



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ECONOMÍA ♦ DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES EN ECONOMÍA

*Cambio climático, seguridad alimentaria y aumento de
precios de los alimentos en México. El caso de estudio
de la carne de bovino*

ENSAYO

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
Especialista en Economía Ambiental y Ecológica

PRESENTA:
José Orlando Hernández Rivera

TUTORA:
Mtra. Karina Caballero Güendulain

MÉXICO D.F., JUNIO DE 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Resumen

En este ensayo se analiza de manera empírica la relación que existe entre el cambio climático y el aumento de precios de los alimentos en México, tomando como caso de estudio la carne de bovino. Los datos de los últimos treinta años indican una disminución en el hato ganadero y en la precipitación, y un aumento en los precios. Asimismo, la evidencia sugiere una relación positiva entre el número de cabezas de ganado de bovino para carne y el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI). Por último, se encontró para los estados del norte del país, con excepción de Sinaloa, una disminución tanto en el número de cabezas de ganado como en la precipitación. Por el contrario, para estados localizados más hacia el sur, se observó un aumento tanto en el hato ganadero como en la precipitación. Por último, se presentan algunas propuestas de mitigación y adaptación con el fin de aumentar el hato ganadero de bovino para carne, disminuyendo al mismo tiempo las emisiones de GEI atribuibles a la ganadería. Con el aumento en la producción se esperaría una reducción en los precios, contribuyendo a la seguridad alimentaria de la población.

Palabras clave: Cambio climático, seguridad alimentaria, ganadería, precios.
Clasificación JEL: Q11, Q15, Q18, Q54.

Abstract

This essay examines empirically the relationship between climate change and rising food prices in Mexico, using as a case study beef. The data of the past thirty years indicate a decrease in the herd and precipitation, and an increase in prices. The evidence also suggests a positive relationship between the number of cattle for bovine meat and Standardized Precipitation Index (SPI). Finally, it was found for the northern states of the country, with the exception of Sinaloa, a decrease in the number of cattle and precipitation. By contrast, for states located further south, an increase was observed in the herd and precipitation. Finally, some proposals for mitigation and adaptation are presented in order to increase the herd of cattle for meat, while reducing GHG emissions attributable to livestock. With the increase in production is expected reduction in prices, contributing to food security of the population.

Keywords: Climate change, food security, livestock, prices.
JEL Classification: Q11, Q15, Q18, Q54.

Índice

INTRODUCCIÓN	4
LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO.....	6
GANADERÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO	10
IMPACTOS BIOFÍSICOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA GANADERÍA	13
LA GANADERÍA MEXICANA COMO FUENTE DE EMISIONES DE GEI.....	17
POTENCIAL DE MITIGACIÓN	24
EVOLUCIÓN DE LA GANADERÍA MEXICANA Y SU POSICIÓN EN EL MUNDO	29
PRESIONES EN LOS PRECIOS POR EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	40
ANÁLISIS DE PRECIOS DE LA CARNE DE BOVINO	42
CONCLUSIONES	45
REFERENCIAS	48

Introducción

Cada vez hay más evidencias a nivel mundial que indican una relación directa entre el cambio climático y el aumento en el precio de los alimentos. Esto como consecuencia del incremento en la temperatura, así como de la disminución en la precipitación pluvial en muchas regiones del mundo, a los que se les suma los cada vez más frecuentes fenómenos extremos como sequías, heladas, inundaciones, ciclones, tornados, etc., los cuales tienen repercusiones directas en la agricultura y ganadería, al ser éstos sectores cuyos rendimientos son muy sensibles al clima.

Esta situación está ampliamente reconocida por instituciones y organismos tanto públicos como privados, dentro y fuera de nuestro país.

Por ejemplo, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en su informe *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015*, menciona al cambio climático como uno de los factores que cada vez han tomado mayor importancia, junto con la volatilidad en los precios de los alimentos, como causantes persistentes de la crisis alimentaria a nivel mundial (FAO, FIDA y PMA , 2015, pág. 40). Asimismo, en este mismo documento se señala que en el quinto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, publicado en 2014, se reconoce que el cambio climático “ya está teniendo consecuencias negativas en la agricultura, y está afectando a los principales cultivos, a la producción ganadera y a la pesca” (FAO, FIDA y PMA , 2015, pág. 43).

La amenaza que representa el cambio climático en la seguridad alimentaria por el posible incremento en los precios de los alimentos también está reconocida por el Banco Mundial, no sólo por el hecho de que muchas de las principales regiones productoras de alimentos están siendo las más afectadas por el cambio climático, sino también porque muchas de esas zonas son las que proveen de alimentos a otros países y regiones del mundo (Bajemos la temperatura: Cómo hacer frente a la nueva realidad climática, 2014).

En México, la SAGARPA también ha aceptado que el cambio climático está provocando un incremento en los precios de los alimentos por menor disponibilidad de los mismos, como efecto del aumento de la temperatura, disponibilidad que se ve aún más afectada por el aumento de enfermedades y plagas, y el estrés que el calor genera en el crecimiento de cultivos y animales (FAO;SAGARPA, 2012).

En este marco general, el objetivo del presente ensayo es analizar si el cambio climático ha tenido o va a tener en el futuro, un efecto sobre el comportamiento de precios de la carne de bovino, producto que ha venido encareciéndose de una manera más rápida que otros alimentos, afectando de una manera considerable el bolsillo de las familias mexicanas, lo que pone en riesgo la seguridad alimentaria de la población.

La seguridad alimentaria y el cambio climático

Dado que el cambio climático representa una seria amenaza para la seguridad alimentaria de la población, en esta sección se aborda la manera en cómo se presenta esta relación. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés), define la seguridad alimentaria de la siguiente manera:

“Situación que se da cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana. Con arreglo a esta definición, pueden determinarse cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria: disponibilidad de alimentos, acceso físico y económico a los mismos, utilización de los alimentos y estabilidad a lo largo del tiempo”. (FAO, FIDA y PMA , 2015, pág. 58).

Los cuatro pilares que conforman la seguridad alimentaria son los siguientes:

Figura 1. Pilares de la seguridad alimentaria.



Fuente: Elaboración propia.

La disponibilidad se refiere al suministro de alimentos, el cual debe ser constante y en las cantidades suficientes y de calidades adecuadas, suministrados con productores nacionales o a través de importaciones. El acceso a los alimentos implica la capacidad de la población para obtenerlos. La estabilidad es garantizar la obtención de alimentos adecuados en cualquier momento y, por último, la utilización es la inocuidad de los alimentos y el bienestar nutricional.

En cada uno de estos pilares existen desafíos de todo tipo que ponen en riesgo la seguridad alimentaria de los individuos, ya que no siempre se cumplen los cuatro pilares al mismo tiempo y espacio. Por ejemplo, en algún país o región puede haber un exceso de alimentos y en otros una escasez, pero resulta complicado llevarlos de dónde sobra a donde falta. Por otra parte, aún cuando se lograra llevar los alimentos a los lugares donde hacen falta, en muchas ocasiones no se puede tener acceso a ellos por diferentes razones, principalmente económicas. De igual manera, serían insuficientes los esfuerzos por suministrar los alimentos en las

cantidades necesarias y garantizar el acceso a ellos si no se tienen de manera regular. Todos estos obstáculos llevan a que siempre esté presente la inseguridad alimentaria, en algunos casos de manera transitoria, pero en muchos otros de manera crónica.

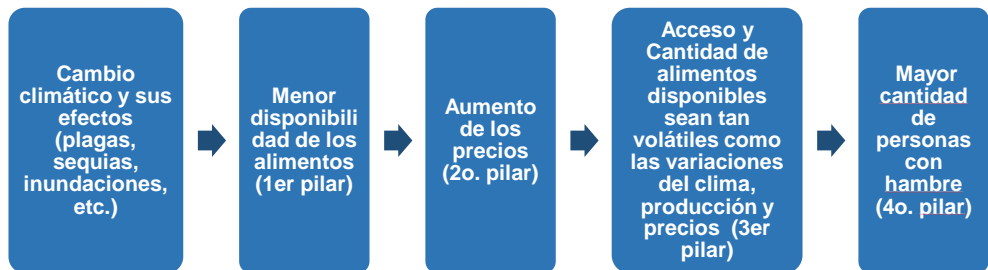
Hay muchos factores que en mayor o menor grado amenazan estos cuatro pilares de la seguridad alimentaria. El cambio climático es uno de ellos. De hecho, según la FAO, el Comité de Seguridad Alimentaria Mundial identificó en el año 2005 al cambio climático como la segunda causa más común de inseguridad alimentaria transitoria en el mundo tan sólo después de los conflictos armados (FAO, 2012, pág. 4). Resulta importante este hecho porque hasta ahora el impacto que ha tenido las variaciones climáticas en la inseguridad alimentaria ha sido de carácter temporal o transitorio, sin embargo, el riesgo es que cada vez sea más frecuente su impacto hasta convertirse en un factor de carácter crónico o permanente. De ser así, no es difícil prever que pronto será el principal factor de riesgo de inseguridad alimentaria por encima de los conflictos mundiales y regionales.

Una menor disponibilidad de alimentos ocasionada por el cambio climático y sus efectos como plagas, sequías, etc., llevaría a un mayor aumento en sus precios, afectando ahora el segundo pilar de la seguridad alimentaria que es el del acceso a los mismos. El tercer pilar, el de la estabilidad, se ve afectado por el cambio climático al hacer que tanto las cantidades disponibles de alimentos como su acceso sean tan volátiles como las variaciones del clima, producción y precios. Esto implica que cada vez más personas padecerán hambre a causa del cambio climático. De esta manera, el aumento en los precios de los alimentos representa un

obstáculo para la seguridad alimentaria, ya que impide el acceso a los mismos a una gran parte de la población.

En la figura 2 se puede apreciar claramente la relación existente entre el cambio climático y los cuatro pilares o dimensiones de la seguridad alimentaria.

Figura 2. Relación entre el cambio climático y los cuatro pilares de la seguridad alimentaria.



Fuente: Elaboración propia.

Ganadería y cambio climático

Es interesante ver el doble papel que tiene la ganadería en relación al cambio climático. Por un lado, recibe de manera directa sus efectos al ser altamente sensible a las variaciones del clima, por otro, es un importante productor de gases de efecto invernadero (GEI). La figura 3 ilustra este hecho:

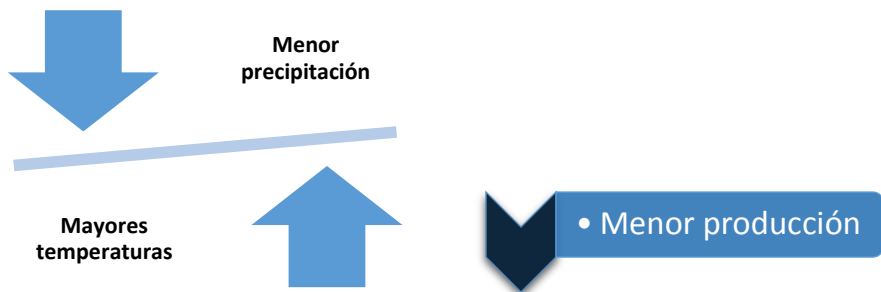
Figura 3. Relación entre el cambio climático y la ganadería.



Fuente: Elaboración propia.

Las sequías prolongadas y la falta de lluvia, disminuyen la cantidad y calidad del alimento que requieren, junto con el aumento de la temperatura, aumentan las enfermedades e inhiben el crecimiento de los animales por el estrés calórico. Con el cambio climático, los meses cálidos ahora son más calurosos y los meses fríos ahora son más gélidos. Todo esto disminuye la producción bovina y hace que los ganaderos se vean obligados en destinar recursos económicos para hacer frente al cambio climático.

Figura 4. Relación entre el cambio climático y la producción.



Fuente: Elaboración propia.

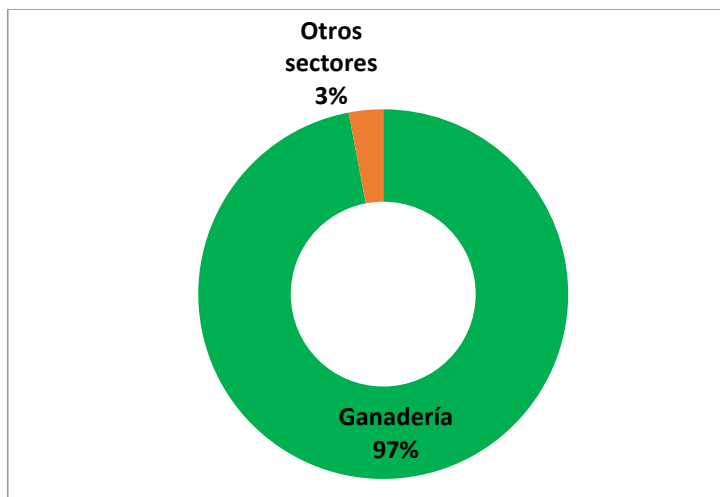
Por otro lado, la ganadería es un sector que contribuye de manera importante con el cambio climático al generar gases de efecto invernadero. En efecto, la ganadería contribuye con el 14.5% de todas las emisiones antropológicas de GEI del mundo, a través de emisiones de CH₄ provenientes de la fermentación entérica de los animales (39% del total de emisiones), quema de combustibles fósiles a lo largo de la cadena productiva (20%) y del cambio de uso de suelo (9%), principalmente. Siendo la producción de carne y leche los que más contribuyen con las

emisiones del sector con el 41% y 20%, respectivamente (Gerber, y otros, 2013, pág. 16).

En México, el 97% de las emisiones de CH₄ del sector agropecuario se explican por la ganadería, de las cuales, el 94% corresponden a la fermentación entérica y el 3% a la gestión de estiércol, siendo el ganado para carne la principal fuente de emisiones de CH₄.

La gráfica 1 ilustra lo señalado en el párrafo anterior:

Gráfica 1. Participación de la ganadería en el total de emisiones del sector agropecuario en México.



Fuente: CEDRSSA, 2014.

Impactos biofísicos del cambio climático en la ganadería

Con algunas diferencias, diversos autores coinciden en señalar que el cambio climático tiene impactos directos e indirectos en la ganadería.

Por ejemplo, Houghton y otros (Climate change: The scientific basis. Contribution of working group I to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001), concluyen que los impactos directos como el aire, la temperatura, humedad, velocidad del viento, etc., influyen en el crecimiento y reproducción animal, la producción de leche, de carne y de lana.

La United States Environmental Protection Agency (EPA), identifica los siguientes impactos en la ganadería:

1. Olas de calor. Es el causante en EEUU de la muerte de miles de cabezas de ganado (algunos estados han reportado más de 5,000 muerte en cada ola de calor). Asimismo, el estrés de calor incrementa la vulnerabilidad a las enfermedades, reduce la fertilidad y disminuye la producción de leche.
2. Sequía. Reduce la cantidad y la calidad de los pastizales. Algunas regiones pueden experimentar sequías más intensas y prolongadas, como resultado de veranos más cálidos y disminución en la precipitación.

3. Enfermedades. El cambio climático incrementa la prevalencia de parásitos y enfermedades que afectan a la ganadería con la aparición temprana de la primavera e inviernos más cálidos, que contribuyen a que los parásitos y patógenos sobrevivan con mayor facilidad.
4. Incremento del dióxido de carbono (CO₂). Que puede incrementar la cantidad de pastizales pero reducir su calidad al mismo tiempo. Al final los animales tienen que comer más pastos para consumir la misma cantidad de nutrientes.

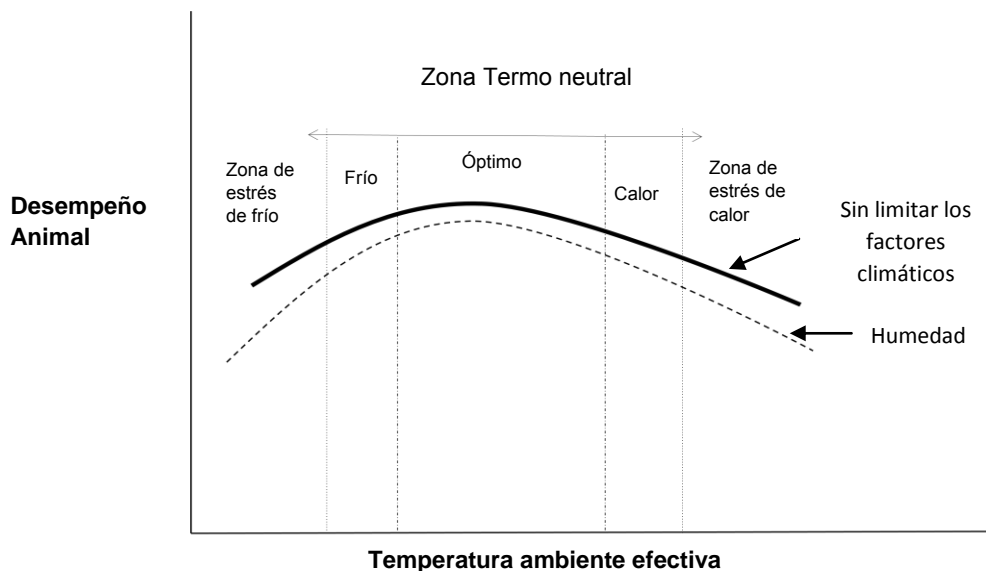
Por su parte, Rotter y Van de Geijn (1999), clasificaron el impacto del cambio climático en la producción animal, en las siguientes cuatro categorías:

1. En la producción, disponibilidad y precio de los cereales forrajeros.
2. En la producción y calidad de pastos y forrajes.
3. En la salud, crecimiento y reproducción animal.
4. Enfermedades y plagas y su propagación.

La razón de todos estos impactos en la ganadería se debe a que el rango óptimo de temperatura y otras condiciones climáticas que requieren los animales para mantener sus funciones fisiológicas lo menos inalteradas posible, está siendo sobrepasado con el cambio climático.

La siguiente figura tomada de Mendelsohn y Dinar (2009), ilustra lo descrito anteriormente:

Figura 5. Relación entre productividad animal y temperatura.



Fuente: (Mendelsohn & Dinar, 2009).

Conforme hay un aumento de temperaturas gélidas a más cálidas, el desempeño fisiológico de los animales aumenta, llega a un óptimo a partir del cual a temperaturas más altas, se ve afectado dicho desempeño.

El grado de sensibilidad del sector ganadero al cambio climático depende de varios factores siendo algunos más importantes que otros. En Uruguay, país en donde la ganadería juega un rol relevante por contar con más de 70% de tierras aptas para practicarla, un equipo de especialistas con apoyo de la FAO (FAO-Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca de Uruguay (Comp.), 2013), concluyó que la sensibilidad responde a una heterogeneidad de situaciones definidas por diferentes características del establecimiento, a saber:

- 1) Según la estructura: ubicación, tipo de suelo, proporción de suelos superficiales y profundos, el empotramiento, disponibilidad de agua y disponibilidad de sombra.
- 2) Según el sistema de producción: tipo de actividad productiva, carga animal y composición de la carga animal, y
- 3) Según particularidades socioeconómicas del productor que inciden directamente en las decisiones estratégicas de adaptación a las sequías.

La ganadería mexicana como fuente de emisiones de GEI

La actividad ganadera contribuye al cambio climático al emitir gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera, principalmente dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), Amoníaco (NH_3) y por el cambio de uso de suelo.

La ganadería es la actividad que más contribuye con la pérdida de recursos forestales en México por el cambio de uso de suelo, por encima de los incendios forestales y la explotación maderable. De acuerdo al Sistema de Cuentas Nacionales de México. Cuentas económicas y ecológicas 2007-2011 (INEGI, 2013), en el año 2011 se perdieron 8,801 mm^3mr a causa de la ganadería, 7,706 mm^3mr por incendios forestales, 5,897 mm^3mr por la producción de madera y 3832 mm^3mr por la agricultura.

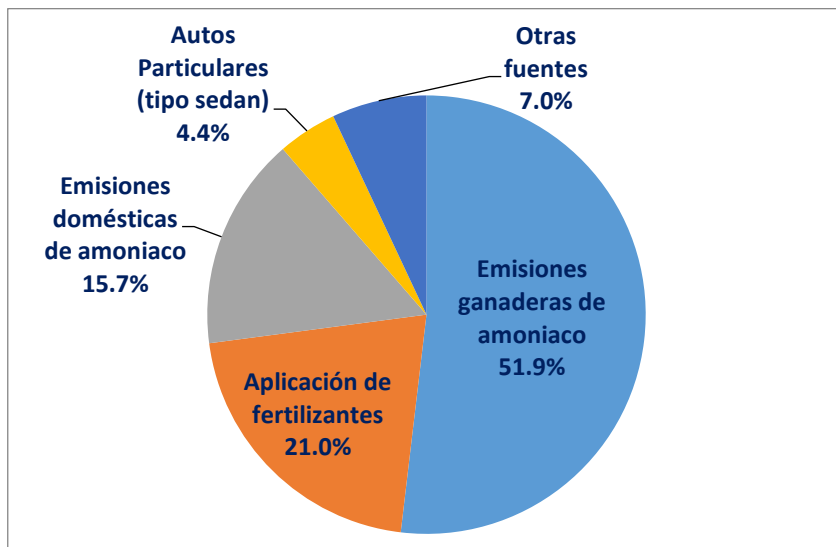
Figura 6. Pérdida de recursos forestales por la actividad ganadera.



Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Cuentas económicas y ecológicas, 2007-2011. Año base 2003.

Asimismo, la ganadería es la actividad económica que más contribuye en nuestro país con las emisiones de amoníaco (NH_3) por los desechos de los animales que son almacenados para posteriormente ser utilizados como abono. De acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones de México (INEM), en el año 2008, la ganadería contribuyó con el 51.9% del total de emisiones de NH_3 en México al emitir 448,154.32 Mg/año de un total de 863,905.52 Mg/año y representa 2.5 veces más que las emisiones por la aplicación de fertilizantes y casi 12 veces las emisiones de autos particulares (sedán). En 1999, el estado de Jalisco fue el estado con mayores emisiones de NH_3 al contribuir con 137,300 Mg/año.

Gráfica 2. Emisiones de NH_3 en México por fuente, año 2008.

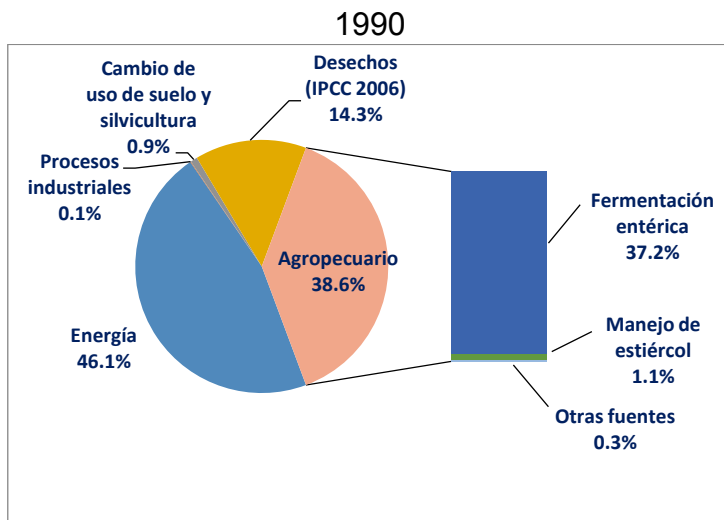


Fuente: Elaboración propia con base al Inventario Nacional de Emisiones 2008.

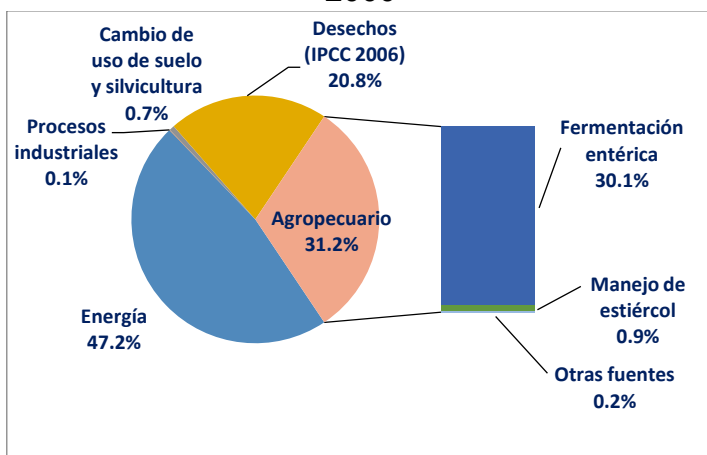
En cuanto a emisiones de metano (CH_4) se refiere, en nuestro país el sector agropecuario contribuyó en 2010 con el 23.5% del total de emisiones, del cual el 21.6% correspondió al ganado bovino, es decir el 92% del total de emisiones del sector agropecuario. La participación relativa de éste último en el total de emisiones de México ha ido disminuyendo en los últimos veinte años gracias a la ganadería, en particular el ganado bovino. Por ejemplo, en 1990, las emisiones de metano del sector agropecuario representaron el 38.6% del total de emisiones, siendo las del ganado bovino el 34.3% del total de emisiones. En el año 2000, la participación de las emisiones de la ganadería de bovino disminuyó al 28.1 por ciento, con lo cual las emisiones del sector agropecuario también disminuyeron al 31.2% del total de emisiones de CH_4 .

En las siguientes gráficas se ilustra lo anteriormente señalado.

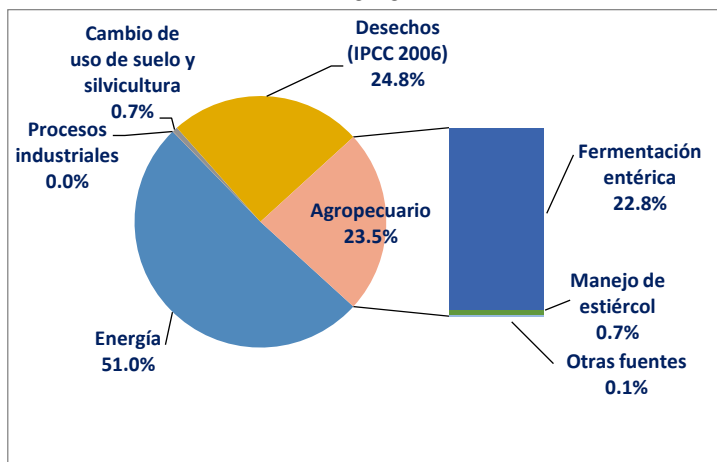
Gráfica 3. Emisiones de CH_4 por fuentes de emisión, 1990, 2000 y 2010. En por ciento.



2000



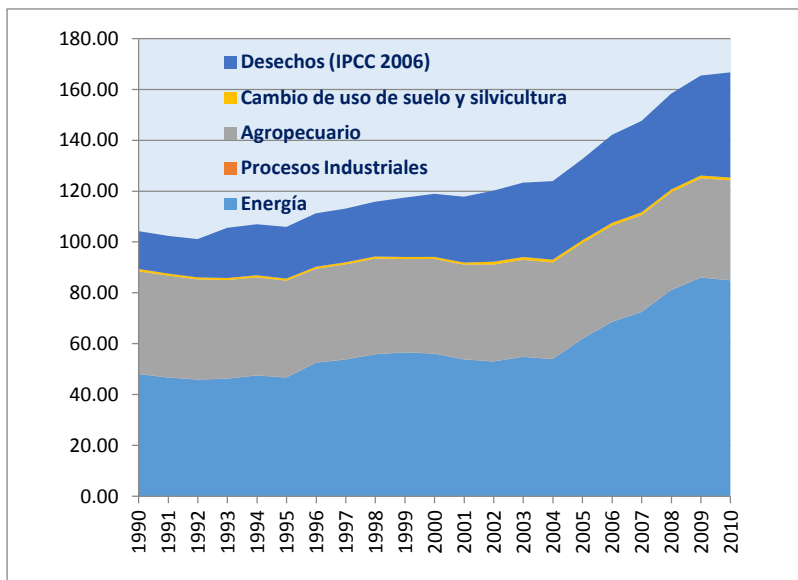
2010



Fuente: Elaboración propia con base a la Actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010, para el sector agricultura, INECC.

La gráfica 4 muestra la evolución que han tenido las emisiones de metano por fuente de origen desde 1990 hasta 2010:

Gráfica 4. Emisiones de CH₄ por fuentes de emisión, 1990-2010.
Total miles de Gg en CO₂ eq.



Fuente: Elaboración propia con base a la Actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010, para el sector agricultura, INECC.

La reducción en la participación relativa de la ganadería en el total de emisiones de metano de México se explica, en lo fundamental, por un cambio en la composición del número de cabezas por tipo de ganado, en donde se observa la disminución en el ganado bovino, combinada con el aumento de las emisiones de combustibles fósiles y de los desechos.

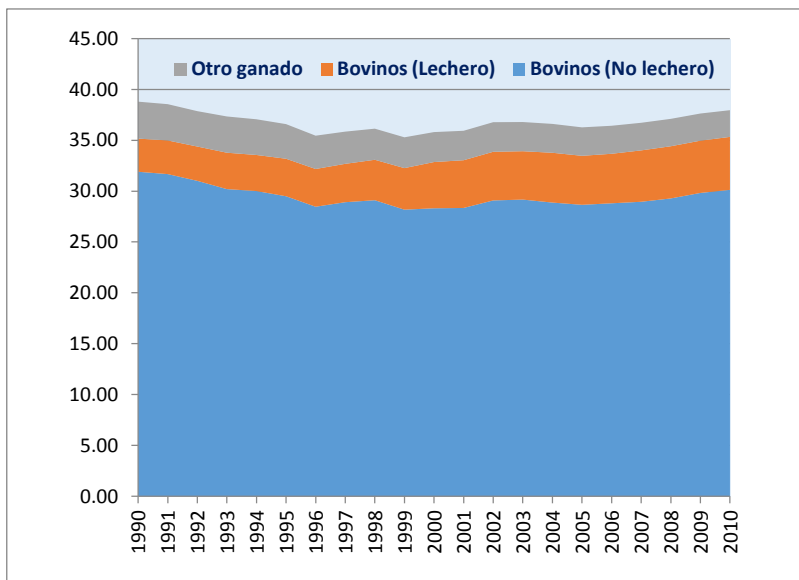
Cuadro 1. Número de cabezas de animales por tipo de ganado y emisiones de CH₄ del sector energía y desechos.

Año	Número de cabezas de animales							Emisiones de CH ₄ , total de Gg en CO ₂ eq.	
	Bovino (lechero)	Bovino (carne)	Ovino	Caprino	Caballos	Mulas y asnos	Porcino	Consumo combustibles fósiles	Desechos
1990	1,486,825	32,054,300	5,846,000	10,438,999	2,868,812	2,465,998	15,203,000	48,133	14,867
1995	1,682,708	29,637,220	6,194,762	10,133,013	2,510,577	1,910,947	15,923,343	46,770	20,317
2000	2,074,517	28,449,218	6,045,999	8,704,231	2,018,055	1,454,473	15,390,507	56,150	24,785
2005	2,197,346	28,792,622	7,207,406	8,870,312	1,525,533	997,999	15,206,310	61,963	31,892
2010	2,374,623	30,267,511	8,105,562	8,993,221	1,033,011	541,525	15,435,412	84,966	41,323
Var. %									
2010 / 1990	59.7	-5.6	38.7	-13.8	-64.0	-78.0	1.5	76.5	178.0

Fuente: Elaboración propia con base a la Actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010, para el sector agricultura, INECC.

El incremento de 6.4% en el número de cabezas de bovino para carne del año 2000 al 2010, hizo que se empezara a revertir la tendencia que se venía observando a la baja en las emisiones de CH₄, ocasionadas por la fermentación entérica. Esto último se puede observar en la gráfica 5:

Gráfica 5. Emisiones de CH₄ por fermentación entérica, 1990-2010. Total miles de Gg en CO₂ eq.



Fuente: Elaboración propia con base a la Actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010, para el sector agricultura, INECC.

Potencial de mitigación

De lo expuesto en el presente ensayo se deduce que hay un importante potencial para mitigar. De la misma manera, llevar a cabo acciones de adaptación se vuelve una necesidad puesto que el incremento de la población cada vez más va a demandar alimentos como lo es la carne de bovino, por lo que se requiere mantener la producción en cantidades suficientes y con la calidad adecuada.

En cuanto al primer punto que es el de la mitigación, existe ya el compromiso de México para cumplir las metas establecidas en los acuerdos internacionales de reducción de emisiones como el Convenio Marco de las Naciones Unidas firmado en 1992 y el Protocolo de Kioto de 1997, en donde se comprometió a reducir las emisiones en un 30 por ciento para el año 2020. Para cumplir con estas metas, nuestro país diseñó en 2007 la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC). Asimismo, para coordinar las acciones del gobierno se creó la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICCC), misma que se responsabiliza de la ENCC y su inclusión en el Plan Nacional de Desarrollo (PND).

La ENCC establece las siguientes líneas de acción de mitigación y adaptación al cambio climático, aplicables al sector agropecuario:

- Aumentar el establecimiento de esquemas de producción agropecuaria y forestal con mayor potencial de mitigación y que brinden cobeneficios ambientales y sociales tales como los sistemas agrosilvopastoriles y vinculación de los saberes

tradicionales con los programas agrícolas y agropecuarios actuales.

- Aplicar esquemas que conlleven a la reducción de emisiones derivadas del uso inadecuado del fuego en terrenos forestales y agropecuarios.
- Instrumentar políticas agrícolas encaminadas a realizar un mejor uso de fertilizantes, racionalizar su uso, producir y aplicar biofertilizantes, así como el uso eficiente de nitrogenados.
- Implementar esquemas de aprovechamiento relacionados con el manejo de residuos derivados de las actividades pecuarias.
- Garantizar la seguridad alimentaria ante las amenazas climáticas al dar preferencia a medidas de gestión integral de la cuenca, la conservación de biodiversidad y la restauración de suelos y demás sistemas ecológicos de soporte.
- Integrar en programas productivos existentes, criterios de adaptación al cambio climático.
- Impulsar el uso eficiente y sustentable del recurso hídrico en todas las actividades productivas actualizando periódicamente la disponibilidad total del agua.

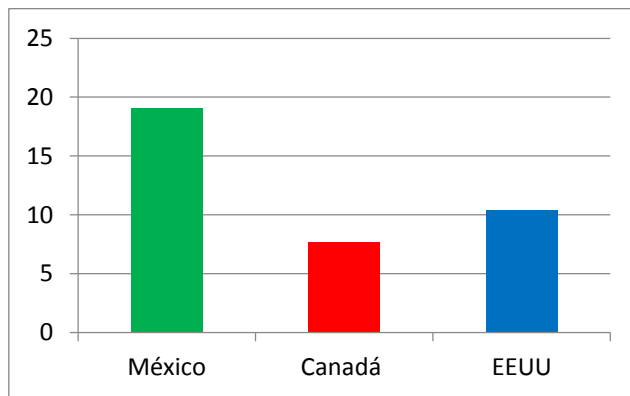
Por su parte, la dependencia de gobierno encargada de implementar los distintos programas en el sector agropecuario es la SAGARPA. En particular, en el caso de la ganadería, se cuenta con el Programa de Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola (PROGAN) y el Proyecto Estratégico para la Seguridad Alimentaria (PESA).

Como se puede ver, el cambio climático está contemplado en la política gubernamental de México, sin embargo, al menos en el caso de la

ganadería, aún existe un importante potencial para reducir emisiones, principalmente de metano y de CO₂ por la pérdida de recursos forestales.

En efecto, no obstante que la participación del ganado bovino en el total de emisiones de metano de México ha venido con una tendencia a la baja que posteriormente se empezó a revertir, las emisiones de CH₄ de México (19.1 toneladas de CO₂eq por tonelada de carne producida) son más altas que las de EEUU (10.4 t/CO₂eq) y Canadá (7.7 t/ CO₂eq) (CEDRSSA, 2014), pese a que el número de cabezas en EEUU es mucho mayor que en México, por lo que existe el potencial para mitigar esas emisiones a niveles similares a nuestros vecinos del norte.

Gráfica 6. Emisiones de CH₄ (CO₂eq) por tonelada de carne producida.



Fuente: CEDRSSA, 2014.

Pero, ¿cómo se podría alcanzar este objetivo? De acuerdo a la FAO (Gerber, y otros, 2013), a nivel mundial el ganado vacuno es el que ofrece el mayor potencial de mitigación (65%). Para ello, algunas de las recomendaciones que hace es que dentro de una región, los productores con las mayores emisiones, adopten las prácticas productivas de los productores con las menores intensidades de emisiones.

Asimismo, se debe poner especial atención al cambio de uso de suelo, reduciendo las tasas de deforestación inherentes a la actividad ganadera. En efecto, en México por ejemplo, cada año la superficie afectada por incendios alcanza entre 90 mil y 500 mil hectáreas y la mayor parte de ellos son provocados por el hombre para aumentar la productividad de los pastos del sotobosque que se utilizan en la ganadería, o como forma de reclamo de los árboles como madera muerta en áreas que no tienen permisos de aprovechamiento. Una buena parte son recurrentes (afectan la misma superficie forestal en periodos cortos de tiempo). Esto impide que la masa forestal alcance un pleno desarrollo, fomenta plagas y enfermedades y facilita el cambio de uso del suelo (Masera, 1996).

A decir de (Sarukhán, 2009):

“No solo no estamos utilizando ni la mitad del potencial forestal maderable, sino que estamos perdiendo los árboles, sin aprovechar ese potencial debido a las altas tasas de deforestación que ocasiona el cambio de uso del suelo. Más aún, en las áreas que se deforestan para destinarlas a fines agropecuarios ni siquiera se utiliza la madera de los árboles talados al desforestar” (p.64).

Otras estrategias de mitigación específicas podrían ser las siguientes:

- a) Estrategias productivas: Implementar las estrategias productivas exitosas en generación y emisión de GEI en aquéllas unidades productivas con mayores emisiones; mejoramiento en el manejo y

almacenamiento de estiércol; sustitución de ganado para carga por maquinaria y equipo moderno bajo en intensidad de emisiones.

- b) Estrategias de mercado: promover el mercado interregional; acceso a créditos para la inversión e innovación a tasas preferenciales; adecuados sistemas de seguros para la reparación de los daños ante eventos naturales adversos; mejorar los sistemas de almacenamiento y distribución de productos cárnicos.
- c) Estrategias de política pública: revisar los esquemas de subsidios y de impuestos, que promuevan la actividad ganadera pero al mismo tiempo disminuyan la intensidad de emisiones; promover la ganadería intensiva en sustitución de la ganadería extensiva; promover alimentos ricos en proteínas y que a largo plazo disminuya el consumo de carne sin poner en riesgo la seguridad alimentaria de la población.
- d) Desarrollo tecnológico: mejorar las fórmulas alimenticias para reducir la fermentación entérica; desarrollo e investigación tendientes al mejoramiento genético de los animales para que sean más tolerantes a las mayores temperaturas.

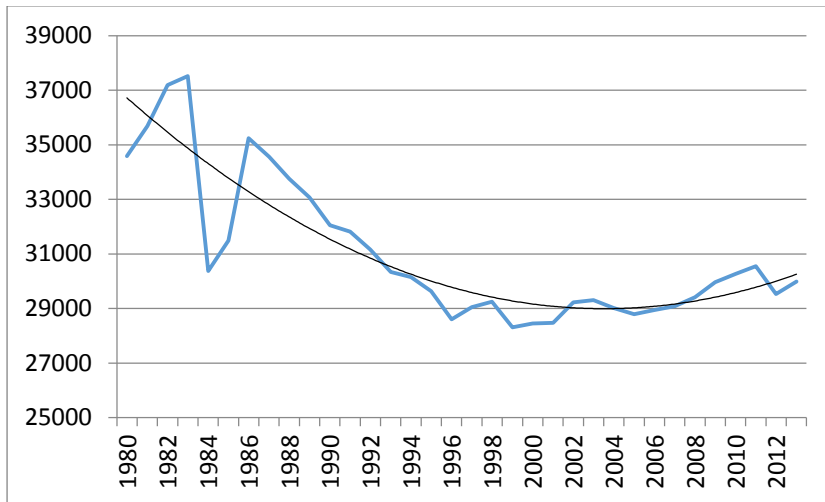
Evolución de la ganadería mexicana y su posición en el mundo

En los últimos años el desempeño de la producción de carne de México ha sido insuficiente para cubrir la demanda de la creciente población. Los datos oficiales señalan incluso que ha crecido a un menor ritmo que otras actividades económicas del sector agropecuario. En efecto, según datos de la FAO publicados por el INEGI, la tasa media de crecimiento anual de la producción de carne de bovino en el período 2004 a 2013 fue de 1.76 por ciento. Por su parte, en el período de 1990 a 2010, el subsector pecuario, que incluye la producción no sólo de bovino sino además la de cerdo, pollo y otras carnes como caprino y ovino, creció a una tasa media anual de 3.6 por ciento. El sector agropecuario lo hizo a una tasa del 2 por ciento (FAO;SAGARPA, 2012, pág. 19).

En la gráfica 7 se puede ver con datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) de la SAGARPA, cómo ha venido disminuyendo en México el hato ganadero para carne desde 1983, cuando la crisis económica interrumpió la tendencia positiva que venía mostrando el sector, llegando a su nivel más bajo en 1999. A partir de ese año la recuperación ha sido lenta, mostrando apenas una tasa media de crecimiento anual de 0.40% en el período 2000 al 2013. Si bien es cierto que la pérdida de capital ganadero se vio fuertemente influenciada por la crisis de 1982, es muy posible que la lenta recuperación se deba en una

buena parte a los impactos en las variaciones climáticas, en especial por la sequía que se presenta en el norte del país.

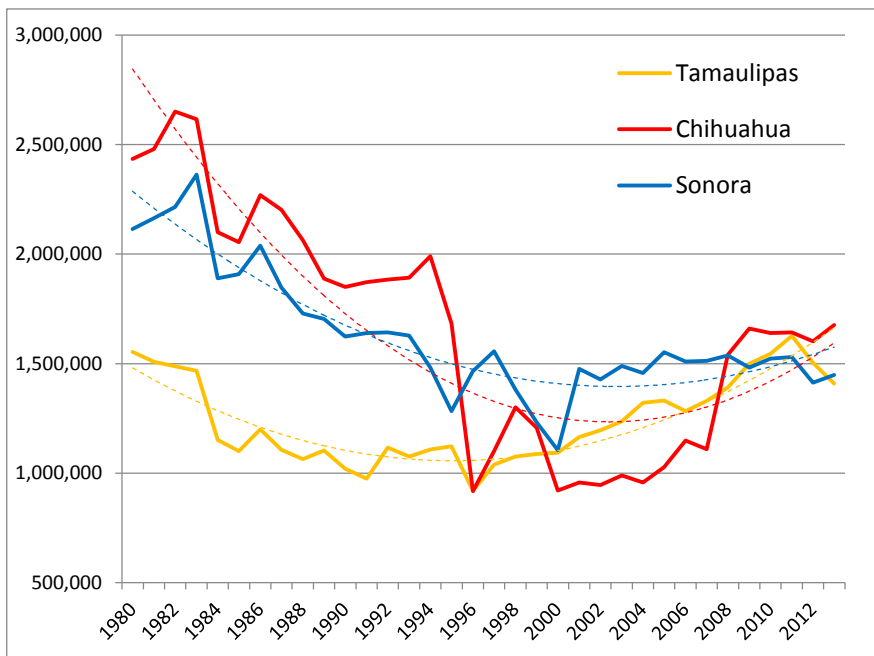
Gráfica 7. Evolución del hato ganadero (carne) a nivel nacional. Miles de cabezas.



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON), SAGARPA.

En efecto, tres de los principales estados productores de carne de bovino, Chihuahua, Sonora y Tamaulipas, han visto disminuir el número de cabezas de ganado para carne, y aunque han hecho esfuerzos por aumentar el hato, no se ha podido recuperar la producción. En 1980, estas entidades de la república contaban en sus terrenos con 2.4, 2.1 y 1.5 millones de cabezas. Para el año 2000, el número de cabezas cayó a 920 mil, 1.1 y 1.09 millones, respectivamente. En 2013, se contabilizaron 1.6, 1.44 y 1.41 millones de cabezas, en el mismo orden (Ver gráfica 8).

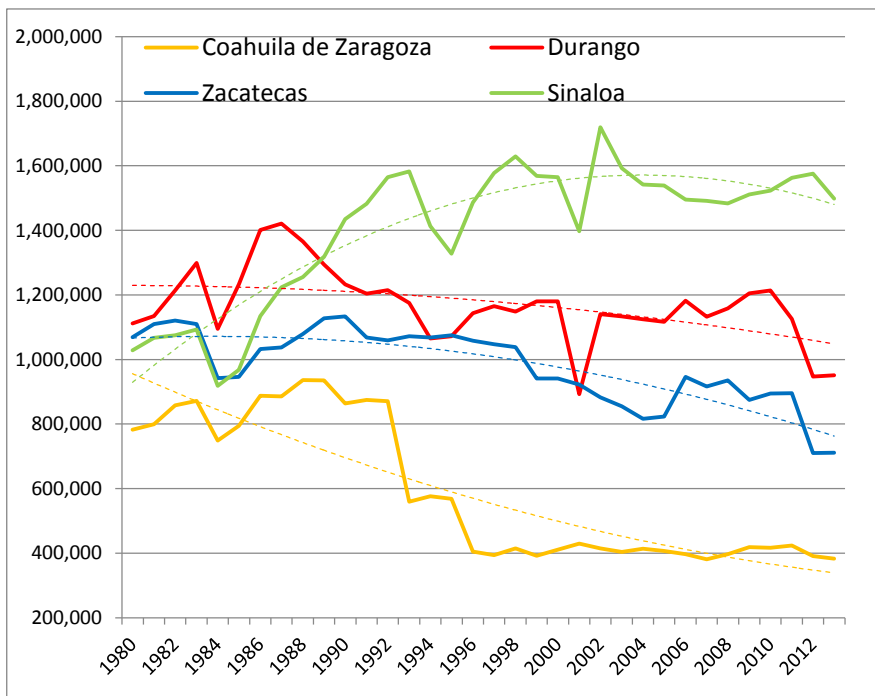
Gráfica 8. Evolución del hato ganadero (carne) en entidades del norte del país. Número de cabezas.



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON), SAGARPA.

Otras entidades norteñas que también vieron disminuir sus hatos pero que a diferencia de las anteriores siguen mostrando bajas, son Durango, Zacatecas y Coahuila. La primera de éstas tenía en 1980 una cifra de 1.1 millones de cabezas, 1.2 millones en el 2000 y 951 mil en 2013. Zacatecas 1.07 millones en 1980, 941 mil en el 2000 y 711 mil en 2013. Coahuila por su parte, tenía 782 mil cabezas en 1980, 410 mil en el año 2000 y para 2013 sólo 383 mil cabezas. La excepción es Sinaloa, que en 1980 contaba con 1.03 millones de cabezas, 1.56 millones en el 2000 y 1.5 millones en 2013, aunque se ve claramente que llegó a un máximo de rendimiento y ya también comenzó a descender su productividad (ver gráfica 9).

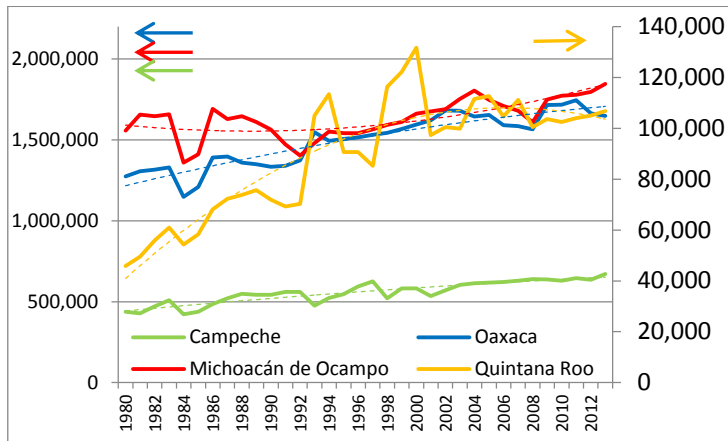
Gráfica 9. Evolución del hato ganadero (carne) en entidades del norte del país. Número de cabezas.



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON), SAGARPA.

Estas caídas en los estados del norte han sido en parte compensadas con incrementos en el número de cabezas en entidades del sur de la nación, lo que hace ver que la sequía del norte del país, la región más afectada por el cambio climático, ha hecho que se relocalice la actividad ganadera de bovino para carne, en estados con mayor precipitación pluvial.

Gráfica 10. Evolución del hato ganadero (carne) en entidades del sur del país. Número de cabezas.

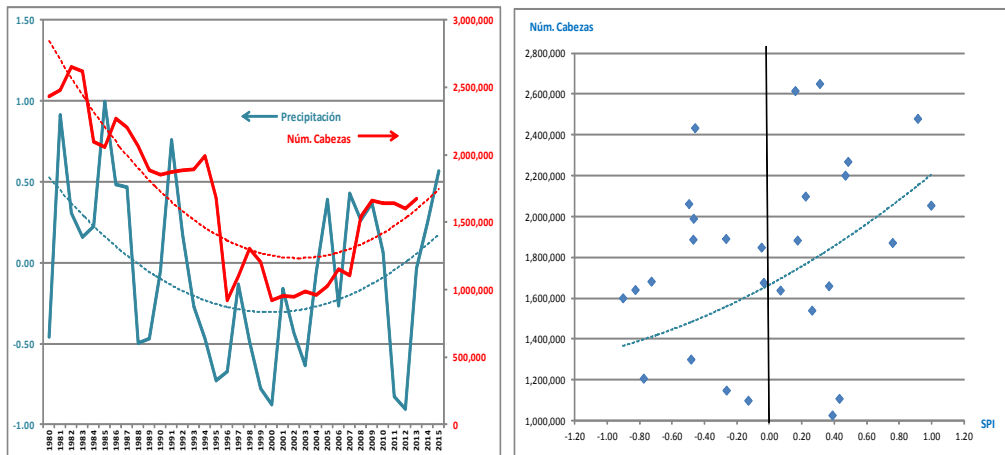


Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON), SAGARPA.

En las gráficas que siguen se puede observar la relación existente entre el número de cabezas de bovino para carne y la precipitación pluvial.

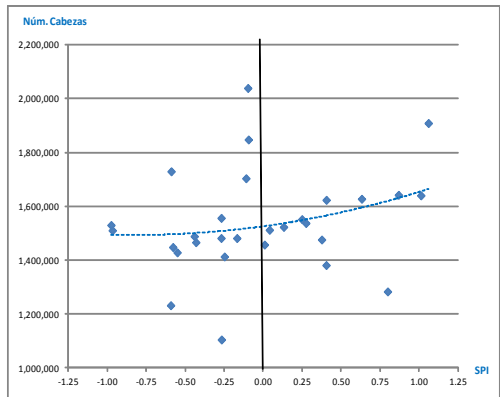
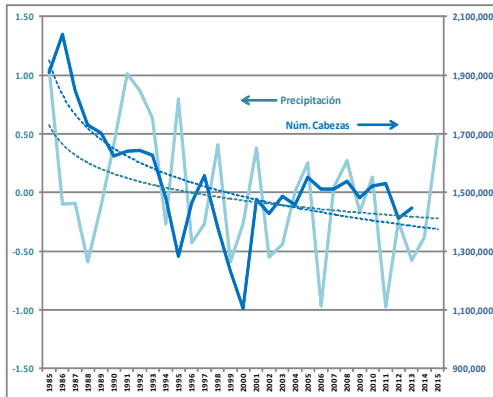
Gráfica 11. Evolución del hato ganadero para carne (número de cabezas) y la precipitación pluvial (SPI), 1980 a 2013.

Chihuahua

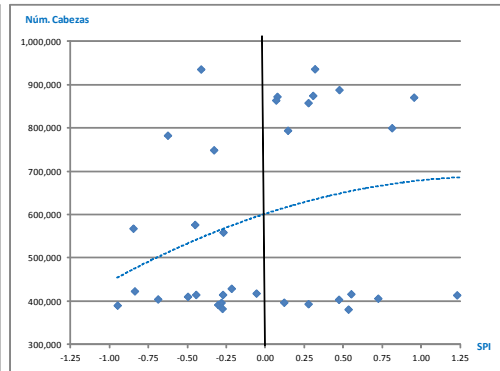
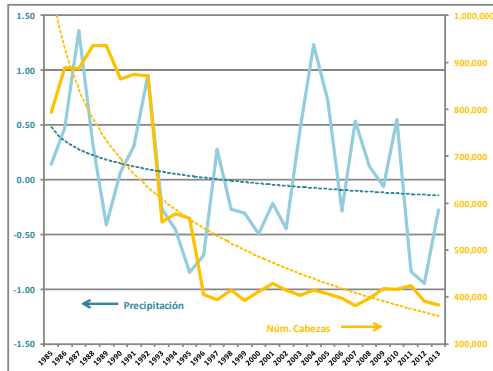


Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) y CONAGUA.

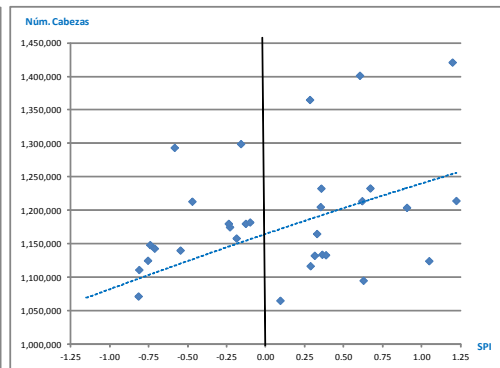
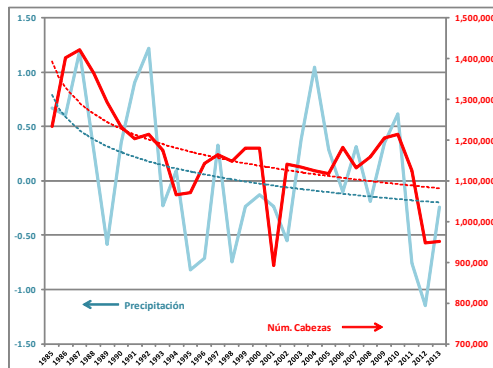
Sonora



Coahuila

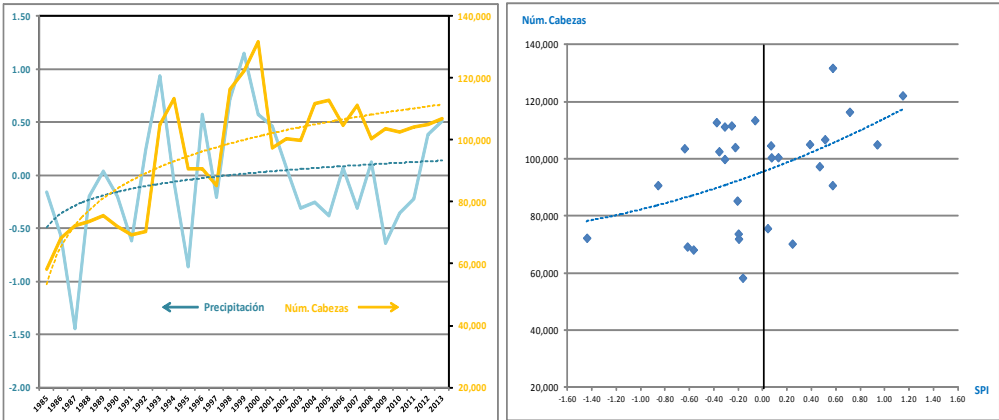


Durango

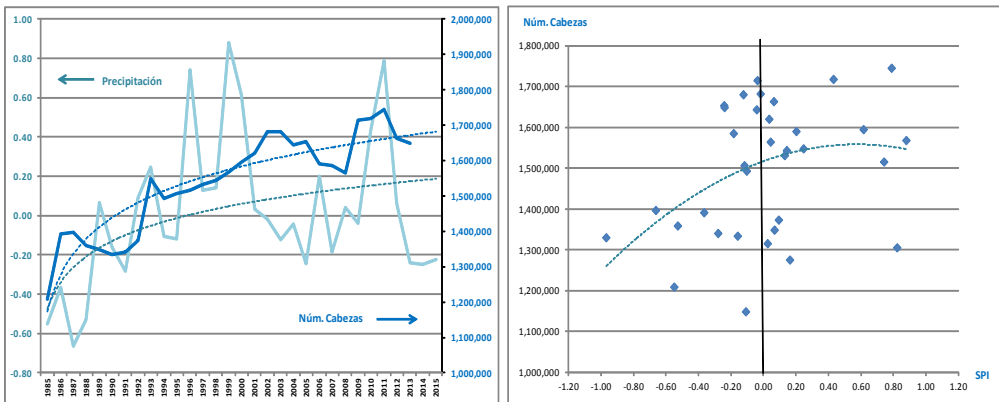


Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) y CONAGUA.

Quintana Roo



Oaxaca



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) y CONAGUA.

Como se puede apreciar en las gráficas anteriores, en los estados del norte del país, región más afectada por el cambio climático, se observa una disminución en el hato ganadero como resultado de una disminución en la precipitación pluvial. Además se observa cómo ha ido en aumento la población de ganado en algunas entidades del sur del país, como resultado de un incremento en la precipitación.

El caso excepcional lo representa el estado de Sinaloa, donde se observa al igual que otros estados de la región norte, una disminución en la precipitación, pero a diferencia de aquéllos, en este caso ha habido un aumento en el número de cabezas de ganado para carne, confirmándose que las mayores temperaturas pueden compensarse hasta cierto punto con mayor explotación del recurso agua, acción que no es sustentable en el largo plazo.

Gráfica 12. Evolución del hato ganadero para carne (número de cabezas) y la precipitación pluvial (SPI) en el estado de Sinaloa.

Sinaloa



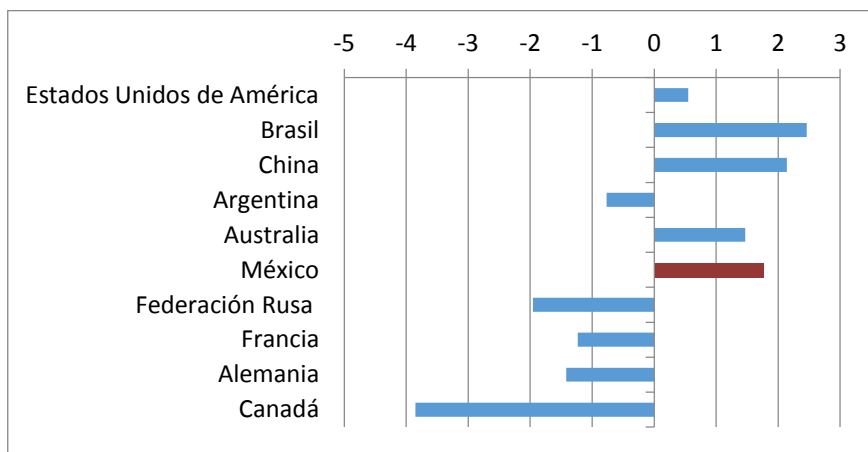
Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) y CONAGUA.

El estancamiento del ganado bovino para carne ha dado como resultado que se tenga que recurrir cada vez más a las importaciones de productos cárnicos para satisfacer la creciente demanda de la población, que ha aumentado en los últimos años a una tasa de 1.8% anual. De tal manera que en el año 2010, la carne de bovino ocupó el segundo lugar del total de productos agroalimentarios importados con el 14.9% de participación (FAO;SAGARPA, 2012, pág. 20).

Cabe señalar que el bajo crecimiento de la producción de carne de bovino no es una situación exclusiva de México, es decir, no es resultado de una situación coyuntural o atípica, o de una mala aplicación de políticas públicas, sino que el sector ganadero a nivel mundial enfrenta y comparte en la actualidad el mismo tipo de problemas, los relacionados con el cambio climático.

La crisis ganadera en el mundo está afectando ya a varios países, muchos de ellos grandes productores de carne. Por ejemplo, en el período 2004 a 2013 la tasa media de crecimiento anual de los 25 países productores de carne más importantes del mundo, fue de 0.79 por ciento. La de EEUU, principal productor de carne del mundo, fue de 0.55 por ciento. Brasil y China, que ocupan el segundo y tercer lugar en el mundo, experimentaron tasas de 2.46% y 2.14%, respectivamente. Otros países incluso mostraron tasas negativas como Argentina, Federación Rusa, Francia y Canadá, con tasas de -0.77%, -1.96%, -1.23% y -3.85%, respectivamente. México por su parte, creció a una tasa media de 1.76 por ciento.

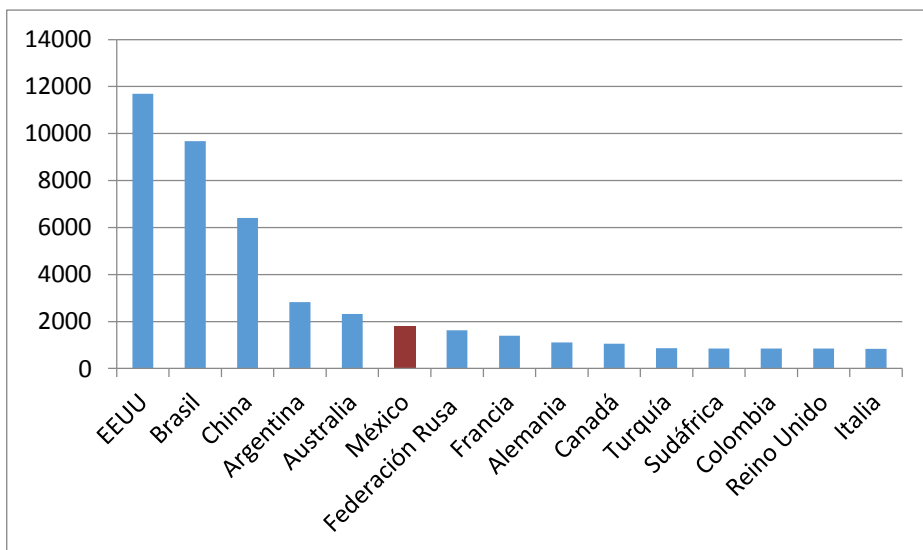
Gráfica 13. Tasas de crecimiento media anual de los principales países productores de carne para el período 2004 a 2013. En por ciento.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Una de las características que tiene el cambio climático es que sus impactos no son uniformes a nivel mundial, siendo unas zonas más afectadas que otras. Incluso algunas regiones pueden experimentar aumentos en sus rendimientos. Sin embargo, al final el balance va a ser cada vez más negativo. Por esta razón, pese a que el número de cabezas de ganado per cápita de México es bajo en comparación con otros países (Rushton, McLeod, & Lubrot, 2008, pág. 37), la posición de México en el mundo como productor de carne ha ido en aumento. En efecto, según datos de la FAO publicados por el INEGI, en 2004 la producción de carne de bovino de México fue de 1.54 millones de toneladas, ocupando el octavo lugar en el mundo. Para el año 2009, subió al séptimo lugar con una producción de 1.70 millones de toneladas y al sexto lugar en 2013 con 1.81 millones de toneladas.

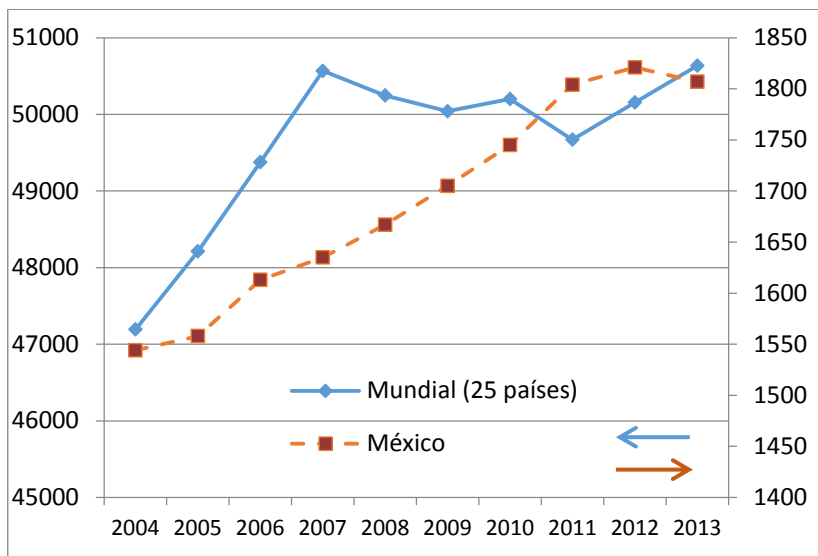
Gráfica 14 Principales países productores de carne de bovino en 2013. Miles de toneladas.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

La gráfica 15 invita a pensar que el cambio climático haya tenido, al menos en parte, algo que ver con la crisis de los alimentos del año 2007, cuando dejó sentir sus impactos directos e indirectos en la agricultura y ganadería, dando como resultado una menor producción y aumento de precios de productos agropecuarios a nivel mundial.

Gráfica 15. Volumen de la producción de carne de bovino. Miles de toneladas.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Presiones en los precios por efecto del cambio climático

Las presiones del cambio climático sobre la ganadería se transmiten a los precios por el aumento de la temperatura y disminución en la precipitación, que entre otras cosas ocasionan menor disponibilidad de pastizales, aumento de enfermedades y plagas, así como estrés por calor. Las prolongadas sequías significan menor disponibilidad de alimento y de agua, generando mortandad de animales, ya sea por muerte natural o sacrificio anticipado.

En materia de control de enfermedades la FAO señala en el **Informe pecuario 2006** que en general “México cuenta con buenas políticas de reglamentación y un servicio público razonablemente eficaz” (Rushton, McLeod, & Lubrot, 2008, pág. 42). Sin embargo, y pese a que se han logrado erradicar enfermedades como la fiebre aftosa y el gusano barrenador, el cambio climático representa un serio riesgo para la ganadería al incrementar el número de enfermedades contra las cuales pueden no estar preparados los ganaderos. Los costos económicos para contrarrestar estas afectaciones pueden llegar a ser altos, presionando los precios al consumidor final.

Por otra parte, no obstante que las sequías se han presentado en mayor o menor grado en diferentes regiones de nuestro país, la región norte, que es una región donde se concentra buena parte de la población de ganado, es la que más ha resentido los estragos ocasionados por la sequía

(FAO;SAGARPA, 2012, pág. 23), representando un factor importante para el aumento de precios.

En lo que toca al estrés por calor, no se encontraron datos para México de número de muertes ocasionadas por esta causa. Sin embargo, para darnos una idea de lo grave del problema, la Agencia de Protección del Medio Ambiente de EEUU (EPA por sus siglas en inglés), señala en su portal de Internet, que un número importante de estados de la unión americana, han reportado más de 5,000 decesos en cada ola de calor. El estrés de calor entre otras cosas reduce la fertilidad e inhibe el crecimiento, afectando la producción y al haber una menor oferta, el equilibrio de mercado se alcanza vía aumento de precios (United States Environmental Protection Agency, 2013).

Análisis de precios de la carne de bovino

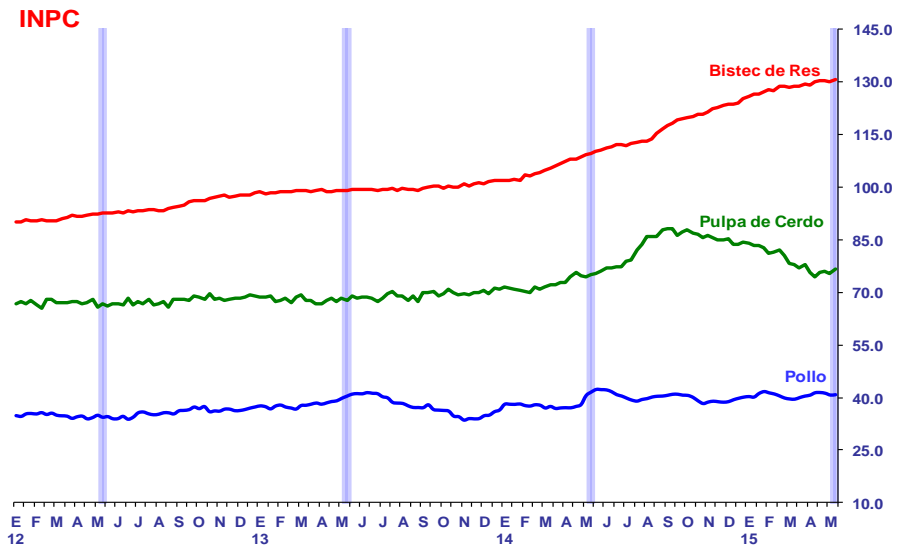
El precio de la carne de res ha tenido un rápido crecimiento en los últimos años. Con base a los precios específicos de las 46 ciudades que conforman la muestra del Índice Nacional de Precios al Consumidor, se ve que el precio del bistec de res ha aumentado más que el de otras carnes como pollo y cerdo.

Esta es una primer evidencia que podría indicar que la producción de carne de bovino es más sensible al cambio climático que la carne de cerdo y pollo, probablemente porque la alimentación de los animales no es la misma, ya que una buena parte de los bovinos se alimentan de pastos, cuyos rendimientos tienen una alta dependencia del clima, temperatura y precipitación pluvial.

En adición, los bovinos son más sensibles por el estrés causado por el incremento de la temperatura que las aves y porcinos, debido a que buena parte de ellos se dejan a la intemperie, en tanto que las aves y cerdos son criados y engordados en granjas en la mayor parte con techos recubiertos.

La gráfica 16 muestra el comportamiento de precios del bistec de res, de la pulpa de cerdo y del pollo, con base a los precios del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC).

Gráfica 16. Precios al consumidor de productos pecuarios. Pesos por kilogramo.



Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.

La relevancia que tiene el aumento en el precio de la carne de res como factor de riesgo de la seguridad alimentaria radica en el hecho de que tiene un mayor peso en el gasto de las familias mexicanas por ser una fuente importante de proteínas. En este sentido, el aumento de precios deteriora la capacidad de compra de los consumidores.

En adición, al tener una mayor proporción en el gasto familiar, tiene una mayor ponderación en el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), lo que significa también que es un factor de presión en la inflación que en México es medida por ese indicador. En efecto, la carne de res tiene un peso de 1.77% y ocupa el lugar 11 de un total de 283 genéricos que conforman la canasta del INPC.

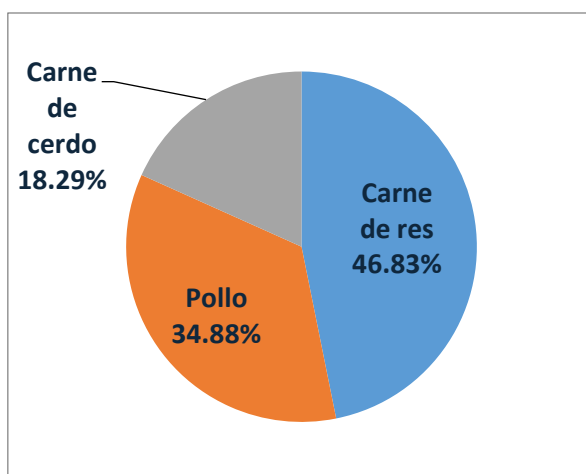
Cuadro 2. Ponderador de carnes en el Índice Nacional de Precios al Consumidor. A la segunda quincena de diciembre de 2010.

Genérico	Ponderador en INPC	Ponderador normalizado
Carne de res	1.776235336	46.83
Pollo	1.322960732	34.88
Carne de cerdo	0.693526134	18.29
Suma	3.792722202	100.00

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

A partir de los ponderadores que tienen en el INPC, mismos que se obtienen de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) del INEGI, se puede decir que en diciembre de 2010, del total del gasto que una familia promedio mexicana realizó para la compra de carnes, el 46.8% correspondió a carne de res, 34.9% pollo y 18.3% cerdo.

Gráfica 17. Estructura de gasto de las carnes en el INPC.
Base Junio 2010 = 100.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Conclusiones

El cambio climático, está influyendo de manera importante en la producción del sector pecuario en diferentes regiones del mundo incluido México, el cual ya presenta una insuficiencia en cuanto a su producción.

En el caso del ganado bovino la producción enfrenta desafíos provocados por eventos climáticos extremos: periodos de sequía severa cada vez más frecuentes, incremento de temperatura y bajas precipitaciones, están generando una disminución en el hato ganadero, por una menor disponibilidad de pastizales y de agua, estrés de calor y desplazamiento de plagas y enfermedades de importancia para el sector. Pese a que en México se han logrado erradicar enfermedades, el cambio climático sigue representando un factor de riesgo para la producción pecuaria. A su vez, dicho sector contribuye a generar el cambio climático, ya que emite gases de efecto invernadero a la atmósfera, por lo que es necesario desarrollar una tecnología que contribuya a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y al mismo tiempo aumente el número de cabezas de ganado.

Los efectos negativos del cambio climático impactan en la producción de ganado para carne y esos impactos se traducen en incrementos de precios, sumándose de esta manera al conjunto de amenazas que afectan a la seguridad alimentaria de la población. En efecto, los cuatro pilares de la seguridad alimentaria son afectados negativamente por el cambio climático: la disponibilidad de alimentos, su acceso, su estabilidad y utilización. Por esta razón es además de importante necesario contar con políticas públicas adecuadas que ayuden a los productores de carne a

buscar alternativas de adaptación para enfrentar de mejor manera los efectos negativos del cambio climático con el fin de asegurar el abasto de alimentos en la cantidad y calidad suficientes, a precios accesibles.

Por otro lado, no se puede dejar de reconocer el hecho de que la ganadería, en especial la de bovino para carne, contribuye de manera importante a la generación de gases de efecto invernadero (GEI), algunos de ellos potencialmente peligrosos como el metano CH_4 , por lo que se debe contar también con políticas públicas que tengan como meta reducir las emisiones de estos gases, pero que al mismo tiempo, aseguren la disponibilidad de alimentos como la carne. En particular, existe mucho potencial para reducir emisiones de metano CH_4 y al mismo tiempo incrementar el hato ganadero. Al menos así lo indican las estadísticas al hacer la comparación de México con EEUU y Canadá.

Asimismo, se pueden reducir emisiones de CO_2 producto de la pérdida de recursos forestales atribuibles a la ganadería. Para esto se deben buscar proyectos que sean viables no sólo económicamente hablando sino que además sean sustentables. Para ello se requiere la participación conjunta de la sociedad, gobierno y productores.

De esta manera, con políticas públicas que promuevan la actividad ganadera de manera sustentable, es posible incrementar el número de cabezas de ganado para carne, el cual ha venido mostrando una disminución en los últimos treinta años. Si consideramos que la población en 1980 era de 67 millones de habitantes y en el 2010 de 112 millones, se deduce que existe un mercado muy atractivo, que cada vez más demanda productos cárnicos de mejor calidad y precio.

A partir del análisis que se realizó, se pudo ver que en el caso de México, es posible que el cambio climático ya esté teniendo impactos en la ganadería, al haber mayores temperaturas y menor precipitación. Esto está provocando que haya afectaciones en la producción de carne de bovino. En efecto, además de los problemas económicos que tienen que enfrentar los ganaderos, como son problemas de financiamiento, incertidumbre, costo de los insumos, etc., ahora se agrega un problema adicional que es el cambio climático junto con la incertidumbre y los daños que provoca.

Estas afectaciones no son uniformes a lo largo y ancho del territorio nacional, sino más bien sus impactos son diferenciados. Algunas regiones incluso se han visto beneficiadas por el cambio climático como la zona sur del país. Otras, como la región norte, han sido afectadas de manera importante y prolongada. El caso de Sinaloa sugiere que es posible enfrentar el cambio climático con una mayor utilización del recurso agua, sin embargo, esta forma de adaptación no es la más adecuada sustentablemente hablando.

Entidades como Michoacán, Oaxaca, Campeche y Quintana Roo, muestran un importante potencial para desarrollar cada vez más la actividad ganadera, al contar en los últimos años con un aumento en la precipitación. Si se implementan en estas entidades, así como en otras importantes productoras de carne de bovino, prácticas productivas que además de eficientes sean sustentables en el largo plazo, es posible incrementar la producción y al mismo tiempo reducir emisiones de GEI, con lo cual se estaría logrando el objetivo, por un lado, de garantizar la seguridad alimentaria de la población y, por otro, de cumplir con los compromisos internacionales de reducción de emisiones.

Referencias

- Banco Mundial. (2014). Bajemos la temperatura: Cómo hacer frente a la nueva realidad climática. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial.
- CEDRSSA. (Septiembre de 2014). El cambio climático y las actividades agropecuarias en México. México.
- FAO. (2012). Ganadería mundial 2011. La ganadería en la seguridad alimentaria. Roma: FAO.
- FAO, FIDA y PMA . (2015). El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015. Cumplimiento de los objetivos internacionales para 2015 en relación con el hambre: balance de los desiguales progresos. Roma: FAO.
- FAO;SAGARPA. (Agosto de 2012). México: el sector agropecuario ante el desafío del cambio climático. I. México, D.F., México.
- FAO-Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca de Uruguay (Comp.). (2013). Clima de cambios. Nuevos desafíos de adaptación en Uruguay. (D. S. Walter Oyhantcabal, Ed.) Uruguay.
- Gerber, P., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., & Falcucci, A. &. (2013). Hacer frente al cambio climático a través de la ganadería – Evaluación global de las emisiones y las oportunidades de mitigación. (FAO, Ed.) Roma.
- Goodland, R., & Anhang, J. (Noviembre/Diciembre de 2009). Livestock and Climate Change. (W. Institute, Ed.) *World Watch Magazine*, 22(6), 10-19.
- Houghton, J., Ding, Y., Griggs, D., Noguer, M., van der Linden, P. D., & Johnson, C. (2001). *Climate change: The scientific basis. Contribution of working group I to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. New York: Cambridge University Press.

- INEGI. (2013). Sistema de Cuentas Nacionales de México. Cuentas económicas y ecológicas de México, 2007-2011. Año base 2003 . México, México.
- Masera, O. (1996). Deforestación y degradación forestal en México. *Documento de trabajo 19*. México.
- Mendelsohn, R., & Dinar, A. (2009). *Climate change and agriculture. An economic analysis of global impacts, adaptation and distributional effects*. Edward Elgar Publishing Limited.
- Rotter, R., & van de Geijn, S. (1999). Climate change effects on plant growth, crop yield and livestock. (Springer, Ed.) *Climatic change*, 43, 651-681.
- Rushton, J., McLeod, A., & Lubrot, J. (2008). Gestión de las enfermedades transfronterizas en el sector pecuario. En FAO, *Informe pecuario 2006* (págs. 33-50). Roma.
- Sarukhán, J. (2009). *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. México: CONABIO.
- Thornton, P. K. (2010). Livestock production: recent trends, future prospects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*(365), 2853-2867.
- Thornton, P., Herrero, M., Freeman, A., Mwai, O., Rege, E., Jones, P., & McDermott, J. (Diciembre de 2007). Vulnerability, Climate change and Livestock – Research Opportunities and Challenges for Poverty Alleviation. (I. L. (ILRI), Ed.) *Journal os SAT Agricultural Research*, 4(1), 1-23.
- United States Environmental Protection Agency. (09 de Septiembre de 2013). *Climate Impacts on Agriculture and Food Supply*. Recuperado el 10 de Junio de 2015, de <http://www.epa.gov/climatechange/impacts-adaptation/agriculture.html#impactslivestock>