido de carbono y el metano; los cuales pueden ser producidos por el uso de la gasolina para conducir un coche o del carbón para calentar un edificio. El desmonte de tierras y bosques también puede liberar dióxido de carbono. Los vertederos de basura son una fuente importante de emisiones de metano. La energía, la industria, el transporte, los edificios, la agricultura y el uso del suelo se encuentran entre los principales emisores (ver **Figura 16**).



**Figura 16. Cambio climático.**

### Cambio climático en México

México ocupa el lugar número 11 en emisiones de GEI a nivel internacional, y es uno de los países con mayor susceptibilidad a los efectos del Cambio Climático por

sus características físico-geográficas y sociales, ocupando la posición mundial número 68 de vulnerabilidad por Cambio Climático de acuerdo con el proyecto ND-GAIN Country Index, de la Iniciativa de Adaptación Global de la Universidad de Notre Dame en Estados Unidos (IEECC, 2022).

### **Cambio climático en Estado de México**

El Estado de México al igual que otras entidades del país; se han dado a la labor de elaborar los llamados Programas de Acción Ante el Cambio Climático (PEACC), los cuales son un instrumento de apoyo para el diseño de políticas públicas sustentables y acciones orientadas a mitigar y disminuir las actividades y fenómeno que contribuyen al fenómeno del cambio climático en cada entidad. El PEACC del Estado de México, incorpora dos rubros poco trabajados en instrumentos de planeación similares, como son las cuestiones de género y preservación del patrimonio cultural (IEECC, 2022).

El Estado de México, por sus características naturales, sociales, económicas y culturales, presenta áreas de mayor susceptibilidad a diversos fenómenos como inundaciones en la porción sur del territorio, así como en las planicies de las cuencas de Toluca y México, procesos de remoción en masa que afectan principalmente a las zonas montañosas del Estado y cuya importancia radica en el daño que causan asentamientos humanos, actividades primarias y zonas de interés para la conservación del ambiente. Sequías prolongadas que se constituyen como un factor de vulnerabilidad, para los sectores agrícola y forestal y que vinculadas a la temporada de estiaje; cobran especial relevancia los incendios forestales debido a que la entidad mexiquense ocupa uno de los primeros lugares en el país en cuanto a la incidencia de estos eventos. Aunado a lo anterior, también debe destacarse la propagación de enfermedades relacionadas con el clima como el dengue, sobre todo en municipios del sur de la entidad, siendo niños y mujeres los segmentos de población más afectados por este tipo de enfermedades (GEM, 2013).

Las variaciones en las temperaturas máximas podrían ser de entre 3 a 3.3°C, con una máxima de hasta 3.8°C, sobre todo en la cuenca del Balsas (sur del estado), para el caso de las variaciones en la precipitación se prevé sean de entre 6 y 9% en las cuencas Lerma-Santiago y Pánuco; mientras que en la cuenca del Balsas se esperan variaciones de entre 3 y 4% (IEECC, 2022).

### **LEY DE CAMBIO CLIMÁTICO EN ESTADO DE MÉXICO**

La promulgación de la Ley General de Cambio Climático en junio de 2012 y la publicación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático en el año 2013, detonaron el reconocimiento de legisladores y autoridades ambientales de implementar acciones en materia de adaptación al Cambio Climático y mitigación

de GEI, que sean encausadas por los diferentes órdenes de gobierno (Gaceta del Gobierno, 2022).

La Ley de cambio climático en Estado de México fue publicada en el Periódico Oficial “Gaceta del Gobierno” el 19 de diciembre de 2013. Última reforma POGG: 6 de mayo de 2022. De acuerdo al Artículo 1, La presente Ley es de orden público e interés social, es de observancia general en todo el Estado de México y tiene por objeto establecer las disposiciones para lograr la adaptación al cambio climático, así como la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero y será aplicada de conformidad con la Ley General de Cambio Climático (Gaceta del Gobierno, 2022).

### **COMPARATIVO NACIONAL, PRODUCCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO MÉXICO- ESTADO DE MÉXICO**

Con base en información del Instituto Nacional de Energía y Cambio Climático (IEECC, 2022) el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 2015 (INEGYCEI) que elaboró el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) se emiten 534,643.033 Gg de Co2 eq; a nivel local, el Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (2015) que elaboró el Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (IEECC) arrojó como resultados la emisión de 35,650.3 Gg de Co2eq. Con esta información se determinó que la contribución de las emisiones de CO2 eq del Estado de México es del 6.67% respecto a las emisiones nacionales (IEECC, 2022).

### **ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN PARA LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SUBSECTOR AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA “AFOLU” EN EL ESTADO DE MÉXICO**

Tomando como referencia a la Agenda 2030, la Estrategia Nacional de Cambio Climático y el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023 del Estado de México (IEECC, 2022), a continuación se marcan las estrategias y líneas de acción para la mitigación del cambio climático en Estado de México (ver **Tabla 6**).

**Tabla 6. Estrategias y líneas de acción para la mitigación al Cambio Climático.**

<b>SUBSECTOR AFOLU (AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA)</b>	
<b>Alineación con la Agenda 2030</b>	<b>Objetivo 15:</b> Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica.

<p><b>Alineación con el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023</b></p>	<p><b>Objetivo 3.3.</b> Procurar la preservación de los ecosistemas en armonía con la biodiversidad y el medio ambiente.</p> <p><b>Estrategia 3.3.1.:</b> Procurar la protección y regeneración integral de los ecosistemas del estado y velar por el estricto cumplimiento de las disposiciones legales en materia ambiental.</p> <p><b>Estrategia 3.3.4.:</b> Promover la gestión sostenible de los bosques y reducir la deforestación.</p> <p><b>Estrategia 3.3.5.:</b> Generar los recursos para conservar la diversidad biológica y los ecosistemas.</p>
<p><b>Eje Estratégico M7.1:</b> Conservación y manejo sustentable de los recursos forestales</p>	
<p><b>Objetivo del eje estratégico:</b> Reducir la emisión de Gases Efecto Invernadero en el sector forestal por medio de acciones que garanticen su conservación y manejo sustentable.</p>	
<p><b>Línea de acción M7.1.1:</b> Impulsar políticas públicas que fortalezcan el sector forestal.</p>	
<p><b>Acciones específicas:</b></p>	
<p><b>M7.1.1.1.</b> Consolidar del programa estatal de ordenamiento ecológico y verificar su aplicación en los planes de desarrollo.</p>	
<p><b>M7.1.1.2.</b> Desincentivar mediante instrumentos legales y económicos el cambio de uso de suelos en sistemas forestales.</p>	
<p><b>M7.1.1.3.</b> Crear los mecanismos para la implementación, ejecución y seguimiento de un programa estatal integral de manejo forestal sustentable.</p>	
<p><b>M7.1.1.4.</b> Fortalecer los instrumentos técnicos y financieros para expandir el programa de pagos por servicios ambientales hidrológicos a un mayor número de beneficiarios, así como verificar su eficiencia.</p>	
<p><b>M7.1.1.5.</b> Aumentar la cobertura del pago por captura de carbono como una estrategia de desarrollo del sector forestal estatal.</p>	
<p><b>Línea de acción M7.1.2:</b> Promover la sustentabilidad de los ecosistemas y la preservación de la biodiversidad.</p>	
<p><b>Acción específica:</b></p>	
<p><b>M7.1.2.1</b> Consolidar los programas de manejo en Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción estatal.</p>	
<p><b>Eje Estratégico M7.2:</b> Gestión de suelos agrícolas</p>	
<p><b>Objetivo del eje estratégico:</b> Reducir emisiones directas e indirectas de gases efecto invernadero en tierras de cultivo.</p>	
<p><b>Línea de acción M7.2.1:</b> Fomentar la recuperación de suelos degradados y erosionados de uso agrícola, a través de técnicas sustentables de cultivo.</p>	
<p><b>Acción específica:</b></p>	
<p><b>M7.2.1.1.</b> Promover entre los productores la adopción de prácticas agrícolas sustentables para el uso eficiente de agua y suelo.</p>	
<p><b>M7.2.1.2.</b> Establecer un programa estatal para fomentar el uso racional de los fertilizantes nitrogenados de acuerdo con los requerimientos específicos de los diferentes cultivos y suelos agrícolas del estado.</p>	
<p><b>M7.2.1.3.</b> Aprovechar los residuos agrícolas y excretas animales para la elaboración de fertilizantes orgánicos.</p>	
<p><b>M7.2.1.4.</b> Incrementar el uso de abonos orgánicos que mejoren la estructura del suelo y disminuyan la salinización por residuos de los excipientes de los fertilizantes inorgánicos y sean una opción para complementar la nutrición de plantas.</p>	

<p><b>Eje Estratégico M7.3:</b> Control y disminución de emisiones de metano por fermentación entérica del ganado y manejo de estiércol.</p>
<p><b>Objetivo del eje estratégico:</b> Reducir las emisiones de metano del subsector pecuario y aumentar la productividad del hato ganadero al aprovechar eficientemente los alimentos.</p>
<p><b>Línea de acción M7.3.1:</b> Implementar nuevos esquemas de manejo alimentario en hatos ganaderos</p>
<p><b>Acciones específicas:</b></p>
<p><b>M7.3.1.1</b> Capacitar a productores agropecuarios sobre las alternativas de manejo alimenticio y sanitario del ganado con objeto de incrementar la eficiencia nutricional y reducción de emisiones de metano por fermentación entérica.</p>
<p><b>M7.3.1.2.</b> Implementar prácticas pecuarias de alta eficiencia en el manejo del ganado estabulado y de pastoreo.</p>
<p><b>Eje Estratégico M7.4:</b> Reducir emisiones por el uso de fuego en terrenos agrícolas</p>
<p><b>Objetivo del eje estratégico:</b> Reducir las emisiones de compuestos fotoquímicamente reactivos (COV, NOx), PM10, PM2.5, carbono negro y CO.</p>
<p><b>Línea de acción M7.4.1:</b> Minimizar la práctica de quemas agrícolas</p>
<p><b>Acciones específicas:</b></p>
<p><b>M7.4.1.1</b> Fortalecer y enfocar las actividades de prevención, vigilancia y lucha contra incendios forestales, así como la coordinación entre los tres órdenes de gobierno, organizaciones civiles y voluntarios que participan en la implementación del Programa Nacional de Protección contra Incendios Forestales (PNPIF).</p>
<p><b>M7.4.1.2.</b> Fortalecer las redes de vigilancia con videocámaras en la región.</p>
<p><b>M7.4.1.3.</b> Garantizar el monitoreo y registro continuos de los incendios forestales y las medidas adoptadas para controlarlos.</p>

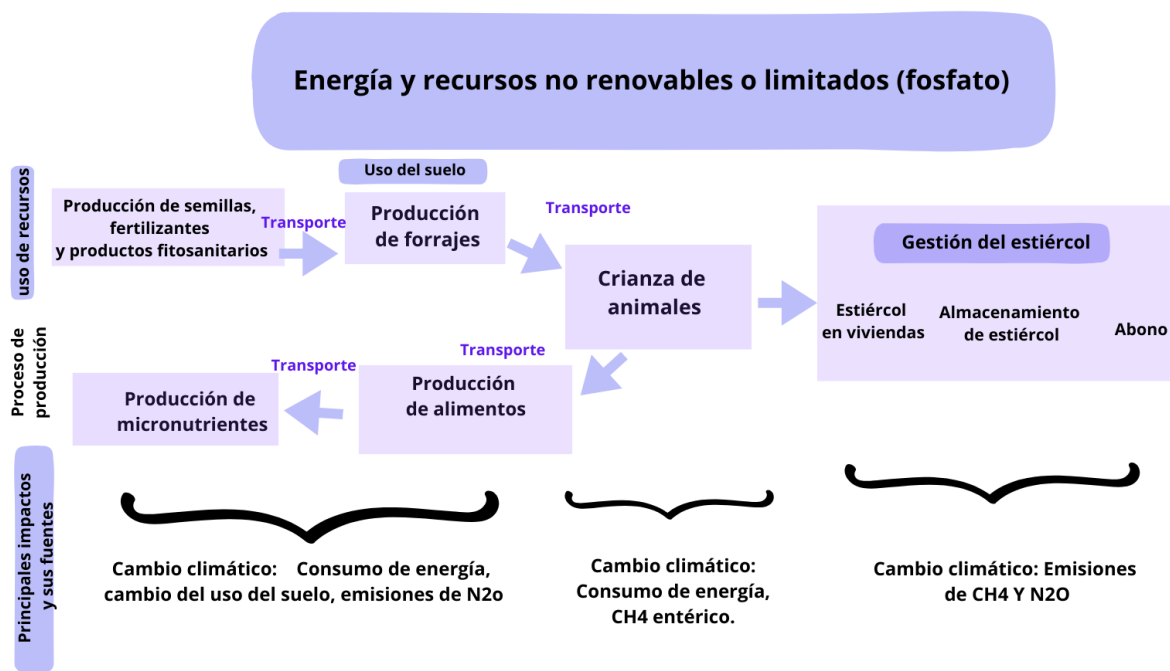
## **POLLO DE ENGORDE Y LA FORMACION DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

Los principales gases de efecto invernadero emitidos por las actividades agrícolas son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (Johnson y Marshall, 2007). La producción avícola aporta GEI a la atmósfera tanto directa como indirectamente (Eggleston et al., 2006). A continuación se muestra en la **Figura 17** el efecto de los GEI en el cambio climático.

### **Emisión de gases de efecto invernadero en pollo de engorde**

El calentamiento global debido a las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI) se ha convertido en un gran desafío en los últimos años. La temperatura de la Tierra está aumentando principalmente debido a la acumulación de GEI en la atmósfera. Las emisiones de GEI agrícolas, especialmente el metano (CH<sub>4</sub>), provienen principalmente de los animales de granja (Patra, 2014).

Todos los mamíferos suelen producir alguna cantidad de CH<sub>4</sub>, sin embargo, no se comprende completamente qué factores y sus parámetros determinan su nivel de producción (Clauss et al., 2020). La información de FAOSTAT (FAOStat, 2019) muestra que ha habido un fuerte aumento en la población mundial de animales de producción desde 1960.



**Figura 17. Efectos de los GEI en el cambio climático.**

Modificada de Cappelaere et al, 2021.

La población mundial de rumiantes aumentó en un 66.1% entre 1960 y 2017, mientras que la población de no rumiantes aumentó aún más rápidamente en 435% en el mismo período (FAOStat, 2019). Se prevé que las poblaciones de rumiantes y no rumiantes aumenten aún más en los próximos años, lo que aumentará aún más las emisiones de GEI de la agricultura animal (Misiukiewicz et al., 2021).

El metano se produce durante la fermentación de los alimentos en el tracto gastrointestinal (TGI) por las arqueas metanogénicas conocidas como metanógenos. Los metanógenos son un grupo especializado de microorganismos arqueales que pertenecen al filo *Euryarchaeota* (Moissl-Eichinger et al., 2018). Los metanógenos son parte de un microbioma que ha evolucionado en una profunda asociación simbiótica con los animales (Misiukiewicz et al., 2021).

Las arqueas metanogénicas pertenecen a los órdenes *Methanobacteriales*, *Methanomicrobiales*, *Methanosarcinales*, *Methanomassiliicoccales*, *Methanococcales*, *Methanocellales* y *Methanopyrales* (Moissl-Eichinger et al., 2018). Las arqueas metanogénicas más prevalentes en animales pertenecen al género *Methanobrevibacter* (LUO et al., 2013).

En general, la composición y la densidad de metanógenos en el TGI de no rumiantes depende no solo de la especie animal, sino también por la parte del TGI considerado, raza, edad y dieta, a continuación se enlistan los metanógenos en pollos de engorde (Saengkerdsub et al., 2007a).

- *Methanobrevibacter (Mbb.woesei)*
- *Metanomicrobia*
- *Termoplasmáticos*
- *Methanococci*
- *Methanopyri*

El estudio inicial de (Dosoretz y Lamed, 1987) indicó que la metanogénesis anaeróbica existe tanto en el ciego como en el estiércol de las aves, lo que lleva a la formación de CH<sub>4</sub>. Los intestinos ciegos de las aves de corral son el sitio principal de fermentación microbiana, lo que resulta en la formación de ácidos grasos volátiles. El estudio de (Marounek y Rada, 1998) sobre el patrón de fermentación cecal en pollos de 1 a 4 meses de edad encontró que la metanogénesis se iniciaba en el segundo mes de vida y se intensificaba con la edad. Sin embargo, (Saengkerdsub et al., 2007b) detectaron emisión de CH<sub>4</sub> de las heces de pollos de engorde de 5 días.

Las arqueas de todos los tipos constituyen aproximadamente el 1% del recuento microbiano total en los ciegos (Qu et al., 2008). El análisis de la composición de la pared celular mediante métodos de cultivo reveló la presencia de *Methanogenium* spp. como componente principal de la comunidad de arqueas en muestras fecales de pollos (Miller et al., 1986). Curiosamente, la investigación de Qu et al. (2008) sobre el microbioma de los pollos encontraron que *Metanomicrobia*, la clase que contiene *Methanogenium* spp constituía del 45 al 47% de las etiquetas de genes ambientales eucariotas arqueales detectadas. Sin embargo, ninguna spp. relacionada con *Methanogenium*. En un estudio (Saengkerdsub et al., 2007a) se detectaron secuencias en el estudio, que se ocupó de la identificación y cuantificación de arqueas metanogénicas en ciegos de pollos adultos mediante métodos moleculares; ahí *Mb. woesei* resultó ser una especie predominante en los ciegos de pollo. La población promedio de *Mbb. woesei* fue de  $3.61 \times 10^6$  células por gramo de peso húmedo (Saengkerdsub et al., 2007a), y esta especie se detectó incluso en aves muy jóvenes, lo que revela que coloniza el sistema digestivo de las aves en las primeras etapas de la vida (Saengkerdsub et al., 2007b).

A nivel mundial, las cadenas de suministro de pollos producen 606 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> - eq de emisiones de GEI, que representan el 8% de las emisiones del sector. La producción de piensos contribuye con cerca del 57% de las emisiones provenientes de las cadenas de suministro de pollos y huevos, con un 21.1%

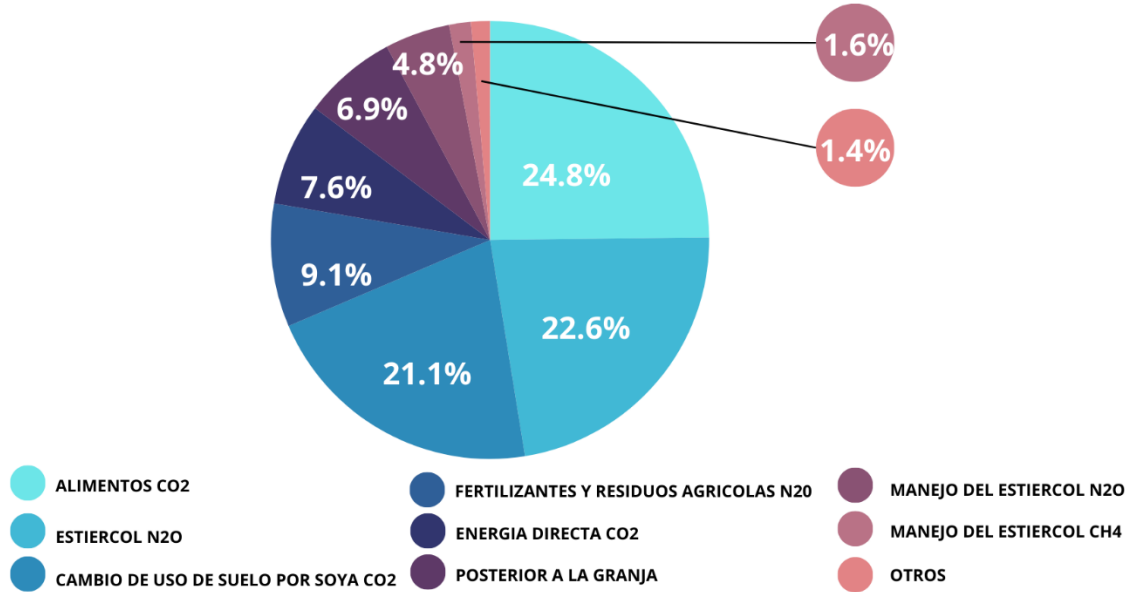
adicional relacionado con la expansión del cultivo de soja en el caso de la carne. Las raciones de los pollos de engorde son más ricas en proteínas y contienen, por término medio, un elevado porcentaje de soja proveniente de zonas en que ha tenido lugar una conversión del uso de la tierra. Las emisiones provenientes del estiércol representan el 20% de las emisiones en el caso de los huevos, pero sólo el 6% en el caso de los pollos de engorde (Gerber et al., 2013).

Esta diferencia se debe a los diversos sistemas de manejo; la mayor parte del estiércol relacionado con la producción de carne se maneja en condiciones secas y aerobias, mientras que en la producción de gallinas se maneja a menudo en sistemas líquidos con almacenamiento prolongado en fosas. Las emisiones debidas al consumo de energía, incluida la energía directa, el CO<sub>2</sub> proveniente de los piensos y el CO<sub>2</sub> proveniente de las operaciones posteriores a la granja, representan entre el 35% y un 40% de las emisiones totales. Los pollos de engorde industriales constituyen más del 90% de la producción de carne de pollo, y tienen una intensidad de emisión menor. Los sistemas de cría doméstica tienen intensidades de emisión mayores, pero representan menos del 10% de las emisiones de GEI.

La producción doméstica tiene lugar en pequeñas unidades, en la que los animales crecen lentamente, varios factores explican los mayores niveles de intensidad de emisiones de los sistemas de cría doméstica. Primero, en los sistemas de cría doméstica las gallinas tienen bajos índices de conversión de alimentos debido a la calidad relativamente baja de los piensos y a que las aves gastan energía hurgando en busca de residuos con que alimentarse. Segundo, los sistemas de cría doméstica tienen una proporción mayor de animales improductivos (alrededor del 10% de la parvada de cría doméstica, en comparación con el 4% de la parvada de pollos de engorde y el 1% de la parvada de ponedoras). Esto se debe a unas tasas de mortalidad mucho más altas (atribuibles en gran parte a las enfermedades y la depredación) y tasas de fertilidad más bajas. En los sistemas de cría doméstica, la intensidad de emisión de N<sub>2</sub>O proveniente del estiércol es mayor, debido al escaso índice conversión de alimentos (tasas más elevadas de transformación del nitrógeno de los piensos en emisiones de N<sub>2</sub>O, ver **Figura 18** (Gerber et al., 2013).

Los pollos de engorde industriales constituyen más del 90% de la producción de carne de pollo, y tienen una intensidad de emisión menor (Gerber et al., 2013).

### EMISIONES GLOBALES DE LAS CADENAS DE SUMINISTRO DE CARNE DE POLLO



**Figura 18. Emisiones globales de las cadenas de suministros de carne de pollo**

Modificada de Gerber et al. (2013).

#### Formación de metano

El metano se produce durante los procesos digestivos normales de los animales, el sitio más importante de producción de metano en aves es el intestino grueso. La forma en que se almacena el estiércol animal es la fuente más importante de producción de CH<sub>4</sub> (Husted, 1994), la emisión de CH<sub>4</sub> también conduce a pérdidas en la ingesta bruta de energía con implicaciones económicas. Se ha informado que una mayor abundancia de metanógenos, junto con su mayor diversidad, contribuye al fenotipo magro en el pollo de engorde (Almeida, 2011).

El metano se produce durante la fermentación de los alimentos en el tracto gastrointestinal (TGI) por las arqueas metanogénicas conocidas como metanógenos.

La formación de metano conduce a pérdidas en la ingesta bruta de energía, un aspecto esencial de la eficiencia de la producción animal. Por lo tanto, junto con las preocupaciones ambientales, las emisiones de CH<sub>4</sub> tienen implicaciones económicas, disminuyendo la eficiencia de la producción animal (Almeida, 2011).

La metanogénesis que es una reacción mediante la cual se sintetiza metano a partir de moléculas orgánicas y es realizada por arqueas metanogénicas (Sandí et al., 2020), en el TGI de los animales también es importante para los problemas de salud. Se ha informado que el CH<sub>4</sub> en el TGI puede ralentizar el paso de la digesta y el aumento de la emisión de CH<sub>4</sub> que se asocia con trastornos gastrointestinales (Pimentel, 2006). Se ha demostrado que la inclusión en la dieta de aceite de soya reduce la cantidad de producción de CH<sub>4</sub> en un promedio del 26%, en comparación con la dieta sin el aceite (Christensen y Thorbek, 1987).

### **Formación de óxido nitroso.**

La principal causa de las emisiones de óxido nitroso en la agricultura proviene de la aplicación de fertilizantes nitrogenados y estiércol animal. Las emisiones de N<sub>2</sub>O ocurren por la descomposición y nitrificación/ desnitrificación de los desechos de las aves (estiércol y orina). En algunas naves de producción de pollos de engorde, una parte del estiércol se recoge debajo de las rejillas de las naves, en este tipo de sistema de gestión del estiércol, las emisiones de N<sub>2</sub>O son relativamente bajas (Eggleston et al., 2006).

Los sistemas de producción de aves transforman los alimentos en carne, estiércol y orina. Solo una pequeña fracción (5 a 30%) del N en la alimentación animal es retenido en la carne y los huevos, según el tipo de animal y el manejo. Los animales eliminan la mayor parte (70-95%) a través de la orina y el estiércol, la mayor parte del N en el estiércol (50 a 90%) se devuelve a la tierra que produjo el alimento para animales, el resto se pierde durante el almacenamiento a través de la volatilización, desnitrificación y eliminación del NH<sub>3</sub>. El manejo y destino del estiércol animal determina la emisión de N<sub>2</sub>O de los animales, la mayor parte del N<sub>2</sub>O se origina a partir de transformaciones microbiológicas del N en la orina y el estiércol de los excrementos de los animales durante el almacenamiento y la gestión y después de su aplicación o deposición en el suelo. Los microorganismos nitrificantes producen N<sub>2</sub>O por nitrificación y por desnitrificación. En la nitrificación, se desarrolla N<sub>2</sub>O durante la oxidación de la hidroxilamina (NH<sub>2</sub>OH). La cantidad de N<sub>2</sub>O emitida por el estiércol y la orina en los pastos varía mucho, principalmente debido a las variaciones en el suelo y las condiciones ambientales (Oenema et al., 2005).

Cuando se almacenan en establos de cama profundos, las emisiones de N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> y CH<sub>4</sub> son relativamente altas, dependiendo de la tasa de adición y mezcla de la cama. La composición de la dieta influye en la composición de los desechos animales y, en consecuencia, en las emisiones de N<sub>2</sub>O tras su aplicación al suelo. Las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O se derivan del N que se originó a partir de desechos animales, pero que se escapó de los desechos a través de la volatilización de NH<sub>3</sub> y NO<sub>x</sub> o mediante la lixiviación y la escorrentía de N, y luego se transforma en N<sub>2</sub>O en otro lugar (Oenema et al., 2005).

### **Formación de dióxido de carbono**

La producción de dióxido de carbono por unidad de producción de calor aumenta con la masa corporal de las aves en crecimiento, es inferior a 185 litros por hora por hpu para pollos de engorde. La ventilación de los galpones debe basarse en el mantenimiento de las condiciones térmicas y la calidad del aire deseadas. Esto quiere decir evitar la acumulación de calor y/o gases en el aire del interior, esto significa que la emisión de un gas debe ser igual a la cantidad en el aire ventilado saliente. La producción total de CO<sub>2</sub> incluye el CO<sub>2</sub> producido por los animales y el CO<sub>2</sub> emitido por el estiércol (Pedersen et al., 2008).

La producción de CO<sub>2</sub> del animal puede derivarse de su tasa de metabolismo energético, que está relacionada con el nivel de alimentación y la composición de nutrientes de la dieta (Brouwer, 1965). En los galpones en donde el estiércol no se almacena en el interior durante un período prolongado (ejemplo: galpones de rejilla con vaciado regular de los pozos de estiércol), la producción de CO<sub>2</sub> del sistema de manejo del estiércol es menor en comparación con la producción de CO<sub>2</sub> de las aves. Sin embargo, en galpones con cama profunda (es decir, gallineros donde la profundidad de la cama es > 0.5 m), la producción de CO<sub>2</sub> es mayor (Jeppsson, 2002).

### **Producción de CO<sub>2</sub> en galpones:**

- **Pollos de engorde en cama de paja:** 0.182 CO<sub>2</sub>, m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> hpu<sup>-1</sup> (Pedersen y Thomsen, 2000).
- **Producción de suelo parcialmente emparrillado:** 0.191 CO<sub>2</sub>, m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> hpu<sup>-1</sup> (Li et al., 2005).

### **Estrategias para mitigar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.**

El cambio climático atribuido a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) ha sido el foco de investigación en la última década. Estas investigaciones fueron iniciadas por el Protocolo de Kioto con el objetivo de reducir las emisiones de GEI para 2008–2012 (Yacob et al., 2005). Se estimó que las emisiones antropogénicas globales de metano para 2010 fueron de aproximadamente 6875 Mt equivalentes de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>-e). El metano se puede utilizar para mejorar la economía, crecimiento, promover la seguridad energética, mejorar el medio ambiente y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Cammarota y Freire, 2006).

La valorización de residuos se refiere a la conversión de residuos en productos de valor añadido. Es un tema de interés en todo el mundo (Duque-Acevedo et al., 2020). El principio de economía circular tiene como objetivo lograr sistemas de producción sostenibles, centrándose en la valorización de residuos y la reducción de pérdidas gaseosas a la atmósfera (Mak et al., 2020). En este escenario, una

economía circular contribuiría a la valorización del estiércol de pollos de engorde, recirculando al sistema de producción agrícola (Aranguren, 2021).

La principal opción para la valorización de los recursos ha sido tradicionalmente la aplicación de estiércol a la tierra con fines de fertilización (Kanani et al., 2020). El estiércol de gallina ponedora es un fertilizante de costo relativamente bajo y una fuente de N, fósforo (P) y oligoelementos (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) para mejorar las características fisicoquímicas y biológicas del suelo (Seidavi et al., 2019).

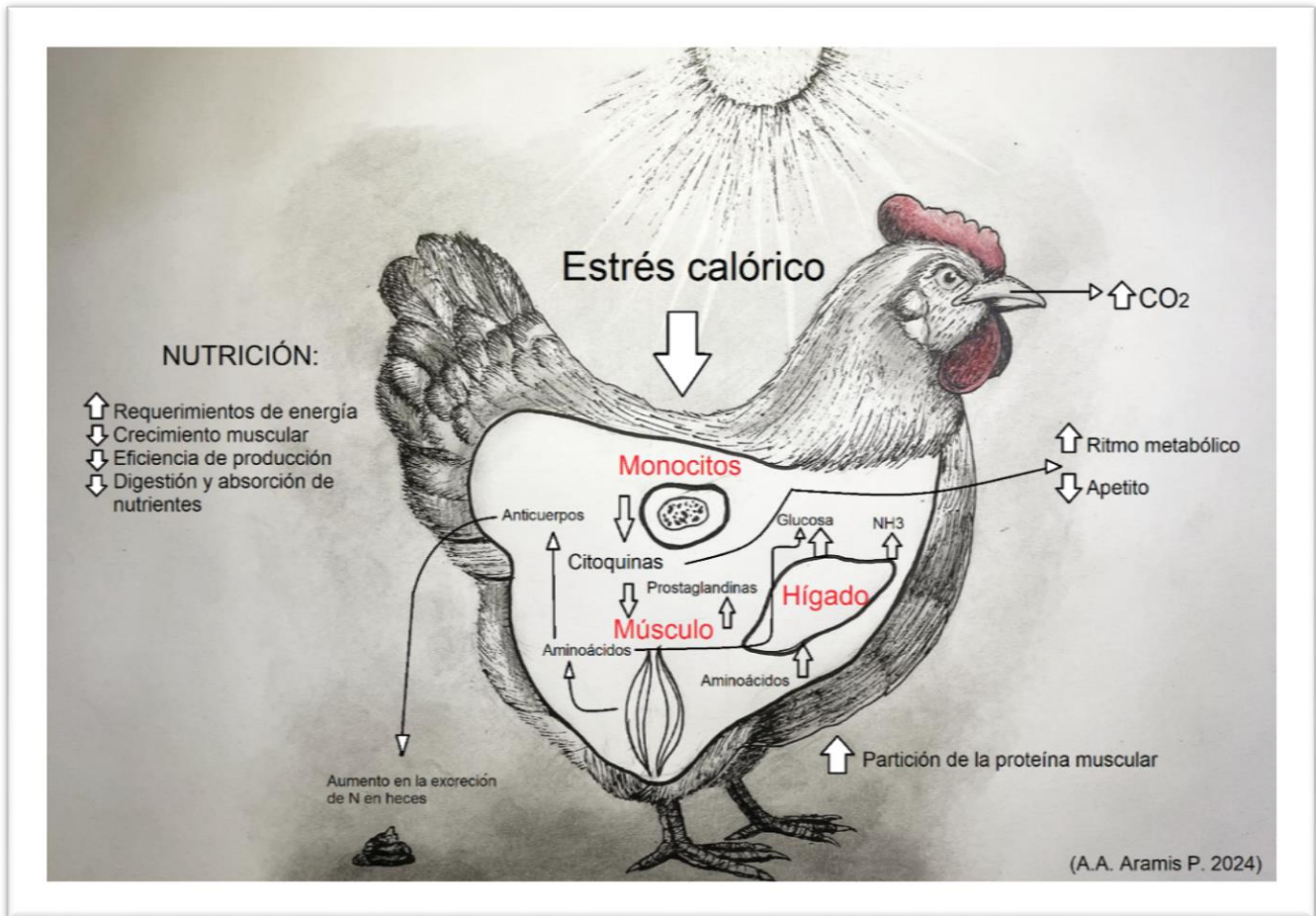
El biogás es una opción respetuosa con el medio ambiente y una de las más eficientes y efectivas para la energía renovable entre varias otras fuentes alternativas (Pulak et al., 2013). Es producido por el proceso de biometanización, y el efluente del proceso es rico en nutrientes esenciales que pueden utilizarse como un muy buen fertilizante. La biometanización es la degradación de materiales orgánicos por microorganismos en ausencia de oxígeno. Es un proceso biológico de varios pasos en el que el carbono orgánico se convierte principalmente en dióxido de carbono y metano (Angelidaki et al., 2003). El biogás se puede producir a partir de una variedad de sustratos, como estiércol animal, cultivos energéticos, desechos industriales, etc. Las reacciones típicas que ocurren en el proceso de digestión anaerobia (Miah et al., 2016).

## **IMPACTO DEL CAMBIO CLIMATICO EN EL POLLO DE ENGORDE**

### **Estrés por calor**

La temperatura ambiente alta reduce la eficiencia de producción de los pollos de engorde. Diferentes factores contribuyen a esta situación: crecimiento rápido, variaciones fisiológicas y cambios en la mucosa del intestino delgado (Marchini et al., 2016).

El estrés por calor desencadena un aumento de corticosteroides y una hormona triyodotironina circulante (T<sub>3</sub>), aumenta la frecuencia respiratoria, lo que desencadena alcalosis respiratoria, disminuye la ingesta de alimentos y conduce a cambios en la dinámica celular de la mucosa del intestino delgado. Estos cambios dependen del genotipo animal, la intensidad y la duración del factor estresante. El estrés por calor agudo conduce a una reducción en la proliferación de enterocitos y también a una disminución en la profundidad de las criptas, sin afectar la altura de las vellosidades o la relación vellosidades/criptas. Por otro lado, el estrés crónico disminuye la altura de las vellosidades y el peso del yeyuno. Estos cambios afectan la capacidad de los pollos de engorde para digerir y absorber los nutrientes necesarios para el mantenimiento y la producción (Marchini et al., 2016) ver **Figura 19**, en donde se explica cómo se desencadena el estrés calórico.



**Figura 19. Estrés por calor en el pollo de engorde**

Modificado de (Swick, 1996). Autor (Aramis, 2024).

Las aves son animales homotérmicos que mantienen una temperatura corporal interna relativamente constante en un amplio rango de temperaturas ambiente (Dawson y Whittow, 2000), esto sucede entre los 7 y 15 días de vida, cuando ya ha madurado su mecanismo termorregulador, proceso relacionado con la mielinización del sistema nervioso (Randall, 1943). La temperatura corporal de los pollos de engorde domésticos adultos es de aproximadamente 41,1 °C (Marchini et al., 2007). Cuando la temperatura y la humedad del aire superan el rango de confort térmico, la capacidad de disipar el calor se reduce y los animales sufren los efectos del estrés por calor (Dawson y Whittow, 2000).

Además, el estrés por calor provoca cambios importantes en el equilibrio electrolítico de los pollos de engorde (Borges et al., 2004). La frecuencia respiratoria de las aves aumenta para reducir la temperatura corporal durante el estrés por calor (Marchini

et al., 2007), y el jadeo resulta en cambios en el equilibrio ácido-base y en alcalosis respiratoria por mayor eliminación de CO<sub>2</sub> y por reducción de pCO<sub>2</sub> en la sangre. El cuerpo responde con acidosis metabólica, una disminución de la excreción de H<sup>+</sup> y un aumento de la excreción de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> por parte de los riñones para compensar esta alteración y, por lo tanto, dichos cambios contribuyen a la acidificación de la sangre (Borges et al., 2004). Se produce una reducción de la reserva de energía y el equilibrio de la eficiencia homeostática del cuerpo disminuye a medida que los mecanismos de aclimatación empiezan a fallar (Marchini et al., 2016).

Pueden ocurrir diferentes respuestas fisiológicas durante el estrés por calor y dependen de la intensidad, la gravedad y la duración del estrés por calor (Azad et al., 2010), lo que provoca niveles más altos o más bajos de liberación de glucocorticoides (Gonzalez-Esquerra y Leeson, 2006). Estas respuestas fisiológicas son: cambios en la integridad funcional de la mucosa intestinal (Horn et al., 2009), aumento de la temperatura corporal (Marchini et al., 2007), degradación muscular (Zuo et al., 2015) y aumento de la tasa de mortalidad (Estrada-Pareja et al., 2007) cuando las altas temperaturas ambientales coinciden con la edad de comercialización (Arjona et al., 1988).

### **Disminución de los parámetros productivos**

El factor ambiental más importante que controla el consumo de alimento es la temperatura ambiental. Las aves son homeotérmicas, lo cual significa que deben mantener una temperatura interna constante contra una temperatura ambiental o del entorno. La zona termoneutral es el rango de temperatura ambiental en el cual la pérdida de calor del ave que se produce de las actividades metabólicas normales será suficiente para mantener la temperatura interna. Dentro del rango, la temperatura óptima para el desempeño general es de 20°C. Sin embargo, llega un punto donde no es suficiente que la temperatura ambiental decline, y dicho punto se conoce como la menor temperatura crítica (Gentle, 1985).

El ave debe generar más calor, lo que significa que tiene que aumentar el consumo de alimento. Bajo condiciones de mucho calor, es posible que las aves no sean capaces de disipar el calor que surge del calor de la termogénesis asociado con la actividad metabólica normal, incluyendo el metabolismo de nutrientes. Además, los requerimientos energéticos para el mantenimiento caerán. La temperatura ambiente tiene influencia sobre el consumo voluntario, como el efecto depresor de temperaturas ambientales altas, que se ve acrecentado con el contenido energético de la dieta. Si la temperatura media del invierno y verano es menor a 10°C y mayor a 27°C respectivamente, el consumo voluntario puede variar entre 10 a 50% en comparación al promedio obtenido entre 18 y 20°C (Quishpe, 2006).

El estrés provoca un deterioro general en el bienestar de los animales, el crecimiento y la reproducción a menudo se ven comprometidos. Los pollitos estresados normalmente exhiben niveles plasmáticos elevados de corticosterona

(CS). Los niveles elevados de CS en la sangre, a su vez, provocan un aumento de los niveles de energía al actuar sobre el metabolismo intermediario de carbohidratos, proteínas y grasas. Uno de los efectos más importantes de la CS es un aumento en la producción de glucosa por catabolismo de la proteína muscular. Este recambio catabólico de proteínas musculares está impulsado directamente por la gluconeogénesis activada por CS (Swick, 1996).

### **Zoonosis**

El resurgimiento de enfermedades infecciosas de origen zoonótico observado en los últimos años impone una importante carga de morbilidad/mortalidad a nivel mundial, y también una importante carga económica que se extiende más allá de los puros costos médicos. El resurgimiento y la epidemiología de las zoonosis son complejos y dinámicos, y se ven influenciados por diversos parámetros que pueden categorizarse aproximadamente como relacionados con el ser humano, con patógenos y con el clima o el medio ambiente; sin embargo, existe una interacción significativa entre estos factores (Pappas et al., 2009).

Las alteraciones socioeconómicas y políticas del comportamiento humano han afectado a la prevalencia de las zoonosis a través de múltiples vías. La población mundial no ha dejado de aumentar, lo que se ha traducido en un incremento de la demanda de alimentos, incluida la carne; la industrialización de la cría de animales con fines alimentarios y los sistemas de cría intensiva aplicados han dado lugar al desarrollo de vastos reservorios animales en los que una infección puede propagarse de un animal a otro y luego saltar de especie (Epstein et al., 2006).

La política también ejerce un efecto directo sobre la prevalencia de las infecciones zoonóticas. El ejemplo típico es la transición de numerosos países en los últimos años de economías comunistas, estrictamente controladas por el Estado, al libre comercio. Esto ha provocado el resurgimiento de numerosos agentes zoonóticos, debido a una vigilancia veterinaria y de salud pública menos estricta, pero también al reconocimiento de focos zoonóticos hasta ahora no terminados o infravalorados (Cascio et al., 2011).

El concepto “zoonosis” es definido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1959, como aplicable a las enfermedades que se transmiten entre los animales vertebrados y el hombre. Las enfermedades zoonóticas representan un problema de salud pública debido a que afectan a una gran parte de la población tanto en zonas urbanas como rurales. La estrecha interacción entre hombres y animales, así como el aumento de la actividad comercial y la movilización de personas, animales, sus productos y subproductos han propiciado una mayor diseminación de las zoonosis. Además, la diseminación de estas enfermedades también puede ser

impulsada por la modernización de las prácticas agrícolas, particularmente en las regiones en desarrollo vulnerables a la destrucción del hábitat, la invasión humana y el cambio climático. El impacto de las zoonosis no solo radica en el daño a la salud pública, sino que ocasiona severas pérdidas económicas en la región (OPS, 2024).

### **Zoonosis de origen viral**

Influenza aviar altamente Patógena (IAAP).

Enfermedad provocada por un virus de la familia *Orthomyxoviridae* que es transmitida por contacto directo o indirecto con animales infectados o con ambientes y superficies contaminadas por heces. El desplume, la manipulación de cadáveres de aves de corral infectadas y la preparación de aves de corral para el consumo, especialmente en entornos domésticos, también pueden ser factores de riesgo. En las personas genera desde una infección leve de las vías respiratorias superiores (fiebre y tos) hasta neumonía grave, síndrome de dificultad respiratoria aguda (dificultad para respirar), shock e incluso la muerte (OPS, 2020).

Enfermedad de Newcastle.

Transmitida por medio de aerosoles en los ojos con las manos contaminadas por manipulación de aves o virus. En las granjas, la infección puede adquirirse al vacunar con pulverizaciones o aerosoles, ocasiona conjuntivitis, congestión, lagrimeo, dolor y tumefacción de los tejidos subconjuntivales (Cuadros, 2011).

### **Zoonosis de origen bacteriano**

Campilobacteriosis.

Enfermedad provocada por *Campylobacter jejuni*, en el ser humano es transmitida por vía fecal-oral, principalmente por canales contaminadas (Hermans et al., 2012).

Salmonelosis (*S. tyhimurium* y *S. enteritidis*).

Enfermedad transmitida por la carne de las aves, huevos y productos derivados contaminados. Ocasiona diarrea, que puede llegar a ser sanguinolenta y varía en volumen e intensidad, fiebre, náuseas, vómito y calambres estomacales severos (Herrera y Jabib, 2015).

### **Zoonosis de origen parasitario**

*Dermanyssus gallinae* (acaros rojo).

Enfermedad que se transmite por contacto directo, las manifestaciones clínicas son picor, pápulas, vesículas y dermatitis. ocasiona prurito y erupción cutánea por dermatitis alérgica (Pavlovic y García, 2014).

### **Anfixenosis**

Es aquella zoonosis que se transmite de humanos a vertebrados o viceversa, (Pumarola i Batlle, 2020).

Las micobacterias se han adaptado a los animales mediante mutaciones, que les permiten sobrevivir en distintas especies, en las cuales pueden mostrar una virulencia distinta a la expresada en la especie humana, los miembros del *Mycobacterium tuberculosis complex* (CMTB) provienen de un antecesor común hace entre 20000 y 35000 años (Brosch et al., 2002).

En ocasiones la aparición de la enfermedad en animales domésticos es un reflejo de la enfermedad en la población humana que les rodea y ocasionalmente conlleva al diagnóstico de la enfermedad en la población (PC, 2005).

La influenza aviar, también conocida como gripe aviar, es una enfermedad viral altamente contagiosa que afecta principalmente a las aves, pero que también puede transmitirse a los seres humanos (Imai et al., 2013), se plantea la existencia de anfixenosis debido a que es una enfermedad altamente contagiosa. A lo largo de los años, la influenza aviar ha causado brotes devastadores en las poblaciones de aves de corral en todo el mundo, con importantes consecuencias económicas y en la salud pública (Peña et al., 2023).

Existen 198 posibilidades de combinaciones de HA y NA que se pueden establecer, muchas de las combinaciones han sido encontradas en los reservorios naturales de AVI, sin embargo, este virus tiene una capacidad multifactorial de cruzar la barrera entre especies, generando un hospedador intermedio como los cerdos; esto ha posibilitado el surgimiento de diferentes cepas que han generado varias pandemias como la H1N1 de 1918 conocida como la gripe española, H2N2 Influenza asiática, H3N2 Influenza de Hong Kong, H5N1 reportada en humanos y con alta mortalidad, H7N9 una cepa que comenzó siendo LPIA en sus primeros cuatro brotes, pero que ha adquirido características de ser HPIA, confiriéndole un alto potencial zoonótico (Kanaujia et al., 2022).

## **COMO APLICAR LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN LOS POLLOS DE ENGORDE.**




De acuerdo a Keeling (2019) el Bienestar Animal se relaciona con los 17 ODS, sin embargo, solo los siguientes ODS se relacionan con los pollos de engorde, ver **Tabla 7.**



La carne de pollo se considera la carne más respetuosa con el clima, pero la producción de pollos de engorde es una de las mayores preocupaciones en materia de bienestar animal a nivel mundial, debido a la aparición generalizada de lesiones musculoesqueléticas en las aves (Granquist et al., 2019) y el enorme número de pollos de engorde criados.

Satisfacer las cambiantes demandas de los consumidores de productos alimentarios de mayor calidad y seguridad podría tener repercusiones positivas en el bienestar animal, especialmente en relación con el control de enfermedades y

durante la matanza. En cambio, el mero aumento del número de animales necesarios para satisfacer esta demanda dietética expone automáticamente a más animales al riesgo de una alimentación deficiente (Doyle et al., 2021).

**Tabla 7. Aplicación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible al pollo de engorde.**

ODS	Vínculos entre el bienestar animal y los Objetivos de Desarrollo Sostenible
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La mejora del bienestar de los pollos de engorde puede proporcionar vías para salir de la pobreza a través del aumento de la productividad y la eficiencia de la producción, la disminución de los costes de atención veterinaria, la prolongación de la vida productiva, el aumento de la fertilidad, el aumento de la calidad o el valor de los productos y el acceso a nuevos mercados.</li> <li>• Las industrias afines, es decir, las que prestan servicios a los propietarios de animales, también pueden beneficiarse de la reducción de la pobreza.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La mejora del bienestar de los pollos de engorde se traduce en más y mayor calidad de la carne, con lo que disminuyen las pérdidas y desperdicios de alimentos.</li> <li>• Mantener la diversidad genética puede contribuir a mantener una buena salud y bienestar animal en el futuro.</li> <li>• La biodiversidad (por ejemplo, las poblaciones de insectos polinizadores) puede promover mejores oportunidades de alimentación con una gama más amplia de plantas para la producción de alimentos, lo que mejora el reciclaje de nutrientes y, por tanto, la producción de pollo.</li> <li>• La mejora del estado nutricional puede producirse a costa de un aumento del hambre en las poblaciones humanas debido a la competencia entre alimentos y piensos.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un buen bienestar aumenta la inmunocompetencia y su resistencia a las enfermedades zoonóticas, que pueden transmitirse a los humanos, lo que permite disminuir el uso de antimicrobianos y reducir así el riesgo de multi resistencia.</li> </ul>

 <p><b>4</b> EDUCACION DE CALIDAD</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los niños son la próxima generación de consumidores que puede crear un mercado de productos de bienestar mejorados.</li> <li>• La educación de los productores y de quienes interactúan con los animales puede cambiar las actitudes hacia el bienestar animal y productores de pollo de engorde pueden compartir conocimientos sobre las prácticas productivas en proyectos comunitarios.</li> <li>• El suministro de información a los adultos (consumidores y ciudadanos) influye en las actitudes sociales y la demanda relacionadas con la producción de pollo de engorde.</li> </ul>
 <p><b>5</b> IGUALDAD DE GENERO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A menudo son las mujeres quienes tienen producciones de traspatio de pollo de engorde, y mejorar su situación y bienestar realza su papel.</li> <li>• Mejorar el bienestar de los animales en una comunidad también mejora la empatía entre los distintos grupos de sus sociedades y reduce violencia entre géneros</li> </ul>
 <p><b>6</b> AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El agua limpia y el saneamiento son importantes para la salud tanto de los animales como de las personas, por lo que los beneficios son mutuos.</li> <li>• En épocas de escasez, la competencia por el agua puede ser un problema. Los animales también pueden contaminar el agua potable.</li> </ul>
 <p><b>7</b> ENERGIA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los pollos de engorde o sus productos de desecho pueden utilizarse para crear energía renovable, lo que aumenta su importancia y valor para la comunidad.</li> </ul>
 <p><b>8</b> TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONOMICO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los sistemas de producción de pollo de engorde sostenibles desarrollados para una región específica pueden aumentar el valor económico de los animales, lo que conlleva incentivos adicionales para mejorar el bienestar y viceversa.</li> <li>• El crecimiento económico y los incentivos a corto plazo pueden hacer posible que los productores abandonen sistemas en los que el bienestar animal es deficiente.</li> <li>• Los incentivos relacionados con el bienestar animal pueden mejorar la satisfacción laboral de los trabajadores, por ejemplo, en los mataderos.</li> <li>• La manipulación adecuada de los animales, adaptada a su naturaleza y comportamiento, reduce su estrés, así como los</li> </ul>

	<p>riesgos y las enfermedades profesionales. riesgos para los trabajadores.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Existen oportunidades de negocio para desarrollar nuevos sistemas y tecnologías que también mejoren el bienestar animal. El interés por el bienestar de los pollos de engorde, puede dar lugar a nuevas industrias que atiendan esta demanda y a nuevas oportunidades de innovación.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>La armonización de las normas de bienestar animal a nivel mundial reduce las desigualdades y ofrece posibilidades de aumentar el comercio de productos de alto bienestar animal, además de evitar que las desigualdades comerciales dejen atrás a algunos países.</li> <li>Los préstamos financieros a las industrias, así como los concedidos a los pequeños productores, pueden condicionarse a la mejora del bienestar animal.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tener producciones de pollo de engorde cerca de las ciudades puede mejorar la seguridad alimentaria y reducir las distancias de transporte de animales vivos.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>El uso responsable y restrictivo de los antimicrobianos exige un buen bienestar animal, pero también minimiza el desarrollo de resistencia a los antimicrobianos.</li> <li>Cambiar nuestras pautas de consumo para utilizar el animal entero de forma más eficiente, reducirá la carga medioambiental y el número de vidas animales utilizadas en total.</li> <li>Disminuir el consumo de alimentos de origen animal y aumentar la disposición a pagar el coste real de la carne de pollo aumentará la posibilidad de que los productores mejoren el bienestar de los animales que crían y reduzcan las consecuencias negativas para el medio ambiente de las dietas ricas en proteínas animales</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>El cambio climático aumenta el riesgo de que los animales estén expuestos a nuevas enfermedades por lo que las razas de pollo de engorde deben producirse en el clima en el que evolucionaron o donde se seleccionó la raza.</li> <li>Aunque existen muchas incertidumbres a la hora de calcular la huella de carbono de los productos del pollo de engorde, en general se admite que existe un vínculo con el bienestar animal en el sentido de que la eficiencia de la producción mejora en los animales con un buen bienestar.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una selección adecuada de los peces usados para la producción de harinas de pescado usadas en la alimentación de pollos de engorde, mejor adaptada a las condiciones ambientales, mejorará el bienestar de los peces y la sostenibilidad de la producción en general.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar a la gente fuentes de proteínas de granja, producidas de acuerdo con unas buenas normas de bienestar animal, reducirá la caza ilegal, las y reducir el riesgo de transmisión de zoonosis.</li> <li>• La tenencia responsable de pollos de engorde puede reducir la incidencia de interacciones perjudiciales con la fauna salvaje.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La mejora de la gobernanza de los servicios veterinarios y de las autoridades competentes puede orientar y hacer cumplir las buenas políticas de bienestar animal.</li> <li>• Una toma de decisiones más participativa y representativa, por ejemplo, mediante la intervención de las partes interesadas, contribuirá a garantizar el bienestar de los animales. las normas son adecuadas y aplicables.</li> <li>• El bienestar animal está en peligro cuando la gobernanza funciona mal o en países en guerra.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las asociaciones público-privadas pueden ser eficaces a escala nacional y mundial a la hora de apoyar iniciativas para mejorar el bienestar animal.</li> <li>• Los acuerdos comerciales pueden apoyar la evolución del bienestar, proporcionando ayuda financiera e incentivos para mejorar el bienestar animal.</li> <li>• Prestar apoyo a los países para que reduzcan su deuda nacional y aumenten sus posibilidades de desarrollar su capacidad interna puede indirectamente también mejoran el bienestar de los animales según muchos de los vínculos identificados en objetivos anteriores.</li> </ul>

## DISCUSIÓN

En 2015, las Naciones Unidas adoptaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que incluía 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (ONU, 2015). La definición de desarrollo sostenible propuesta por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas (Brundtland, 1987): “El desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.

El Cambio Climático es uno de los diversos cambios ambientales a escala mundial que afectan simultáneamente a la salud. Lo anterior implica que los sistemas de seguridad social (instituciones y su infraestructura) tendrán que prevenir la satisfacción de demandas de los servicios de salud, incluyendo a los más vulnerables y de zonas marginadas; ampliando la cobertura de seguridad social, pues de la población total 16,992,418 (INEGI, 2020a), sólo 11,267,677 personas son derechohabientes, es decir 66.31 % cuenta con acceso a servicios de salud (PEACC, 2013).

En cuanto al subsector avícola se apuesta por la conservación de material genético y el aprovechamiento de los residuos agrícolas y de las excretas para la creación de composta, así como el fomento de la competitividad del sector al brindar productos de calidad y de la generación de empleos, como se establece en el Plan Nacional de Desarrollo (PEACC, 2013).

La Ley de Cambio Climático del Estado de México, en su artículo 34, establece que, dentro de los instrumentos económicos, se creará el Fondo Estatal de Cambio Climático, cuyo objeto es captar, administrar y destinar recursos públicos, privados, nacionales e internacionales, que permitan financiar acciones y proyectos para lograr la adaptación al Cambio Climático, así como la mitigación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (PEACC, 2013).

El diseño de sistemas para gobernar e implementar los ODS de la manera que mejor brinde resultados de salud y bienestar requiere dos procesos. Sin esto, los objetivos de bienestar como la salud, probablemente se lograrán a expensas de los objetivos ambientales naturales hasta que los recursos estén virtualmente agotados y la resiliencia del ecosistema quebrantada (Waage et al., 2015).

El concepto tradicional de responsabilidad social de las empresas (RSE) es "un concepto por el que las empresas deciden voluntariamente contribuir a una sociedad mejor y a un medio ambiente más limpio (Kovács, 2008)". La responsabilidad ha considerado ocho áreas: bienestar animal, biotecnología, comercio justo, salud y seguridad, trabajo y derechos humanos, compras y comunidad, y medio ambiente (Wiese y Toporowski, 2013).

Existen antecedentes de la vulnerabilidad que tiene el sector ante los efectos del Cambio Climático, siendo las más afectadas las zonas agrícolas de temporal que para el país representan el 74.1 % del total de superficie (INECC, 2012). Como actividad económica el sector agropecuario en el Estado de México cuenta con 14, 226 establecimientos de transformación de productos agrícolas y ganaderos donde 96.8 % transforman productos agrícolas y 3.2 % productos pecuarios. Para el caso del Estado de México, de acuerdo con (Ruíz, 2012), el Cambio Climático puede beneficiar en un periodo corto a la agricultura, por su ubicación geográfica y lo diverso de sus relieves; para el caso de los valles altos, latitudes medias y altas

(SAGARPA;FAO, 2012), se incrementarán las condiciones óptimas para las superficies agrícolas lo cual se reflejará en el aumento de la producción, debido a que las heladas se presentarán en menor cantidad como consecuencia del aumento en la temperatura mínima, (Conde, 2006).

De acuerdo con los escenarios de Cambio Climático previstos para el Estado de México, se espera que las cuencas Lerma-Santiago y Pánuco presenten cambios en el aumento de temperatura de 3°C; con respecto a las precipitaciones, la tendencia es mayor de 2mm/día pero menor a 3mm/día, comprometiendo cerca de 546,421.20 ha de superficie agrícola estatal correspondiente a los distritos agrícolas de Atlacomulco, Jilotepec, Toluca y Zumpango, que destacan por la producción de planta de maceta, maíz forrajero, maíz de grano y alfalfa verde (OEIDRUS, 2010) entre otros; en cuanto al aspecto social, estas zonas presentan grados de marginación que van de alto y medio en los dos primeros distritos, a bajo y muy bajo para los segundos; por lo que las líneas de acción establecidas para la adaptación del sector se enfocan hacia la seguridad y soberanía alimentaria de la población y la productividad del sector de la Entidad (PEACC, 2013). Respecto al sector pecuario debido al aumento de la temperatura, las aves podrían presentar estrés calórico, limitaciones en la disponibilidad de alimentos (piensos y/o forrajes), el aumento de temperaturas producirá la distribución de infecciones y enfermedades.

En cuanto a la producción de pollo de engorde, la industria avícola se enfrenta a problemas medioambientales relacionados con la calidad del aire (olores) y del agua, sin embargo, se pueden conseguir beneficios medioambientales junto con beneficios empresariales cuando las empresas tienen en cuenta las 4R “reducir, reutilizar, reciclar y recuperar” de los recursos valiosos de los productos al final del ciclo de vida del producto o de los productos usados (Pohlmann et al., 2020). En la industria avícola, los residuos se reciclan y reutilizan para recuperar valor mediante la fabricación de subproductos para su posterior consumo. Los pollos y los huevos son los productos finales, mientras que los intestinos, las plumas, los huevos sin incubar, los huevos y las cáscaras de huevo permanecen después de consumir los productos. Estos residuos ayudan a la industria a producir 260 subproductos valiosos para recuperar valor. Las aves de corral consumen piensos y generan camas (excrementos). Las camas de las aves de corral pueden reciclarse para fabricar biogás, fertilizantes, piensos para animales y piensos para peces. Los residuos de la producción de biogás pueden generar fertilizantes y carbón artificial (Shamsuddoha, 2015). Además, promover la generación de biogás a partir de excrementos de aves, permite racionalizar el uso de los bosques y el uso del agua para devolverla al medio ambiente (ODS6 y 15). La producción de pollo de engorde permite garantizar empleos (ODS 1) y promoverlos al enfocarlos hacia actividades sustentables. Además, el pollo tiene costo y tiempo de producción menor que otros tipos de carne, por lo que puede ser una estrategia para que los países subdesarrollados erradiquen el hambre (ODS 2). El consumo de pollo también

promueve la buena salud y bienestar (ODS 3), educación de calidad (ODS 4), igualdad de género (ODS 5) y reducción desigualdades (ODS 10). La garantía de un ingreso promueve el desarrollo de las familias de la empleados y el acceso a educación y salud de calidad, evitando la muerte de recién nacidos y niños, epidemias, desigualdad social e impactos ambientales (Pohlmann et al., 2020).

Las grandes empresas avícolas presentan evidencias de estar preparados para impulsar los ODS. La evidencia se estructura en sus sitios web corporativos: (i) lineamientos de sostenibilidad e informe anual, (ii) relaciones comerciales de la cadena de proveedores, (iii) prácticas laborales, (iv) ecoeficiencia a través de la gestión ambiental, energía, agua, emisiones, y desechos y residuos, (v) bienestar animal, y (vi) comunidad (Wiese; Toporowski, 2013). Sin embargo, las pequeñas y medianas empresas de la cadena de suministro avícola no suelen generar informes sobre los ODS. (Luo et al., 2018) y (Sullivan et al., 2018), plantearon que es necesario buscar conceptos y métodos para cerrar la brecha entre las prácticas empresariales y los desarrollos sostenibles (Pohlmann et al., 2020). Existen cuestiones y desafíos críticos para alcanzar los ODS. El principal desafío es el siguiente: ¿Cómo implementan las cadenas de suministro avícolas pequeñas y medianas una gestión sostenible de la cadena de suministro?; los estudios centrados en este tema aún son modestos (Luo et al., 2018).

## **CONCLUSIONES**

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2012), en los últimos años el Cambio Climático o las variaciones climáticas han modificado los patrones de la precipitación, contribuyendo a un aumento global de la temperatura y a la intensidad y frecuencia de eventos extremos (heladas, sequías, inundaciones, entre otros), mismos que alteran la dinámica de los ecosistemas y de las especies que los integran, lo cual influye directa e indirectamente en los determinantes sociales y medioambientales que ponen en peligro la salud humana y la carga mundial de morbilidad (IEECC, 2022).

Los Servicios Veterinarios desempeñan un papel clave en la mejora del bienestar animal y la seguridad alimentaria y nutrimental. Si los Servicios Veterinarios no actúan para mejorar el bienestar de los animales, la salud y el bienestar de las personas y del medio ambiente en todo el mundo podrían estar en peligro. (Doyle et al., 2021). La producción de pollo de engorde en el Estado de México de acuerdo a los indicadores estatales, nacionales e internacionales, muestra impacto en la mejora económica en el desarrollo social en los diversos niveles productivos, reconociendo un efecto positivo importante en el desarrollo de los ODS y un impacto en el cambio climático, pero las empresas avícolas están encaminadas y preparadas para mitigar su efecto en sinergia con los ODS.

## REFERENCIAS

- ALMEIDA, N. 2011. Expresión genética en la digestión anaerobia. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 15.
- ARAMIS, P. 2024. Estres calorico en el pollo de engorde.
- ARANGUREN, M. 2021. Wheat crop nitrogen nutritional diagnosis through the utilization of sensors and application of organic by-products. *Chapter 3: Influence of Wheat Crop on Carbon and Nitrogen Mineralization Dynamics After the Application of Livestock Manures*. University of the Basque Country.
- ARJONA, A., DENBOW, D. & WEAVER JR, W. 1988. Effect of heat stress early in life on mortality of broilers exposed to high environmental temperatures just prior to marketing. *Poultry science*, 67, 226-231.
- AZAD, M., KIKUSATO, M., MAEKAWA, T., SHIRAKAWA, H. & TOYOMIZU, M. 2010. Metabolic characteristics and oxidative damage to skeletal muscle in broiler chickens exposed to chronic heat stress. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 155, 401-406.
- BOHAK, Z. 1970. [22] Chicken pepsinogen and chicken pepsin. *Methods in Enzymology*. Elsevier.
- BORGES, S., DA SILVA, A. F., MAJORKA, A., HOOGE, D. & CUMMINGS, K. 2004. Physiological responses of broiler chickens to heat stress and dietary electrolyte balance (sodium plus potassium minus chloride, milliequivalents per kilogram). *Poultry science*, 83, 1551-1558.
- BROSCH, R., GORDON, S. V., MARMIESSE, M., BRODIN, P., BUCHRIESER, C., EIGLMEIER, K., GARNIER, T., GUTIERREZ, C., HEWINSON, G. & KREMER, K. 2002. A new evolutionary scenario for the Mycobacterium tuberculosis complex. *Proceedings of the national academy of Sciences*, 99, 3684-3689.
- BROUWER, E. Report of sub-committee on constants and factors. Energy Metabolism. Proc. 3rd Symp., 1965, 1965. Academic Press.
- BRUNDTLAND, G. H., KHALID M 1987. Nuestro Futuro Común: Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo.
- CALDER, C. & ALBRIGHT, J. 2021. Chicken behavior. *Backyard Poultry Medicine and Surgery: A Guide for Veterinary Practitioners*, 434-454.
- CAMMAROTA, M. C. & FREIRE, D. M. 2006. A review on hydrolytic enzymes in the treatment of wastewater with high oil and grease content. *Bioresource technology*, 97, 2195-2210.
- CAPPELAERE, L., LE COUR GRANDMAISON, J., MARTIN, N. & LAMBERT, W. 2021. Amino acid supplementation to reduce environmental impacts of broiler and pig production: a review. *Frontiers in veterinary science*, 8, 689259.
- CARRASCO 2007. *Manual de Avicultura. 1ra Edición*.
- CASCIO, A., BOSILKOVSKI, M., RODRIGUEZ-MORALES, A. J. & PAPPAS, G. 2011. The socio-ecology of zoonotic infections. *Clinical microbiology and infection*, 17, 336-342.
- CEDRSSA. 2020. *Reporte. Impacto Económico del Cambio Climático en México*. [Online]. Available: <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/62Cambio%20Clim%C3%A1tico%20A.pdf> [Accessed 2022].

- CHAKRABARTY, D. 2009. The climate of history: Four theses. *Critical inquiry*, 35, 197-222.
- CHARLES DARWIN FOUNDATION 2010. *Gallus gallus domesticus* Linnaeus, 1758.
- CHRISTENSEN, K. & THORBEEK, G. 1987. Methane excretion in the growing pig. *British Journal of Nutrition*, 57, 355-361.
- CLAUSS, M., DITTMANN, M.-T., VENDL, C., HAGEN, K. B., FREI, S., ORTMANN, S., MÜLLER, D. W., HAMMER, S., MUNN, A. J. & SCHWARM, A. 2020. Comparative methane production in mammalian herbivores. *Animal*, 14, s113-s123.
- COBB 2003. *Cobb Broiler Nutritión Guide*.
- CONDE, C. 2006. *México y el cambio climático global*, Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección General de Divulgación de ....
- CORREA, J. S., SALAS, M. J., FRANCO, L. S. & RICALDE, R. S. 2007. Indicadores de producción de huevo de gallinas criollas en el trópico de México. *Archivos de Zootecnia*, 56, 309-317.
- CUADROS, R. J. A. 2011. Enfoque Zoonótico de la Enfermedad de Newcastle. *Revista del Colegio de Médicos Veterinarios del Estado Lara*, 1, 1.
- DARIMONT, C. T., FOX, C. H., BRYAN, H. M. & REIMCHEN, T. E. 2015. The unique ecology of human predators. *Science*, 349, 858-860.
- DAWKINS, M. S. 1989. Time budgets in red junglefowl as a baseline for the assessment of welfare in domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, 24, 77-80.
- DAWSON, W. & WHITTOW, G. 2000. Regulation of body temperature. *Sturkie's avian physiology*. Elsevier.
- DIRZO, R., YOUNG, H. S., GALETTI, M., CEBALLOS, G., ISAAC, N. J. & COLLEN, B. 2014. Defaunation in the Anthropocene. *science*, 345, 401-406.
- DOF. 2022. *LEY FEDERAL DE SANIDAD ANIMAL* [Online]. Available: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFSA.pdf> [Accessed Enero 2022 2022].
- DOSORETZ, C. & LAMED, R. 1987. Chicken manure methanogenesis.: 1. Selective inhibition of acetate conversion to methane. *Poultry Science*, 66, 576-585.
- DOYLE, R. E., WIELAND, B., SAVILLE, K., GRACE, D. & CAMPBELL, A. J. D. 2021. The importance of animal welfare and Veterinary Services in a changing world. *Rev Sci Tech*, 40, 469-481.
- DUQUE-ACEVEDO, M., BELMONTE-UREÑA, L. J., YAKOVLEVA, N. & CAMACHO-FERRE, F. 2020. Analysis of the circular economic production models and their approach in agriculture and agricultural waste biomass management. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 9549.
- EGGLESTON, H., BUENDIA, L., MIWA, K., NGARA, T. & TANABE, K. 2006. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories.
- EKLUND, B. & JENSEN, P. 2011. Domestication effects on behavioural synchronization and individual distances in chickens (*Gallus gallus*). *Behavioural processes*, 86, 250-256.
- EPSTEIN, J. H., FIELD, H. E., LUBY, S., PULLIAM, J. R. & DASZAK, P. 2006. Nipah virus: impact, origins, and causes of emergence. *Current infectious disease reports*, 8, 59-65.

- ERISMAN, J. W., VAN EEKEREN, N., DE WIT, J., KOOPMANS, C., CUIJPERS, W., OERLEMANS, N. & KOKS, B. J. 2016. Agriculture and biodiversity: a better balance benefits both. *AIMS Agriculture and Food*, 1, 157-174.
- ESTRADA-PAREJA, M. M., MÁRQUEZ-GIRÓN, S. M. & RESTREPO BETANCUR, L. F. 2007. Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parámetros productivos y la transferencia de calor en pollos de engorde. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20, 288-303.
- FAO. 2015. *Climate change and food security: risks and responses* [Online]. Available: <https://www.fao.org/3/i5188e/i5188E.pdf> [Accessed 2022].
- FAOSTAT, F. 2019. Food and agriculture data. *Crop Statistics*. Available online: <http://www.fao.org/faostat> (accessed on 14 August 2020).
- FIRA, F. I. E. R. C. L. A. 2022. *Orígenes de FIRA* [Online]. Available: <https://www.fira.gob.mx/Nd/AcercadeNosotros.jsp> [Accessed 2023].
- GACETA DEL GOBIERNO. 2022. *LEY DE CAMBIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE MÉXICO* [Online]. Available: <https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/ley/vig/leyvig202.pdf> [Accessed 2023].
- GALLOPÍN, G. C. 2003. *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*, Cepal.
- GARCÍA, O. R. 2017. ORIGEN DE LA GALLINA. *Vet Comunicaciones*.
- GEM 2013. Programa Estatal de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de México. *México: GEM*.
- GENTLE 1985. Neural and endocrine aspects of behaviour in birds. *Vowles*, 318.
- GERBER, P., STEINFELD, H., HENDERSON, B., MOTTET, A., OPIO, C., DIJKMAN, J., FALCUCCI, A. & TEMPIO, G. 2013. Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación.
- GONZALEZ-ESQUERRA, R. & LEESON, S. 2006. Physiological and metabolic responses of broilers to heat stress-implications for protein and amino acid nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 62, 282-295.
- GRANQUIST, E. G., VASDAL, G., DE JONG, I. C. & MOE, R. O. 2019. Lameness and its relationship with health and production measures in broiler chickens. *Animal*, 13, 2365-2372.
- HAYEK, M. N., HARWATT, H., RIPPLE, W. J. & MUELLER, N. D. 2021. The carbon opportunity cost of animal-sourced food production on land. *Nature Sustainability*, 4, 21-24.
- HERMANS, D., PASMANS, F., MESSENS, W., MARTEL, A., VAN IMMERSEEL, F., RASSCHAERT, G., HEYNDRICKX, M., VAN DEUN, K. & HAESEBROUCK, F. 2012. Poultry as a host for the zoonotic pathogen *Campylobacter jejuni*. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 12, 89-98.
- HERNÁNDEZ, M. A. 2020. Razas de gallinas y productividad. *Veterinaria digital* [Online]. Available from: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/razas-de-gallinas-y-productividad/> 2023].
- HERRERA, B. Y. & JABIB, R. L. 2015. Salmonelosis, zoonosis de las aves y una patogenicidad muy particular. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 16, 1-19.

- HORN, N., DONKIN, S., APPLGATE, T. & ADEOLA, O. 2009. Intestinal mucin dynamics: response of broiler chicks and White Pekin ducklings to dietary threonine. *Poultry science*, 88, 1906-1914.
- HUSTED, S. 1994. Seasonal variation in methane emission from stored slurry and solid manures. Wiley Online Library.
- IEECC. 2022. *Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático Estado de México* [Online]. Available: [https://ieecc.edomex.gob.mx/sites/ieecc.edomex.gob.mx/files/files/Herramientas%20y%20Datos/5\\_PEACC/PEACC%202022.pdf](https://ieecc.edomex.gob.mx/sites/ieecc.edomex.gob.mx/files/files/Herramientas%20y%20Datos/5_PEACC/PEACC%202022.pdf) [Accessed 2023].
- IGCEM. 2016. *Agenda Estadística Básica del Estado de México* [Online]. Available: [https://igecem.edomex.gob.mx/sites/igecem.edomex.gob.mx/files/files/ArchivosPDF/Productos-Estadisticos/Indole-Economica/AGENDA-ESTADISTICA-BASICA/F\\_%20Agenda%20EB%20del%20estado%20de%20Me%CC%81xico%202016.pdf](https://igecem.edomex.gob.mx/sites/igecem.edomex.gob.mx/files/files/ArchivosPDF/Productos-Estadisticos/Indole-Economica/AGENDA-ESTADISTICA-BASICA/F_%20Agenda%20EB%20del%20estado%20de%20Me%CC%81xico%202016.pdf) [Accessed 2023].
- IMAI, M., HERFST, S., SORRELL, E., SCHRAUWEN, E., LINSTER, M., DE GRAAF, M., FOUCHIER, R. & KAWAOKA, Y. 2013. Transmission of influenza A/H5N1 viruses in mammals. *Virus research*, 178, 15-20.
- INECC. 2012. *Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. [Online]. Available: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/679434/quinta Comunicacion\\_compressed.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/679434/quinta_Comunicacion_compressed.pdf) [Accessed 2023].
- INEGI. 2015. *Encuesta Intercensal 2015* [Online]. Available: <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/> [Accessed 2024].
- INEGI. 2020a. *Censo General de Población y Vivienda*. [Online]. México. [Accessed].
- INEGI. 2020b. *Población total nacional, estatal y tasa de crecimiento promedio anual del periodo 1950-2020* [Online]. Available: <https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/habitantes.aspx?tema=P> [Accessed 2024].
- JEPPSSON, K.-H. 2002. SE—Structures and Environment: Diurnal Variation in Ammonia, Carbon Dioxide and Water Vapour Emission from an Uninsulated, Deep Litter Building for Growing/Finishing Pigs. *Biosystems Engineering*, 81, 213-223.
- JOHNSON, J. & MARSHALL, P. 2007. Climate change and the great barrier reef.
- KANANI, F., HEIDARI, M. D., GILROYED, B. H. & PELLETIER, N. 2020. Waste valorization technology options for the egg and broiler industries: A review and recommendations. *Journal of Cleaner Production*, 262, 121129.
- KANAUJIA, R., BORA, I., RATHO, R. K., THAKUR, V., MOHI, G. K. & THAKUR, P. 2022. Avian influenza revisited: Concerns and constraints. *VirusDisease*, 33, 456-465.
- KEELING, L., TUNÓN, H., OLMOS ANTILLÓN, G., BERG, C., JONES, M., STUARDO, L., SWANSON, J., WALLENBECK, A., WINCKLER, C. & BLOKHUIS, H. 2019. Animal Welfare and the United Nations Sustainable Development Goals. *Front Vet Sci*, 6, 336.

- KOVÁCS, G. 2008. Corporate environmental responsibility in the supply chain. *Journal of cleaner production*, 16, 1571-1578.
- LARSON, G. & FULLER, D. Q. 2014. The evolution of animal domestication. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45, 115-136.
- LI, H., XIN, H., LIANG, Y., GATES, R. S., WHEELER, E. F. & HEBER, A. 2005. Comparison of direct vs. indirect ventilation rate determinations in layer barns using manure belts. *Transactions of the ASAE*, 48, 367-372.
- LUKA, S. & NDAMS, I. 2007. Short communication report: Gastrointestinal parasites of domestic chicken *Gallus-gallus domesticus linnaeus 1758* in Samaru, Zaria Nigeria. *Science World Journal*, 2.
- LUO, J., JI, C., QIU, C. & JIA, F. 2018. Agri-food supply chain management: Bibliometric and content analyses. *Sustainability*, 10, 1573.
- LUO, Y.-H., HUA, L., LUO, J.-Q. & ZHANG, K.-Y. 2013. Yeast-derived  $\beta$ -1, 3-glucan substrate significantly increased the diversity of methanogens during in vitro fermentation of porcine colonic digesta. *Journal of Integrative Agriculture*, 12, 2229-2234.
- MACC. 2021. *Impactos del Cambio Climático en México* [Online]. Available: <https://cambioclimatico.gob.mx/impactos-del-cambio-climatico-en-mexico/> [Accessed 15 DICIEMBRE 2022].
- MAK, T. M., XIONG, X., TSANG, D. C., IRIS, K. & POON, C. S. 2020. Sustainable food waste management towards circular bioeconomy: Policy review, limitations and opportunities. *Bioresource technology*, 297, 122497.
- MARCHINI, C., SILVA, P., NASCIMENTO, M. & TAVARES, M. 2007. Freqüência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. *Archives of Veterinary Science*, 12, 41-46.
- MARCHINI, C. F., CAFÉ, M. B., ARAÚJO, E. G. & NASCIMENTO, M. R. 2016. Physiology, cell dynamics of small intestinal mucosa, and performance of broiler chickens under heat stress: a review. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 29, 159-168.
- MAROUNEK, M. & RADA, V. 1998. Age Effect on In vitro Fermentation Pattern and Methane. *Physiol. Res*, 47, 259-263.
- MARTÍN, R. S., QUIÑONEZ, W., LO PRETE, D. V. & ROSSI, P. V. 2023. Radiación infrarroja y efecto invernadero.
- MARTÍNEZ, P. M. 2013. *Comparación de dos sistemas de producción y de manejo sanitario de las aves criollas de traspatio en los municipios de Ignacio de la Llave y Teocelo, Veracruz, UNIVERSIDAD VERACRUZANA.*
- MIAH, M. R., RAHMAN, A. K. M. L., AKANDA, M. R., PULAK, A. & ROUF, M. A. 2016. Production of biogas from poultry litter mixed with the co-substrate cow dung. *Journal of Taibah university for science*, 10, 497-504.
- MILLER, T. L., WOLIN, M. & KUSEL, E. 1986. Isolation and characterization of methanogens from animal feces. *Systematic and Applied Microbiology*, 8, 234-238.

- MISIUKIEWICZ, A., GAO, M., FILIPIAK, W., CIESLAK, A., PATRA, A. & SZUMACHER-STRABEL, M. 2021. Methanogens and methane production in the digestive systems of nonruminant farm animals. *Animal*, 15, 100060.
- MOISSL-EICHINGER, C., PAUSAN, M., TAFFNER, J., BERG, G., BANG, C. & SCHMITZ, R. A. 2018. Archaea are interactive components of complex microbiomes. *Trends in microbiology*, 26, 70-85.
- MONTES V, D. D. L. O. V., JAIME; HERNÁNDEZ H, DARWIN 2019. Morphological characterization of the creole backyard chickens of the Subregion sabana department of Sucre (Colombia). *MVZ Córdoba*, vol. 24.
- MORFIN, O. S. T. 2014. *Historia de la avicultura en México* [Online]. Expresiones veterinarias. Available: <https://www.expresionesveterinarias.com/2014/05/historia-de-la-avicultura-en-mexico.html> [Accessed 2022].
- NACIONES UNIDAS. 2018. *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. [Online]. Naciones Unidas CEPAL. Available: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf) [Accessed 2022].
- NACIONES UNIDAS. 2022. *¿Qué es el cambio climático?* [Online]. Available: <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change> [Accessed 15 diciembre 2022].
- NCC. 2012. *Animal welfare for broiler chickens, National Chicken Council* [Online]. Available: <https://www.nationalchickencouncil.org/policy/animal-welfare/> [Accessed 2023].
- NORTH, M. O. 1986. Manual de producción avícola.
- OEIDRUS. 2010. *Estadística, Geografía, Sistemas Producto Estatales, Kioscos Municipales Rurales, en el Estado de México* [Online]. Available: <http://www.campomexiquense.gob.mx/> [Accessed 2023].
- OENEMA, O., WRAGE, N., VELTHOF, G. L., VAN GROENIGEN, J. W., DOLFING, J. & KUIKMAN, P. J. 2005. Trends in global nitrous oxide emissions from animal production systems. *Nutrient cycling in agroecosystems*, 72, 51-65.
- OMS. 2012. *Nota Descriptiva No. 313: Calidad del Aire y salud*. [Online]. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/index.html> [Accessed 2023].
- ONU. 2015. *Objetivos de Desarrollo Sostenible* [Online]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/> [Accessed 2024].
- OPS. 2020. *Influenza Aviar* [Online]. Available: <https://www.paho.org/es/temas/influenza-aviar#:~:text=La%20influenza%20aviar%20tambi%C3%A9n%20conocida,virus%20de%20la%20familia%20Orthomyxoviridae.> [Accessed].
- OPS. 2024. *Zoonosis* [Online]. Available: <https://www.paho.org/es/temas/zoonosis> [Accessed 2024].
- PAPPAS, G., PANAGOPOULOU, P. & AKRITIDIS, N. 2009. Reclassifying bioterrorism risk: are we preparing for the proper pathogens? *Journal of infection and public health*, 2, 55-61.

- PARRA, L. A. B. & SOTO, E. M. 2023. Qué enseña a la sustentabilidad la propuesta “contra la sostenibilidad” de andreu escrivà. *Revista Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas-FACCEA*, 13, 91-107.
- PATRA, A. K. 2014. Trends and projected estimates of GHG emissions from Indian livestock in comparisons with GHG emissions from world and developing countries. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 27, 592.
- PAVLOVIC, I. & GARCÍA, T. 2014. *Dermanyssus gallinae* en la producción avícola. *Albéitar*, 177, 26-27.
- PC, E. 2005. Mycobacterium tuberculosis transmission from human to canine. *Emerging Infections Disease*, 10, 2259-2260.
- PEACC. 2013. *Programa Estatal de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de México 2013* [Online]. Available: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/170325/2013\\_edomex\\_pe\\_acc.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/170325/2013_edomex_pe_acc.pdf) [Accessed 2024].
- PEDERSEN, S., BLANES-VIDAL, V., JØRGENSEN, H., CHWALIBOG, A., HAEUSSERMANN, A., HEETKAMP, M. & AARNINK, A. 2008. Carbon dioxide production in animal houses: A literature review. *Agricultural Engineering International*, 10, -.
- PEDERSEN, S. & THOMSEN, M. G. 2000. Heat and moisture production of broilers kept on straw bedding. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 75, 177-187.
- PEÑA, M. A. V., FLÓREZ, A. J. M. & JARAMILLO-HERNÁNDEZ, D. A. 2023. Influenza aviar de alta patogenicidad y sus saltos interfaces entre aves y mamíferos: situación actual. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 14, 65-84.
- PHALAN, B., ONIAL, M., BALMFORD, A. & GREEN, R. E. 2011. Reconciling food production and biodiversity conservation: land sharing and land sparing compared. *science*, 333, 1289-1291.
- PIMENTEL, D. 2006. Soil erosion: a food and environmental threat. *Environment, development and sustainability*, 8, 119-137.
- POHLMANN, C. R., SCAVARDA, A. J., ALVES, M. B. & KORZENOWSKI, A. L. 2020. The role of the focal company in sustainable development goals: A Brazilian food poultry supply chain case study. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118798.
- PULAK, A., RAHMAN, A., ROUF, M., ISLAM, M., RABEYA, T., SAMAD, A. & MAMUN, M. 2013. Study on bio-methanation using poultry dropping with cowdung. *JNU JSci*, 2, 1-9.
- PUMAROLA I BATLLE, M. Enfermedad animal, zoonosis y'One Health': lo que hemos aprendido los veterinarios a lo largo de la historia. *dA Derecho Animal: Forum of Animal Law Studies*, 2020. 0098-105.
- QU, A., BRULC, J. M., WILSON, M. K., LAW, B. F., THEORET, J. R., JOENS, L. A., KONKEL, M. E., ANGLY, F., DINSDALE, E. A. & EDWARDS, R. A. 2008. Comparative metagenomics reveals host specific metavirulomes and horizontal gene transfer elements in the chicken cecum microbiome. *PLoS one*, 3, e2945.
- QUISHPE, G. J. 2006. *Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura*. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012.

- RAMÍREZ, I. A. R. G. E. R. 2020. *CAMBIO CLIMÁTICO LO QUE DEBES SABER* [Online]. Available: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/cambioclimatico.pdf> [Accessed 2022].
- Randall, Walter C. "Factors influencing the temperature regulation of birds." *American Journal of Physiology-Legacy Content* 139.1 (1943): 56-63.
- RAVINDRAN, V. & ABDOLLAHI, M. R. 2021. Nutrition and digestive physiology of the broiler chick: State of the art and outlook. *Animals*, 11, 2795.
- RUÍZ, M. M. 2012. *Estudio espacio temporal de la enfermedad febril del dengue e identificación de zonas vulnerables al vector Aedes aegypti en el Estado de México*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- RZEDOWSKI, J. & CALDERÓN DE RZEDOWSKI, G. 2013. Datos para la apreciación de la flora fanerogámica del bosque tropical caducifolio de México. *Acta botánica mexicana*, 1-23.
- SAENGERDSUB, S., ANDERSON, R. C., WILKINSON, H. H., KIM, W.-K., NISBET, D. J. & RICKE, S. C. 2007a. Identification and quantification of methanogenic archaea in adult chicken ceca. *Applied and Environmental Microbiology*, 73, 353-356.
- SAENGERDSUB, S., HERRERA, P., WOODWARD, C., ANDERSON, R., NISBET, D. & RICKE, S. 2007b. Detection of methane and quantification of methanogenic archaea in faeces from young broiler chickens using real-time PCR. *Letters in applied microbiology*, 45, 629-634.
- SAGARPA;FAO. 2012. *El sector agropecuario ante el desafío del Cambio Climático* [Online]. México. Available: <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2019/01/28/1608/01022019-cambio-climatico.pdf> [Accessed 2023].
- SÁNCHEZ VARGAS, A., GAY GARCÍA, C. & ESTRADA PORRUA, F. 2011. Cambio climático y pobreza en el Distrito Federal. *Investigación económica*, 70, 45-74.
- SANDÍ, D. J. B., JIMÉNEZ, L. N., MOLINA, V. P., UREÑA, F. Q. & GUTIÉRREZ, J. J. R. 2020. Metanogénesis microbiana en animales poligástricos. *Nutrición animal tropical*, 14, 36-49.
- SCHMIDT, C. J., PERSIA, M., FEIERSTEIN, E., KINGHAM, B. & SAYLOR, W. 2009. Comparison of a modern broiler line and a heritage line unselected since the 1950s. *Poultry science*, 88, 2610-2619.
- SEIDAVI, A., ZAKER-ESTEGHAMATI, H. & SCANES, C. 2019. Present and potential impacts of waste from poultry production on the environment. *World's Poultry Science Journal*, 75, 29-42.
- SENASICA 2019. Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en la Producción de Pollo de Engorda. 3 ed. México.
- SENASICA 2023. Población avícola por unidad de producción y entidad federativa <https://datos.gob.mx/busca/dataset/unidades-de-produccion-avicola-registradas/resource/138afb76-392d-45c6-acad-d0f75c4f187c>. 2024.
- SHAMSUDDOHA, M. 2015. Integrated supply chain model for sustainable manufacturing: A system dynamics approach. *Sustaining competitive*

- advantage via business intelligence, knowledge management, and system dynamics*. Emerald Group Publishing Limited.
- SIAP. 2021. *Estadística de Producción Agrícola* [Online]. Available: <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php> [Accessed 2023].
- SOSA, A., GALINDO, J. & BOCOURT, R. 2007. Metanogénesis ruminal: aspectos generales y manipulación para su control. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 41, 105-114.
- SULLIVAN, K., THOMAS, S. & ROSANO, M. 2018. Using industrial ecology and strategic management concepts to pursue the Sustainable Development Goals. *Journal of cleaner production*, 174, 237-246.
- SWICK, R. A. 1996. Nutrición y salud de las aves. *Selecciones avícolas*, 38, 0531-536.
- TALLENTIRE, C. W., LEINONEN, I. & KYRIAZAKIS, I. 2016. Breeding for efficiency in the broiler chicken: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36, 1-16.
- UNA, U. N. D. A. 2022. *Unión Nacional de Avicultores: Historia* [Online]. Available: <https://una.org.mx/historia/> [Accessed 21 diciembre 2022 2022].
- UNA, 2021. Indicadores economicos. <https://una.org.mx/indicadores-economicos/2024>.
- WAAGE, J., YAP, C., BELL, S., LEVY, C., MACE, G., PEGRAM, T., UNTERHALTER, E., DASANDI, N., HUDSON, D., KOCK, R., MAYHEW, S., MARX, C. & POOLE, N. 2015. Governing the UN sustainable development goals: interactions, infrastructures, and institutions. *Lancet Glob Health*, 3, e251-2.
- WIESE, A. & TOPOROWSKI, W. 2013. CSR failures in food supply chains—an agency perspective. *British Food Journal*, 115, 92-107.
- WOMEN., U. 2022. *Progress on the Sustainable Development Goals: The Gender Snapshot 2022* [Online]. Investing in women. Available: <https://investinginwomen.asia/knowledge/progress-on-the-sustainable-development-goals-the-gender-snapshot-2022/> [Accessed 15 DECEMBER 2022].
- YACOB, S., HASSAN, M. A., SHIRAI, Y., WAKISAKA, M. & SUBASH, S. 2005. Baseline study of methane emission from open digesting tanks of palm oil mill effluent treatment. *Chemosphere*, 59, 1575-1581.
- ZAPATA-PÉREZ, E. 2009. *Conteo bacteriano en órganos del aparato digestivo de pollos infectados con Salmonella typhimurium con adicción de extracto de Chrysactinia mexicana*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- ZUIDHOF, M., SCHNEIDER, B., CARNEY, V., KORVER, D. & ROBINSON, F. 2014. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry science*, 93, 2970-2982.
- ZUO, J., XU, M., ABDULLAHI, Y. A., MA, L., ZHANG, Z. & FENG, D. 2015. Constant heat stress reduces skeletal muscle protein deposition in broilers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95, 429-436.