



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

PROGRAMA DE POSTGRADO EN SOCIOECONOMÍA,
ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA- ECONOMÍA

**EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA
PRODUCCIÓN DE CARNE DE
BOVINO: UN ANÁLISIS DE
ECONOMÍA DINÁMICA**

LUIS ANTONIO FUENTES BALBUENA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2017

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe LUIS ANTONIO FUENTES BALBUENA, Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor DR. JOSÉ DE JESÚS BRAMBILA PAZ, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE DE BOVINO: UN ANÁLISIS DE ECONOMÍA DINÁMICA"

y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 10 de OCTUBRE de 2017

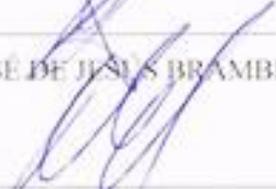
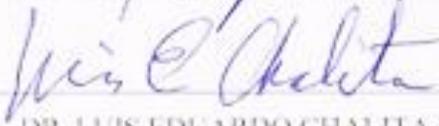

Firmá del
Alumno (a)


DR. JOSÉ DE JESÚS BRAMBILA PAZ
Vo. Bo. del Consejero o Director de Tesis

La presente tesis titulada: **"El impacto ambiental de la producción de carne de bovino: un análisis de economía dinámica"**, realizada por el alumno: Luis Antonio Fuentes Balbuena, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS
SOCIOECONOMÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO	 DR. JOSÉ DE JESÚS BRAMBILA PAZ
ASESOR	 DR. MIGUEL ÁNGEL MARTÍNEZ DAMIÁN
ASESOR	 DRA. ADRIANA CONTRERAS OLIVA
ASESOR	 DR. LUIS EDUARDO CHALITA TOVAR
ASESOR	 DR. MARCOS PORTILLO VÁZQUEZ
ASESOR	 DR. JOSÉ MIGUEL OMAÑA SILVESTRE

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Octubre de 2017.

EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE DE BOVINO: UN
ANÁLISIS DE ECONOMÍA DINÁMICA
LUIS ANTONIO FUENTES BALBUENA, Dr.
COLEGIO DE POSTGRADUADOS, 2017

RESUMEN

La presente investigación analiza las consecuencias ambientales en México de la producción de carne bovina (*Bos taurus*) basada en el consumo primero, debido a que la producción tiene una relación directa con la degradación ambiental como consecuencia del uso de recursos como agua, cambio de uso de suelo, cambio de especies nativas (pastos inducidos), uso de pesticidas para producir los insumos, deforestación, etc. Uno de los puntos más señalados es que estos rumiantes generan en su ciclo de vida diferentes subproductos no deseados como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido de nitrógeno (N₂O) los cuales se encuentran clasificados dentro de los gases de efecto invernadero (GEI) que se miden mediante el dióxido de carbono equivalente (CO₂e). En segundo término se tienen las consecuencias por el consumo de carnes rojas y en este caso se analiza en específico el efecto en la salud de la población por el exceso del consumo de carne de res. La investigación planteada se realizó por medio del análisis de datos mediante regresiones lineales para el modelo econométrico, obteniendo ecuaciones de primer grado independientes pero relacionadas, se tomaron las ecuaciones del consumo per cápita e inventario ganadero como principales y se trabajaron como ecuaciones diferenciales con solución complementaria y particular, resultando que tanto el consumo per cápita como el inventario ganadero se están estabilizando y que el precio es el mecanismo principal para su disminución. Para la mortalidad vía enfermedades modernas como consecuencia del consumo de carne bovina se obtuvieron tres ecuaciones lineales que demuestran la relación directa entre el consumo y la mortalidad. Finalmente se hizo un análisis de primeras diferencias para la deforestación, relacionándola con el aumento en el cultivo de los forrajes, donde se tiene una relación directa entre ambas.

Palabras clave: *Bos taurus*, dióxido de carbono, soluciones complementarias y particulares, consumo per cápita, enfermedades modernas.

THE ENVIRONMENTAL IMPACT CAUSE BY BEEF CATTLE PRODUCTION: AN
ECONOMIC DYNAMICS ANALYSIS

LUIS ANTONIO FUENTES BALBUENA, PhD.
COLEGIO DE POSTGRADUADOS, 2017

ABSTRACT

This study analyzes the environmental consequences of beef production (*Bos taurus*) in Mexico as a function of consumption because production is directly related to environmental degradation as a result of the use of resources such as water, native), the use of pesticides to produce inputs, deforestation, etc. One of the most important points is that these ruminants generate in their life cycle different by-products such as carbon dioxide, methane (CH₄) and nitrogen oxide (N₂O) classified as greenhouse gases (GHG). measured by equivalent carbon dioxide (CO₂e). Were analyzed the consequences for the consumption of red meat in specific the effect on the health of the population by the excess consumption of beef. The research was carried out by analyzing data using linear regressions for the economic model, obtaining independent but related first degree equations, taking per capita consumption and cattle inventory as main and working as differential equations with complementary and particular solutions, which resulted in that per capita income consumption and livestock inventory are stabilized and the price is the main mechanism for its decline. For the mortality of modern diseases as a consequence of meat consumption, three linear equations were obtained that demonstrate the direct relationship between consumption and mortality. Finally, an analysis was made of the first differences for deforestation, related to the increase in forage cultivation, where there is a direct relationship between both.

Key words: *Bos taurus*, carbon dioxide, complementary and individual solutions, consumption per capita, modern diseases.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo brindado para poder realizar mis estudios de doctorado.

Al Colegio de Postgraduados - Campus Montecillo (CP) y al Postgrado de Socioeconomía, Estadística e Informática - Economía, por darme la oportunidad de superarme académicamente.

Al Dr. José de Jesús Brambila Paz, por dirigir el presente trabajo de investigación sin escatimar tiempo, con gran empeño y atinada guía, por ser un profesor y ser humano ejemplar.

Al Dr. Miguel Ángel Martínez Damián y al Dr. Marcos Portillo Vázquez, por sus detalladas observaciones, su apoyo y valiosas enseñanzas.

Al Dr. Luis Eduardo Chalita Tovar y al Dr. José Miguel Omaña Silvestre por la invaluable disposición y apoyo brindado en el presente trabajo.

A la Dra. Adriana Contreras Oliva, por todo el apoyo en cada etapa de esta investigación así como por su amistad y consejos.

A todo el personal del Programa de Economía, a los amigos y amigas que me han acompañado hasta esta etapa del camino.

A mi hija Citlalli y a mi madre Eulalia, por su amor incondicional y motivación en cada momento.

A Carmen, por el día a día de comprensión, apoyo y amor.

Al Gran Creador, por darme la oportunidad de ser y estar hasta este momento y lugar.

“Siembra un acto y cosecharás un hábito. Siembra un hábito y cosecharás un carácter. Siembra un carácter y cosecharás un destino”.

Charles Reade.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Generalidades del ganado bovino	2
1.1.1. Engorda y rendimientos.....	3
1.1.2. Comercialización.....	4
1.1.3. Utilidad del bovino.....	6
1.1.4. Contenido nutricional de la carne bovina.....	7
1.2. Producción de carne en el mundo.	9
1.2.1. Productores de carne bovina en el mundo.....	10
1.2.2. La carne de búfalo	11
1.3. Consumo de carne en México y en el mundo	12
2. ENFERMEDADES MODERNAS Y EL CONSUMO DE CARNE DE RES (CARNES ROJAS EN GENERAL)	16
3. CAMBIO CLIMÁTICO Y LA PRODUCCIÓN DE CARNE BOVINA.	19
1.4. El cambio climático	19
1.5. Antecedentes históricos de la lucha contra el calentamiento global.	21
1.5.1. La Cumbre por la tierra, Río de Janeiro, Brasil.....	22
1.5.2. Protocolo de Kioto, Japón	22
1.5.3. La Cumbre de Johannesburgo, Sudáfrica.....	23
1.5.4. La Cumbre de París, Francia.	23
1.6. El sector agropecuario y la ecología	24
1.6.1. Introducción a los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la agricultura.....	24
1.6.2. Un ejemplo claro: El agua	27
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	30
5. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS GENERAL Y PARTICULARES	32
1.7. Objetivo general	32
1.8. Objetivos específicos	32
1.9. Hipótesis	32
6. REVISIÓN DE LITERATURA	33
1.10. Ley de oferta y demanda	33
1.10.1. La oferta de productos agrícolas	34
1.10.2. Elasticidad de la oferta	36

1.10.3. La demanda de productos agrícolas	37
1.10.4. Elasticidad de la demanda	38
1.11. Productos diferenciados	40
1.12. Intervenciones gubernamentales en el consumo	42
1.12.1. Intervención por impuestos	44
1.13. Contaminación bovina	46
1.13.1. Importancia de los sistemas de producción	49
1.14. Teoría de la regresión	50
1.14.1. Supuestos de la regresión lineal	50
1.14.2. Modelos estáticos y dinámicos	51
1.14.3. Efectos de corto y largo plazo	53
1.14.4. Pronósticos	54
7. MATERIALES Y MÉTODOS	56
1.15. Modelos econométricos	56
1.15.1. Consumo per cápita	59
1.15.2. Mortalidad por enfermedades modernas	60
1.15.3. Inventario Ganadero	61
1.15.4. Consumo total.....	62
1.15.5. Impacto en la producción de GEI.....	62
1.15.6. Deforestación.....	63
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
1.16. Resultados de laboratorio en carne de pastoreo y carne confinada	65
1.17. Consumo per cápita	66
1.18. Mortalidad	68
1.19. Inventario.....	71
1.20. Inventario y GEI.....	72
1.21. Simulación.....	73
9. CONCLUSIONES	76
10. RECOMENDACIONES	77
11. BIBLIOGRAFÍA.....	79
12. ANEXOS	86

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Producción mundial de carne (bovino, ovino y caprino, cerdo y pollo).....	9
Gráfico 2. Cambios porcentuales en la producción de principales carnes en el mundo.	10
Gráfico 3. Principales productores de carne bovina en el mundo.	10
Gráfico 4. Principales estados productores de carne bovina en México.	11
Gráfico 5. Principales productores de carne de búfalo en el mundo.	12
Gráfico 6. Consumo per cápita de los diferentes tipos de carne en México y el mundo.	14
Gráfico 7. Consumo per cápita de carne bovina en México y el mundo.	14
Gráfico 8. Consumo per cápita en México 1960-2014	15
Gráfico 9. Emisiones mundiales de GEI por sector económico en el mundo.	26
Gráfico 10. Representación clásica de las curvas de oferta y demanda.	33
Gráfico 11. Gráfico de un producto de innovación en el mercado.	42
Gráfico 12. Estimación por sector de las emisiones antropogénicas de GEI en México.	48

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Nutrientes de la carne de res magra cocinada (4 onzas, equivalente a 113.4 g)	8
Tabla 2. Consumo per cápita de carne (kg/año) 2012-2014	13
Tabla 3. Tabla de equivalencias para el CO ₂ e de acuerdo al potencial de calentamiento.	27
Tabla 4. Requerimiento de agua para diferentes especies agrícolas.	28
Tabla 5. Resumen de las elasticidades de la oferta.	36
Tabla 6. Resumen de las elasticidades de la demanda.	39
Tabla 7. Salida de la regresión del Consumo per cápita.	66
Tabla 8. Salida de la regresión de mortalidad vs consumo per cápita con un rezago.	68
Tabla 9. Salida de la regresión de mortalidad vs el exceso (>10.5 kg) de carne bovina.....	69
Tabla 10. Salida de la regresión de mortalidad vs el déficit (<10.5 kg) de carne bovina.	70
Tabla 11. Salida de la regresión del inventario ganadero	71
Tabla 12. Resumen de las simulaciones.....	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de un becerro de engorda después del parto.....	3
Figura 2. Esquema general de comercialización y rendimientos del ganado bovino.	5
Figura 3. Uso de los bovinos.....	7
Figura 4. Relación del desarrollo tecnológico con el cambio climático.	20
Figura 5. Representación gráfica de las elasticidades de la oferta.	37
Figura 6. Representación gráfica de las elasticidades de la demanda.	40
Figura 7. Análisis de un impuesto al consumo en las variables de estudio.....	45
Figura 8. Diagrama de flujo para la formación de las ecuaciones del modelo econométrico.....	58

1. INTRODUCCIÓN

Lo que hoy día llaman Economía Verde o economía ambiental toma importancia a partir de los años setentas por lo que se considera un área relativamente nueva de la economía, algunos científicos la incluyen dentro de la Bioeconomía sin embargo difieren en sus objetivos. De acuerdo a Brambila (2011) Bioeconomía es la producción y distribución de los bienes y servicios que se obtienen de la transmutación dirigida de los seres vivos y sus sustancias (plantas, animales, bacterias, virus, enzimas) para satisfacer las necesidades individualizadas del consumidor (del ser humano) según sus características y circunstancias.

Respecto a las definiciones de la economía verde sobresale una, que de manera amplia hace referencia a otras ciencias, la de Guerrero (2001): "*Los términos agricultura ecológica, biológica, orgánica, biodinámica, etc. definen un sistema agrario cuyo objetivo fundamental es la obtención de alimentos de máxima calidad respetando el medio ambiente y conservando la fertilidad de la tierra mediante la utilización óptima de los recursos y sin el empleo de productos químicos de síntesis*". Para algunas personas esta definición es muy parecida a lo que se conoce hoy día como "agricultura orgánica". Una definición más concreta tomada de la Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental es "La economía ecológica es la ciencia y la gestión de la sustentabilidad" (Martínez et al.,1998). Se podrían citar muchas definiciones, pero es claro que el objetivo principal es la producción sostenible para satisfacer las necesidades humanas minimizando el daño al medio ambiente en los diferentes procesos productivos, es decir, busca la producción de bienes y servicios, sin comprometer los recursos para las generaciones futuras, tomando la premisa de que los recursos son limitados e indispensables para la existencia del ser humano.

Este estudio busca concientizar de manera cuantitativa como el medio ambiente tiene límites, los cuales se están rebasando por los excesos del ser humano.

1.1. Generalidades del ganado bovino

En su paso por la evolución, el hombre se dio cuenta de que la carne satisfacía mejor sus necesidades alimentarias (motivo por el cual era cazador), pero también descubrió que la carne le brindaba mayor cantidad de nutrimentos a diferencia de cuando únicamente consumía frutas y verduras, así que buscó otra forma de proveerse de ella, se cree que esa es la causa de la domesticación.

En el caso particular del *Bos Taurus* (vaca común), los primeros vestigios de la domesticación se pueden ver en los jeroglíficos del antiguo egipcio, también en la antigua Mesopotamia, inclusive la Biblia en el antiguo testamento hace mención a un becerro de oro, donde se ocupaban principalmente como animales de trabajo, pero al paso del tiempo la especie aumentó su importancia a pesar de no ser una de rápido sacrificio, además posee otra cualidad que los ha llevado a ser una de las especies más importantes para el hombre y ésta es la producción de leche. Es uno de los animales que más ha contribuido al desarrollo y bienestar del ser humano, se ha usado como animal de tiro y labranza, se aprovechan su piel (para calzado y vestido), sus vísceras (como alimento), su estómago (para guardar líquidos), su leche y su carne (como alimento). Esas características hicieron posible la difusión de la especie, pues desde su domesticación hace más de 10 000 años, ha traspasado todos los continentes.

En la actualidad el consumo de carne de res ha ido en crecimiento, como consecuencia de haber reemplazado el uso de los bovinos en las labores que requerían tracción animal gracias a la modernización también al hecho de haber reducido el tiempo de y a la par de generar razas especializadas tanto para la producción de leche, como para la engorda y sacrificio. El presente trabajo generaliza el impacto de los bovinos de engorda en un nivel macro, pero hay que aclarar que la variedad de razas bovinas con orientación cárnica tienen diferencias biológicas que es necesario indicar, pues éstas repercuten en la calidad y cantidad de carne producida, así como en los Gases de Efecto Invernadero GEI que producen y estas diferencias se acentúan si también se toma en cuenta el sexo, tipo de alimentación, clima y sistema productivo (intensivo, semi-intensivo, pastoreo con complementos o pastoreo libre).

1.1.1. Engorda y rendimientos

El tiempo de gestación de un becerro es de 276 a 283 días (poco más de nueve meses) y el destete se hace entre seis y ocho meses posteriores al parto y de acuerdo a García C. (2015) el ciclo de ceba varía desde un año tres meses hasta dos años tres meses (de acuerdo a la raza y al régimen alimenticio), con las siguientes etapas:

Figura 1. Esquema de un becerro de engorda después del parto.

												Meses											
												1	2	3									
												Ceba											
												GDP = 1600 g											
												Meses											
												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
												Media Ceba											
												Ganancia de Peso en el Periodo = 410 g											
Meses																							
1	2	3	4	5	6	7	8																
Lactancia																							
Ganancia Diaria de Peso (GDP) =												410 g											

Fuente: Adaptado de García C., (2015)

El promedio de carne que produce un bovino, menciona Rubio L. *et al.* (2013) citando a Kirton: “En términos generales, uno puede esperar recuperar el 50% del peso vivo en forma de carne, lo que es equivalente al 75% del peso de la canal caliente; y es que de una canal bovina, normalmente se recupera un 25% en forma de hueso y recortes. Siendo el peso de la canal la medición más simple, representa un parámetro muy significativo en la valoración y el aprovechamiento de la canal para elaborar productos cárnicos. (Kirton, 1989)”. También afirma que otros factores que afectan el rendimiento final en la canal y que no se contemplan generalmente son: el tiempo de dietado y de transporte, el acceso al agua y el método de faenado.

Otro aspecto que se debe mencionar es que a nivel comercial se tienen dos pesos de canal (Rubio L. *et al.*, 2013. *Op. cit.*, p. 21.):

- a) Peso de la canal caliente. Se registra después del faenado (desangrado, eviscerado, desollado, corte de cabeza y patas) y justo antes de que la canal entre a la cámara de refrigeración.

- b) Peso de la canal fría. Se registra después de que la canal haya estado en la cámara de refrigeración. Idealmente se estandariza a condiciones de temperatura (5 °C) y tiempo (25 h) y esta puede variar debido a la merma por evaporación que puede llegar a ser del 5 al 7%, cuando las canales se dejan madurar por más de 10 días.

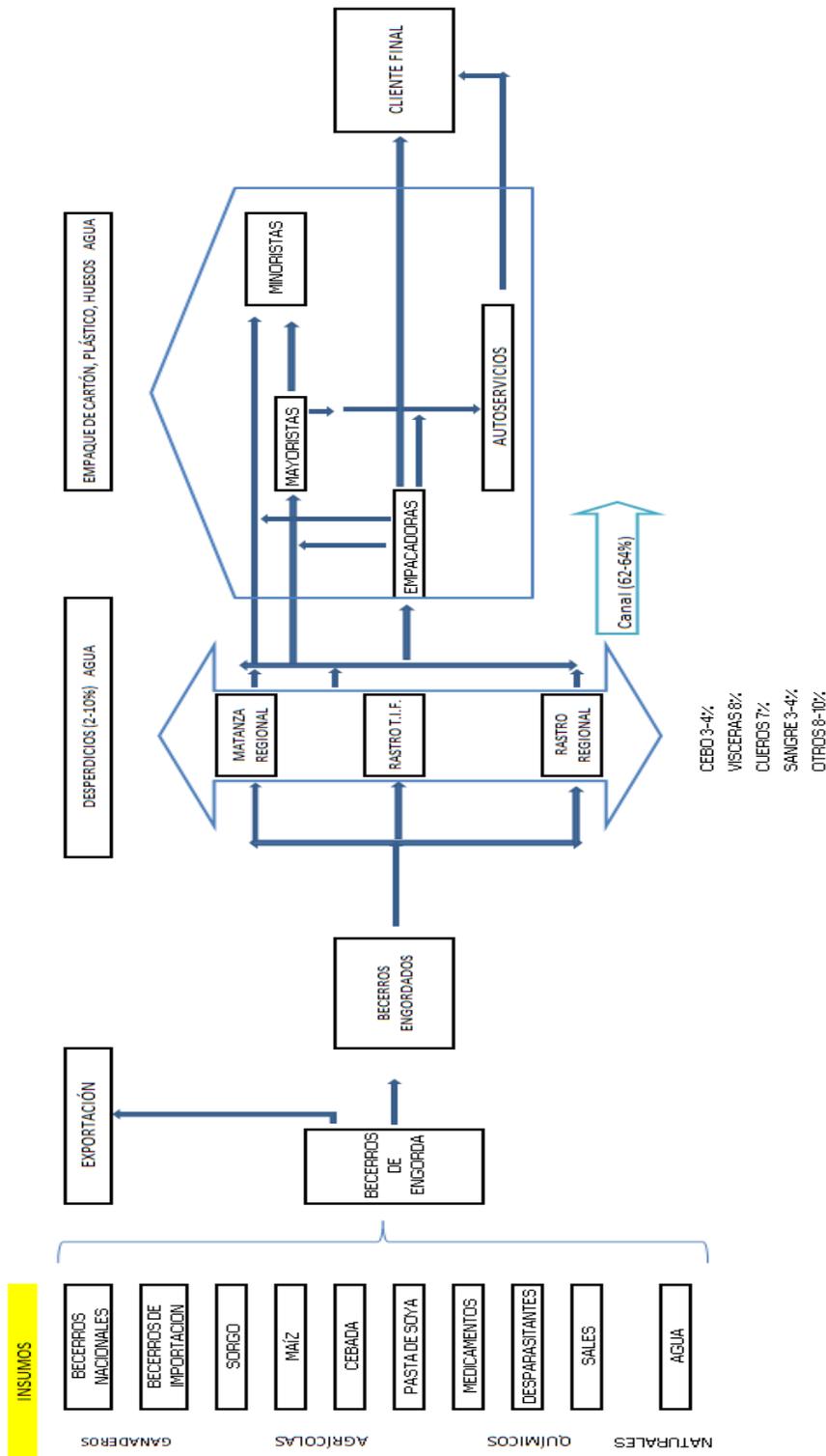
Otros autores como Calderón (2015) muestran otros rendimientos, por ejemplo con el uso de zilpaterol o acetato de trembolona que reportan rendimientos de hasta 63% en canal fría, que es casi el mismo porcentaje que reporta Callejas et al. (2017) que es de 61 a 63%.

1.1.2. Comercialización

El canal comercial en la República Mexicana es muy diverso y variado, así que la presente es una descripción muy básica de los diferentes tipos de actores de la cadena comercial, ya que el objetivo de este trabajo no es estudiar el canal comercial. Los becerros (insumo principal) que se engordan en el país, ya sea estabulados o por pastoreo, utilizan diferentes granos y cereales (maíz, sorgo, cebada, trigo, etc.) y pastos (heno de diferentes leguminosas y gramíneas) principalmente. En el sureste los granos se usan solo en el proceso de finalización o ceba final, pues el desarrollo de los becerros se hace con pastos naturales o inducidos. Es necesario mencionar que a lo largo de la república se encuentra importación de becerros (frontera sur) y exportación de becerros de engorda principalmente a Estados Unidos de América. Una vez cebado el becerro (400-550 kg) se lleva a sacrificio, puede haber intermediarios o no en esta parte de la cadena comercial, pues en algunas ocasiones es el mismo carnicero el que engorda y compra becerros para la matanza en su local y hay casos dónde se vende a un acopiador quien transporta una determinada cantidad de cabezas ya sea para un mayorista o para venta en rastro. La matanza en esta parte del proceso puede hacerse en: i) Carnicerías locales ii) Rastros regionales y iii) Rastros de Tipo Inspección Federal (T.I.F.).

Posteriormente son diferentes canales los que lo hacen llegar al consumidor (mayoristas, minoristas y otros intermediarios). Una parte pequeña de la producción se exporta (cortes especializados) a Estados Unidos principalmente, y en menor escala a Asia y Europa.

Figura 2. Esquema general de comercialización y rendimientos del ganado bovino.



Fuente: Elaboración propia.

1.1.3. Utilidad del bovino

La utilidad de los bovinos es tan extensa que el animal se aprovecha prácticamente en su totalidad, pues además de proveer alimento en forma de carne también se consumen sus vísceras, en el siglo XX los huesos se utilizaban también para hacer botones, pero hoy día los huesos crudos y cartílago se usan para hacer gelatina. En cuanto a la sangre, esta es consumida en algunas culturas pero es más común secarla y fabricar harina de carne para la industria. Los huesos cocidos (después del consumo de la carne) se utilizan en diferentes industrias agropecuarias como harina de calcio. En lo que se refiere a la parte externa de la vaca, la piel, históricamente se ha utilizado para la fabricación de vestido (chamarras, pantalones, etc.), calzado, bolsas y carteras, lo que beneficia a un sector de la industria y artesanías.

En el campo de la medicina humana el suero fetal bovino es el ejemplo más claro de la utilidad de los bovinos, este se utiliza en algunas vacunas víricas contra el sarampión, rubeola y otras enfermedades, debido a que el medio de cultivo de los virus requiere de éste para alimentarse y al parecer es el único medio válido conocido; en la medicina veterinaria se utiliza para la fabricación de vacunas y la conservación de embriones. Los hilos de costura quirúrgica reabsorbibles se extraen de los intestinos. De manera mínima y criticada es el uso experimental de los huesos de vacuno para reparar y rellenar huesos en injertos óseos para seres humanos, debido a problemas con la biocompatibilidad, sin embargo la tecnología ha logrado muchos avances.¹²

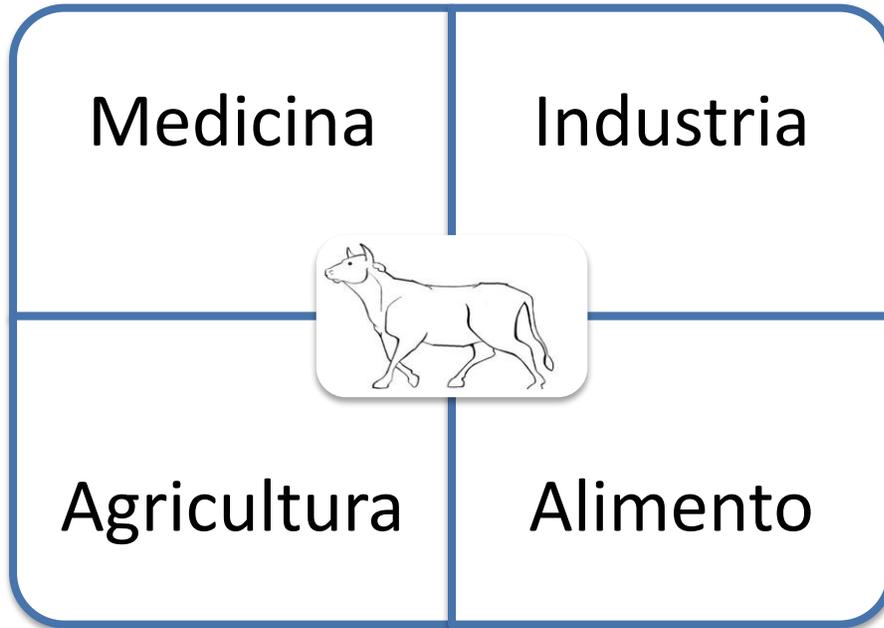
En cuanto a la industria cosmética el sebo del bovino se utiliza en el origen de procesos para la elaboración de alcoholes y ácidos grasos que acaban convirtiéndose en ingredientes de geles, champús y jabones, aunque la industria sustituye poco a poco el sebo por grasas vegetales, todavía una parte del mercado las utiliza.

¹ Blog “Science Learning Hub” <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/1787-bone-strength>

² Blog “http://www.straumann.es” http://www.straumann.es/es/para-profesionales/productos-y-soluciones/regenerative-solutions/sustitutos_oseos/injerto-%C3%B3seo.html

Desde tiempos remotos las heces y orina se han utilizado como fertilizante. Hoy día en procesos más complejos no sólo se produce abono, sino que con biodigestores se extrae gas metano, el cual se vende o bien se utiliza para generar energía eléctrica.

Figura 3. Uso de los bovinos.



Fuente: Elaboración propia.

Un nicho de mercado relativamente nuevo y creciente para los subproductos de bovino es el de las mascotas, específicamente las orejas, pezuñas, pulmones, faringe, vísceras y partes de la piel se secan al horno y ahúman, al igual que los huesos, para posteriormente empacarse y venderse como golosinas para perros.

1.1.4. Contenido nutricional de la carne bovina

Una de las principales fuentes de proteína animal es la carne, por lo que es un producto básico en la dieta del ser humano, además aporta vitaminas y micronutrientes necesarios para un buen desarrollo y crecimiento.

La carne de res también es apreciada por el consumidor dadas sus aportaciones nutricionales, por su sabor, color y olor al cocinarse. En algunos países el consumo de carne

bovina data de una tradición de consumo milenaria ya que se pueden encontrar referencias históricas en libros sagrados como la Biblia y los jeroglíficos egipcios.

Es necesario señalar que la carne de res que se consumía hasta antes del siglo XX era de animales “viejos” o de “vida plena” debido a las labores que se les asignaba (arado y tracción de carretas) y se utilizaban como alimento cuando se desechaban de dichas labores, por lo que su sabor era más fuerte y su carne más dura, pero los avances tecnológicos en el transporte y en la refrigeración han logrado que se haga llegar al consumidor final en forma masiva carne de res fresca y suave (McGee, 2007).

En la tabla 1 se muestran las cantidades de nutrientes que tiene una porción de 113.4 g, que es el equivalente de 4 onzas (Brambila, 2011).

Tabla 1. Nutrientes de la carne de res magra cocinada (4 onzas, equivalente a 113.4 g)

NUTRIENTE	CONTENIDO
FÓSFORO	269.89 mcg
PROTEÍNAS	32.04 g
SELENIO	27.67 mcg
ZINC	6.33 mg
VITAMINA B12 (COBALAMINA)	2.92 mcg
VITAMINA B6 (PIRIDOXINA)	0.49 mg
VITAMINA B3 (NIACINA)	4.44 mg
VITAMINA B2 (RIBOFLAMINA)	0.35 mg
HIERRO	4.05 mg
TRIPTÓFANO	0.36 g

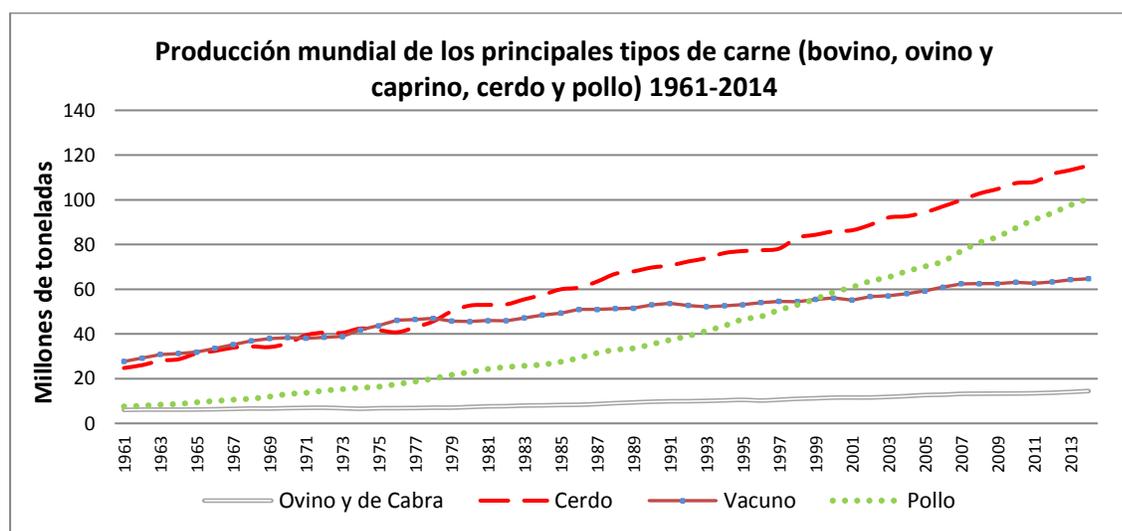
Fuente: Brambila (2011, p. 89)

Estos datos son indicativos pues varían de acuerdo a la raza (Holstein, Jersey, Hereford, Angus, Cebú, etc.), por el corte del que se trate (lomo, cuete, espaldilla, pierna, costillar, etc.) o por el sistema de producción (pastoreo o a base de concentrado), así como por las inclemencias climáticas.

1.2. Producción de carne en el mundo.

La producción de los diferentes tipos de carne responde a la demanda conforme los diferentes ciclos biológicos de cada especie animal, los avances genéticos y los avances en las dietas (tipos de tecnología). De este modo en las últimas cinco décadas se observa un crecimiento significativo en la producción mundial de carne (pollo, cerdo, bovino, ovino y caprino principalmente) como consecuencia de los factores antes mencionados. También es necesario mencionar que hay productores que buscan satisfacer características específicas de algún nicho de mercado en particular como lo es carne de animales libres, carnes orgánicas (sin la intervención de químicos) o bien de algún producto de mejor calidad o específico (con menor o mayor cantidad de grasa o más suave), esto ha provocado una mayor diversidad en los sistemas de producción pecuarios. El gráfico 1 muestra la evolución de la producción de las carnes más comerciales a nivel mundial (bovino, ovino y caprino, cerdo y pollo).

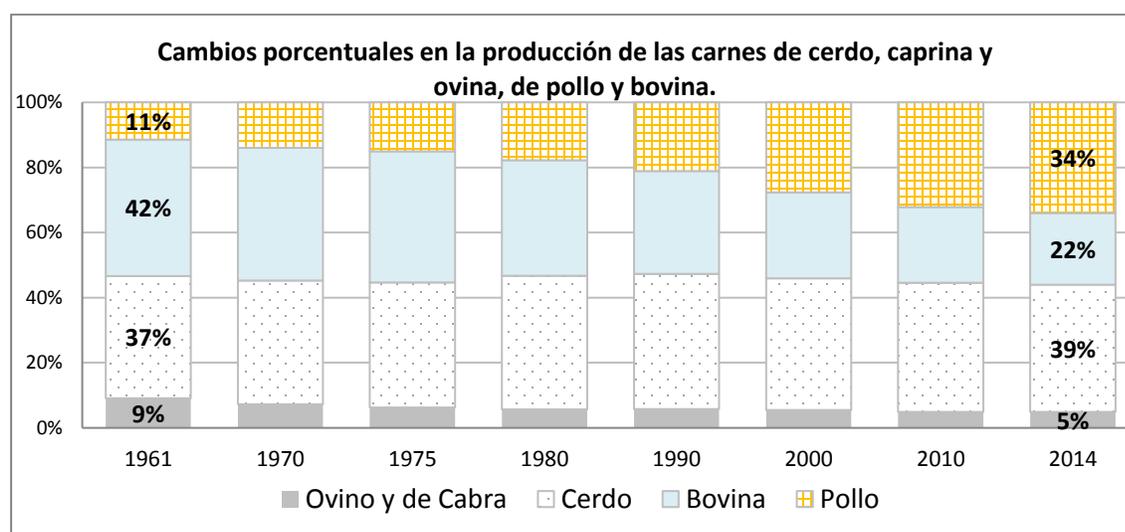
Gráfico 1. Producción mundial de carne (bovino, ovino y caprino, cerdo y pollo).



Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT

En 1961 la carne más producida era la de ganado bovino, seguida por la carne de cerdo, pollo y finalmente las carnes de ovino y caprino (sumadas). Para el año 2013 la principal carne producida es la de cerdo, seguida por la carne de pollo, la carne bovina y al final las carnes de ovino y caprino (que no aumentaron su producción al mismo ritmo que las primeras).

Gráfico 2. Cambios porcentuales en la producción de principales carnes en el mundo.

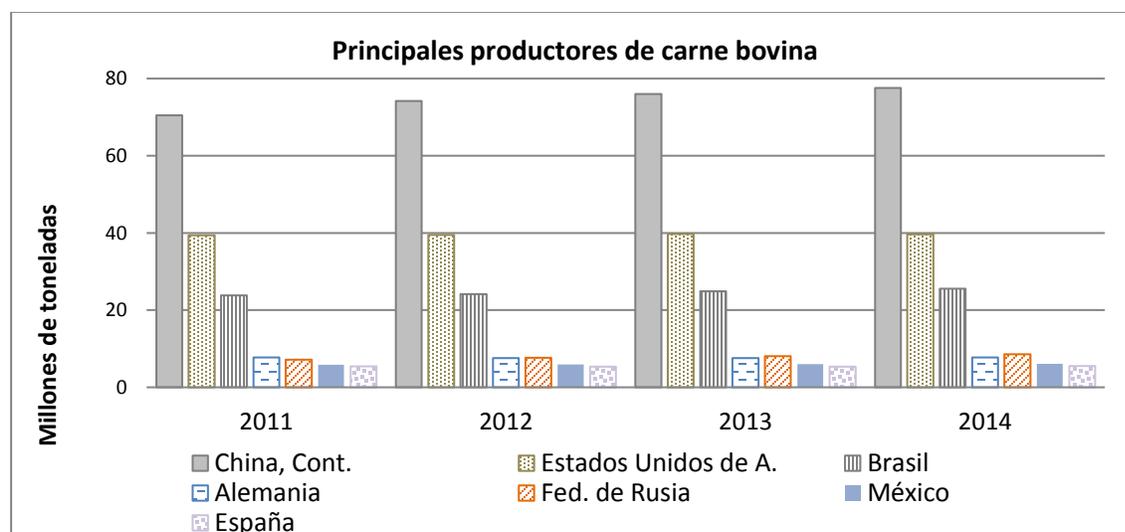


Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT

1.2.1. Productores de carne bovina en el mundo.

A nivel mundial el principal productor es China continental, le sigue Estados Unidos de América, Brasil y, la Federación Rusa y Alemania debaten el cuarto y quinto lugar, después sigue México y finalmente España.

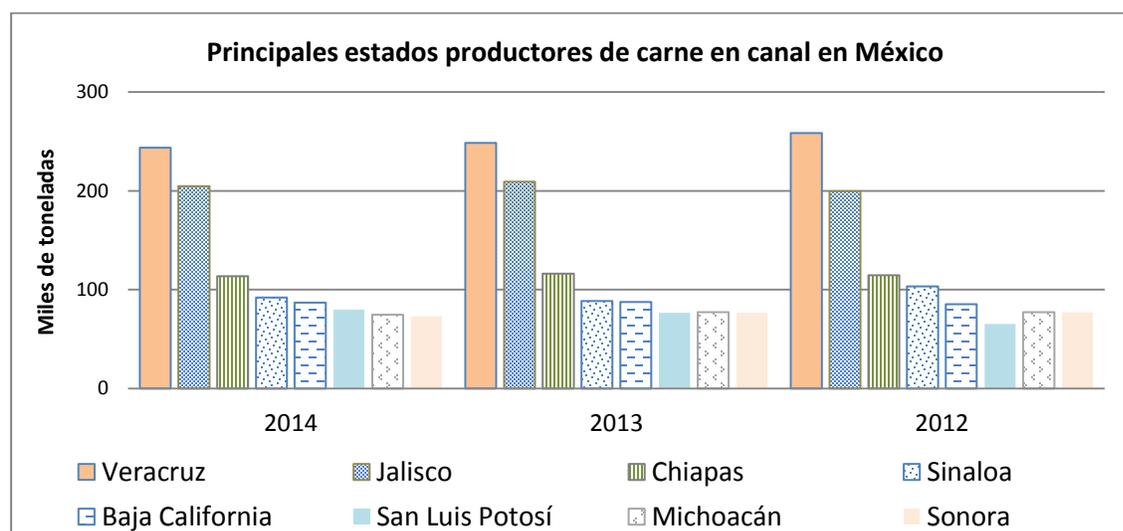
Gráfico 3. Principales productores de carne bovina en el mundo.



Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT

Para México el panorama parece estable, pues no se pronostican aumentos drásticos en la producción de otros países. Las principales razas bovinas de engorda que se utilizan en México son: Hereford, Charolais, Brahman, Nelore y Pardo Suizo Europeo (Financiera Rural, 2009).

Gráfico 4. Principales estados productores de carne bovina en México.



Fuente: Elaboración propia don datos de <http://infosiap.siap.gob.mx>

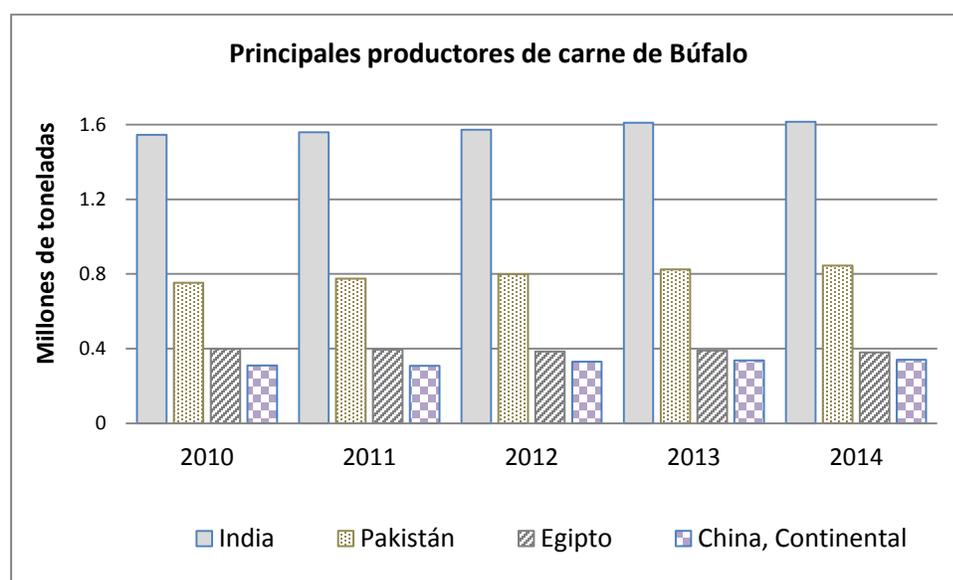
El gráfico 4 muestra a los principales estados productores de carne en canal en México; el estado de Veracruz es el principal productor de carne en canal para el periodo comprendido en los años 2012-2014, le siguen los estados de Jalisco, Chiapas y Sinaloa, estos estados en promedio concentran alrededor de una tercera parte de la producción de carne en canal.

1.2.2. La carne de búfalo

Es importante mencionar que un mercado que comienza a tomar auge es el la carne de búfalo (*Bubalus bubalis*) y sus subproductos (leche, queso y yogurt) que aunque no es de la misma especie, pertenece a la misma familia la de los Bovidae³ y algunas clasificaciones la consideran dentro del grupo de carne “vacuna”. A nivel mundial la India es el principal productor de carne de búfalos, le sigue dado que el mercado muestra una buena aceptación a nivel mundial.

³ Blog BMEditores.com.mx “El Búfalo y su Importancia Mundial”, Huerta (2016).

Gráfico 5. Principales productores de carne de búfalo en el mundo.



Fuente: Elaboración propia con datos de FAOSTAT

La producción de carne de búfalo se concentra en India, Pakistán, Egipto y China continental que concentran alrededor del 85%. En México se tienen registros de las especies la Mediterránea, Murrah y la Jafarabadi y de acuerdo a SAGARPA (2017) “en el país existen 40 mil cabezas de búfalo en 13 estados de la República, entre ellos están Nayarit, Jalisco, Aguascalientes, Querétaro, San Luis Potosí, Puebla, Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Campeche y Quintana Roo”.

1.3. Consumo de carne en México y en el mundo

Debido a su importancia el consumo de carne es considerado un indicador del bienestar en muchos países, con esta premisa la FAO⁴ en el año 2014, indicó que un consumo per cápita menor de 10 kg es insuficiente y con frecuencia tiene relación con malnutrición, de esta manera el consumo per cápita muestra las diferencias económicas en los diferentes países, pues de manera puntual es conocido que en los países desarrollados se consume prácticamente el doble de carne que en los países en vías de desarrollo.

⁴ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-Food and Agriculture Organization of the United Nations [Actualizado Noviembre 25, 2014]

<http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/background.html>

La FAO muestra como la diferencia en el consumo per cápita entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo está bien definida.

Tabla 2. Consumo per cápita de carne (kg/año) 2012-2014

	2012	2013 (estim)	2014 (pronóst)	Variación 2014 a 2013
Mundial	42.9	42.9	42.9	-0.1
Desarrollados	76.2	75.9	76.1	0.3
En desarrollo	33.5	33.7	33.7	0.0

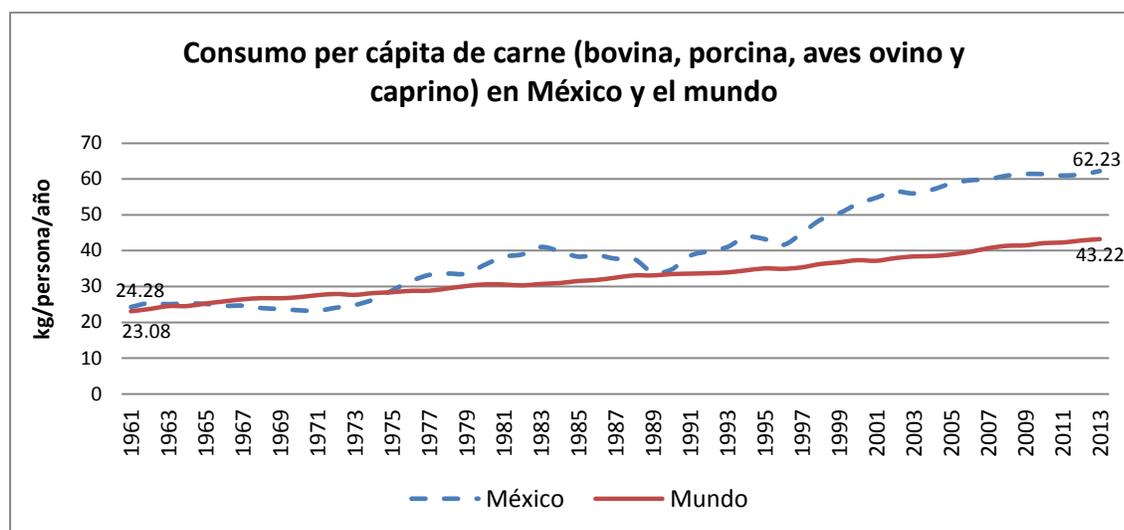
Fuente: FAO⁵ (2017).

A nivel mundial el consumo de carne muestra una clara tendencia a la alza, esto se debe en gran medida al crecimiento de la población, lo cual incrementa la demanda. De acuerdo a datos de FAO (2016) del año 1970 al 2013 el consumo de carnes de todo tipo aumento de 27.01 kg por persona al año a 43.22, es decir en 16.21 kg por persona al año (60%). Sin embargo no ha pasado lo mismo con la carne de res, ya que en 1970 se tenía un consumo disponible de 10.8 kg por persona al año y en 2013 el consumo disponible por persona al año era de 9.32 kg, es decir que cayó en un 13.7%. El ritmo de crecimiento de la población en el mundo tiene como consecuencia un aumento en la oferta (la población es un determinante de la oferta), lo cual se ha logrado con un aumento en las superficies agropecuarias, mejoras en la eficiencia de la producción y la aplicación de la tecnología y manipulación genética con ese mismo fin.

El gráfico 6 muestra como el consumo de carne de bovino en México tiene una tendencia diferente a la del mundo, se puede observar que en el año 1961 el consumo anual per cápita mundial y en México no se distanciaban en gran manera pues se eran de 23.08 y 24.28 kg respectivamente, sin embargo para el año 2013 el consumo per cápita en México ya era de 62.23 kg al año, mientras que el mundial era de 43.22 kg al año (una diferencia de 19.01 kg). La tasa de crecimiento promedio anual para México fue de 1.8%, mientras que la tasa de crecimiento promedio mundial fue de 1.2%.

⁵ *Ibid*

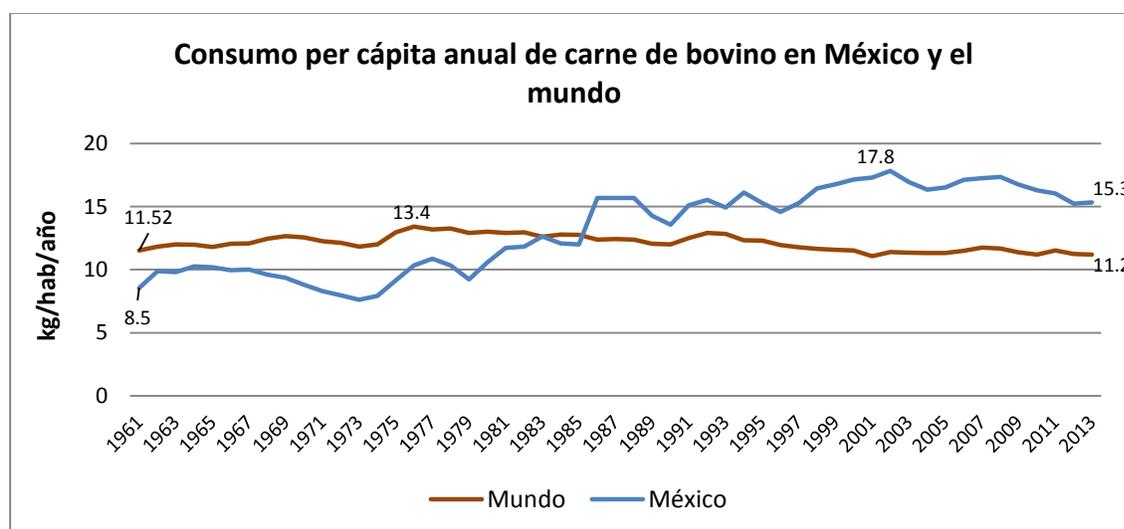
Gráfico 6. Consumo per cápita de los diferentes tipos de carne en México y el mundo.



FUENTE: Elaboración propia con datos de FAOSTAT.

En cuanto al consumo de carne bovina la tendencia a nivel mundial es a la baja, ya que para el periodo 1961-2013, la Tasa de Crecimiento Promedio Constante Anual (TCPCA) fue de 0.054% negativa (decreció), mientras que para México la tendencia es inversa a la mundial, pues para el mismo periodo muestra una TCPCA de 1.131%.

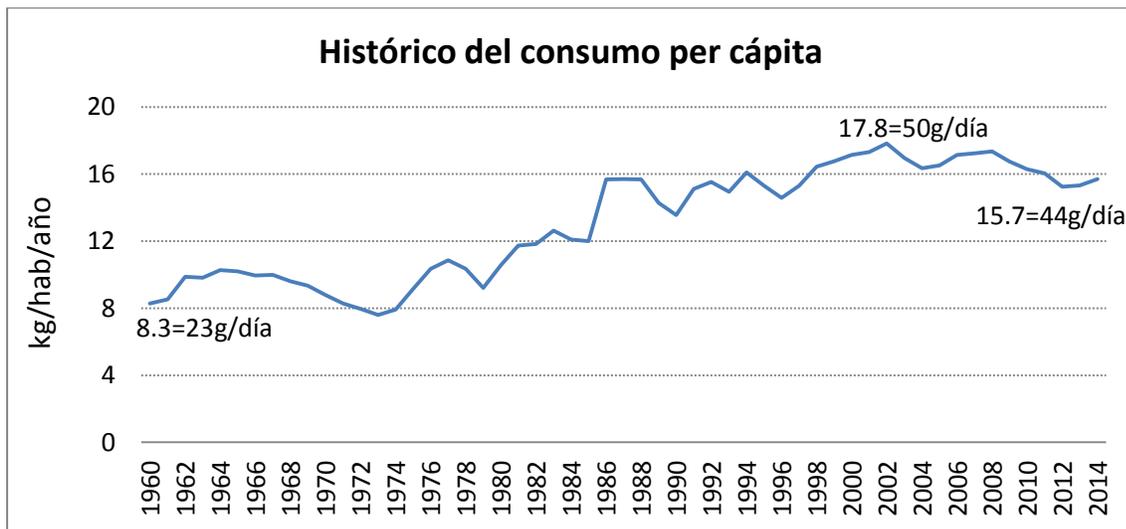
Gráfico 7. Consumo per cápita de carne bovina en México y el mundo.



FUENTE: Elaboración propia con datos de FAOSTAT.

En cuanto al consumo de bovino el consumo comenzó a crecer de manera constante alrededor de 1974 hasta llegar al máximo histórico de 17.8 kg per cápita al año en 2002, para que desde el año 2003 muestre un consumo que fluctúa alrededor de los 15.3 y 16 kg. La diferencia en el consumo de 1960 y el de 2014 es de 7.4 kg per cápita por año. , lo que equivale a una diferencia de 43.9% tomando el consumo mundial como base en ese mismo año.

Gráfico 8. Consumo per cápita en México 1960-2014



Fuente: Consejo Mexicano de la Carne - Fondo Pyme, 2015; SIAP-SAGARPA, 2015

2. ENFERMEDADES MODERNAS Y EL CONSUMO DE CARNE DE RES (CARNES ROJAS EN GENERAL)

El consumo de carne roja, en particular la de res, se consideró hasta hace relativamente poco como sinónimo de buena alimentación y nutrición (Latham, 2002; McNeill & Van Elswyk, 2012). En México se promovió el consumo de carne de res y pasó de ser un producto de consumo en días especiales a uno casi cotidiano. En 1960-62 se tenía en México un consumo anual de carne de res de 9.88 kg per cápita, apenas 27.07 gramos diarios promedio, cantidad por debajo de los 50 gramos que se recomienda de consumo de carne roja (Corpet, 2011; Rubio, Braña, Méndez, & Delgado, 2013). El consumo creció y para el año 2002 el consumo por persona fue de 17.84 kg al año (un aumento del 80% con respecto a 1960-62), lo que equivale a 48.88 g diarios. Si se considera también el consumo de otras carnes rojas como la carne de cerdo (cuyo consumo es alrededor de 40g diarios), el consumo de carne roja es mayor a lo recomendado. Otro aspecto a considerar es que el 30 por ciento de la población mexicana con mayores ingresos realiza el 51 por ciento del gasto familiar en carne, por lo que esta parte de la población tiene un consumo excesivo de carne roja.

La literatura reciente resalta que el ser humano no se adapta rápidamente, en una o dos generaciones, a un cambio radical de dieta, por lo que el consumir carne roja en forma casi cotidiana puede tener repercusiones serias en la salud (Cordain et al., 2005) pues se tiene una herencia genética para consumirla solo excepcionalmente. Otros autores argumentan que la forma de cocinar o procesar la carne es lo que está provocando cáncer de colon, hipertensión y hasta diabetes y no su consumo (Micha et al., 2010). Se hace énfasis en lo dañino de las aminas heterocíclicas, hidrocarburos poli-cíclicos aromáticos y principalmente en las nitrosaminas (McGee, 2007), después de considerar los efectos negativos de la forma de cocinar, procesar y consumir la carne roja McGee (2007) advierte: “Así pues, es prudente moderar la afición de nuestra especie por la carne. Nos ayudó a ser lo que somos, pero ahora puede contribuir a que dejemos de serlo”.

El debate en referencia a que el consumo de carne de res afecta negativamente la salud, ha aumentado lo que va del siglo XXI (Binnie et al., 2014). Se argumenta que el consumir carne de res en exceso provoca cáncer de colon, cáncer gastrointestinal, diabetes y enfermedades cardiovasculares (Babio et al., 2012; Czerwonka y Tokarz, 2017; Oostindjer et al., 2014; Pan et al., 2012; Zur, 2012) debido al consumo excesivo de hierro hemo (el hierro ayuda a prevenir anemia, pero en exceso puede causar estas enfermedades). También ha llamado la atención el alto contenido de colesterol de la grasa saturada y las enfermedades cardiovasculares (Griel y Kris-Etherton, 2006).

En el año 2015 la OMS, en inglés World Health Organization, dio a conocer el estudio del Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer - International Agency for Research on Cancer, donde recomendó reducir el consumo de carne roja. Esto provocó la reacción inmediata de los productores, quienes argumentaron limitaciones en el estudio (Cruz, 2015). Por otro lado hay varios estudios que sostienen que el consumo de carne de res no tiene efectos negativos en la salud humana (Alexander y Cushing, 2011; Van Elswyk y McNeill, 2014; McNeill y Van Elswyk, 2012).

Esto ha repercutido en México al grado de que la Academia Nacional de Medicina señala “El número de porciones sugeridas del grupo de alimentos de origen animal se basa en la recomendación del Fondo Internacional para la Investigación del Cáncer (World Cancer Research Fund) de no exceder 500 g de carnes rojas por persona a la semana (menos de 300 g por persona a la semana es aún mejor)...” (Dommarco *et al.*, 2015).

Hace unos años se comenzó a señalar que además de las consecuencias negativas de consumir carne roja en exceso, el proceso de producción afecta de igual modo. El abandonar la alimentación del ganado por medio del pastoreo y enfatizar el uso de concentrados alteró la cantidad y calidad de varios nutrientes y grasa (Daley et al., 2010; Van Elswyk y McNeill, 2014). Duckett et al. (2013) reporta que existe una diferencia significativa en la cantidad de ácidos grasos saturados entre los animales que se finalizan con grano, los cuales tienen 2.42 gramos por cada 100 gramos de carne en corte de steak-ribeye, strip y de sólo 0.992 gramos para los alimentados con pasto. En grasa total la diferencia es 6.7 gramos por cada 100 gramos de carne

en los cortes mencionados para los finalizados con grano y de 2.6 gramos para los pastoreados. Wood et al., (2003) reporta que la carne del ganado bovino pastoreado, tiene una relación de omega 6 / omega 3 más baja y más vitamina E, mientras que el alimentado con grano una relación de omega 6 / omega 3 más alta (es más dañino).

Además se comenzó a hacer un uso intensivo de antibióticos y hormonas no solo para la salud del ganado, sino para acelerar el aumento de peso (Falcon, 2010; Jukes, 1953) y todo indica que un mal manejo de los antibióticos y de las hormonas con el propósito de aumentar y acelerar el crecimiento del ganado (Jukes y Williams, 1953) puede causar serias enfermedades en el consumidor (Cota Rubio et al., 2014; Falcon et al., 2010; Zur Hausen, 2012).

Los estudios a nivel mundial son vastos respecto a este punto, sin embargo en México no se ha hecho énfasis para prevenir el uso de los hormonales con propósitos de cebar a los animales, un ejemplo lo expone Hernández-Sánchez et al., (2013), que reporta que en el área de Texcoco, Estado de México, el 50% de las muestras de carne de res analizadas contenían clembuterol (β -agonista) que se usa para aumentar el peso del ganado pero que tiene repercusiones negativas en el consumidor y por ello está prohibido su uso por la Norma Oficial Mexicana NOM-061-ZOO-1999 y la Norma Emergente NOM-EM-015-ZOO-2002.

3. CAMBIO CLIMÁTICO Y LA PRODUCCIÓN DE CARNE BOVINA.

1.4. El cambio climático

A través de la historia el ser humano ha modificado el ecosistema en el cual se encuentra, todo en pro de la supervivencia, la tecnología va ligada a ese desarrollo y también a las comodidades que pueda obtener, los ejemplos son vastos:

1. La caza de animales para la alimentación, así como la recolección de frutos, semillas y raíces, terminaron con la domesticación (transmutación) de plantas y animales, posteriormente la caza se tornó innecesaria volviéndose un deporte y la agricultura se ha vuelto comercial, esto ha llevado a la extinción de algunas especies animales y vegetales.

2. Los sistemas de riego, la introducción de agua potable y la producción de energía eléctrica en las hidroeléctricas han llevado a ríos y lagos a la desecación o a disminuir sus niveles, al igual que en los mantos freáticos de agua dulce.

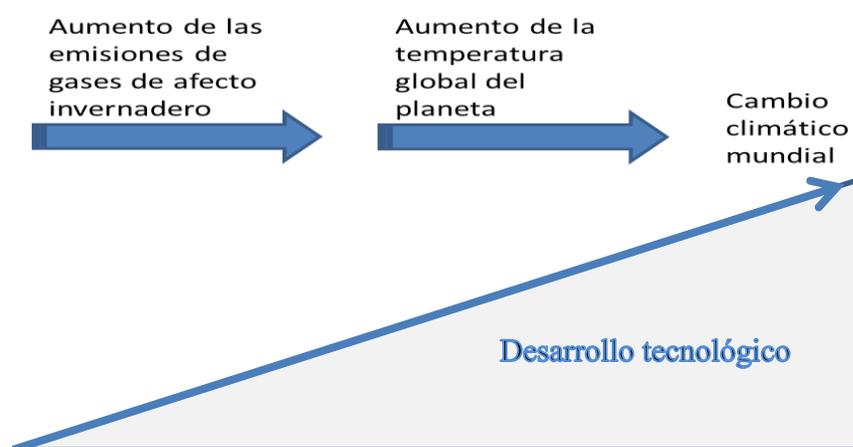
3. La extracción y quema de combustibles fósiles para el transporte, la generación de energía, la calefacción y la actividad industrial tienen como resultado la emisión de dióxido de carbono, el cual es el más abundante en los llamados gases de efecto invernadero, principales causantes del cambio climático.

Los ejemplos abarcan todos los aspectos que rodean al ser humano, de modo que es innegable que también es responsable de las consecuencias que su existencia ha dejado en el planeta (actividades antropogénicas).

Actualmente los científicos hacen responsable del cambio climático al calentamiento global (también traducido como calentamiento de la tierra o calentamiento mundial del inglés *Global warming*), el cual define la FAO en su portal terminológico de la siguiente manera: “*Aumento progresivo de la temperatura de la superficie terrestre causado, al parecer, por el efecto*

invernadero antropogénico, y responsable de los cambios de las tendencias climáticas mundiales. El efecto invernadero corresponde a un proceso de calentamiento de la atmósfera terrestre causado por la acumulación de dióxido de carbono y otros gases en bajas concentraciones que actúan como las paredes de cristal de un invernadero y permiten que la luz solar las atraviese y caliente la Tierra pero impiden que se contrarreste con la pérdida de radiación térmica.”⁶.

Figura 4. Relación del desarrollo tecnológico con el cambio climático.



Fuente: Elaboración propia.

Un texto interesante de Carlowicz (2010) publicado en el Observatorio de la tierra (Earth Observatory) de la NASA menciona lo siguiente:

“El mundo se está calentando. Si la causa es la actividad humana o la variabilidad natural - y la preponderante evidencia dice que es la actividad humana- las lecturas del termómetro alrededor del mundo han aumentado de manera constante desde el inicio de la revolución industrial.

⁶ Definición de *Calentamiento mundial* en <http://www.fao.org/faoterm/es/?defaultCollId=4>, en inglés la definición correspondiente es “*Global warming: The progressive gradual rise of the earth’s surface temperature thought to be caused by the anthropogenic greenhouse effect and responsible for changes in global climate patterns.*” (FAO, 2017)

De acuerdo con un análisis de la temperatura llevado a cabo por científicos del Instituto Goddard de Estudios Espaciales (GISS- Goddard Institute for Space Studies), la temperatura media global en la Tierra ha aumentado aproximadamente 0.8°C (1,4 grados Fahrenheit) desde 1880. Dos tercios del calentamiento se han producido desde 1975, a un ritmo de aproximadamente 0.15-0.20 °C por década”. (Traducción propia).

Aparentemente 0.8° centígrados no es representativo si se compara al punto de ebullición del agua, que es de 100° centígrados, pero un cambio global de casi un grado es significativo cuando se razona la gran cantidad de calor necesaria para calentar todos los océanos, la atmósfera y la tierra en esa pequeña cantidad. El mismo (Gillman, 2015) hace una observación que pone en evidencia la importancia de los 0.8° centígrados: “En el pasado, una caída de uno a dos grados fue suficiente para hundir a la tierra en la Pequeña Edad de Hielo. Una caída de cinco grados fue suficiente para sepultar a una gran parte de América del Norte bajo una imponente masa de hielo hace 20.000 años”. El párrafo anterior invita a cualquiera a tomar conciencia.

1.5. Antecedentes históricos de la lucha contra el calentamiento global⁷.

La relevancia que tomaron los temas del Calentamiento Global y el Cambio Climático basados en los estudios científicos en los primeros años de la década de los ochentas, motivaron a que en el año de 1988 se formara el Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC acrónimo de sus siglas en inglés Intergovernmental Panel on Climate Change) como una iniciativa de la Organización Meteorológica Mundial (World Meteorological Organization) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP acrónimo de sus siglas en inglés United Nations Environment Programme).

Como resultado el IPCC presentó en el año de 1990 su primer informe, en donde se pidió a los representantes del mundo que se tomaran las medidas necesarias, pues la atmósfera se estaba calentando. El IPCC es un organismo muy importante, ya que sus informes se utilizan como base para las decisiones adoptadas en el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas

⁷ United Nations. <http://www.un.org/spanish/conferences/cumbre&5.htm>

sobre el Cambio Climático (UNFCCC acrónimo de sus siglas en inglés United Nations Framework Convention on Climate Change).

1.5.1. La Cumbre por la tierra, Río de Janeiro, Brasil.

Como resultado de este primer informe se realizó la que llamarán “Cumbre de la tierra” (Earth Summit), United Nations Conference on Environment and Development (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo y el Medio Ambiente) en Río de Janeiro, Brasil en junio de 1992⁸. Los acuerdos de Río aprobaron tres directrices como base:

- El Programa 21 (Plan de acción mundial para promover el desarrollo sostenible.
- La Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Conjunto de principios en los que se definían los derechos civiles y obligaciones de los Estados)
- La Declaración de principios relativos a los bosques (Serie de normas para la ordenación más sostenible de los bosques del mundo).

Después de la Cumbre de Río se integró la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible (Commission on Sustainable Development –CSD-) que está integrada por representantes de 53 gobiernos miembros de las Naciones Unidas sobre la base de una representación geográfica equitativa. La función principal de la Comisión es supervisar a los gobiernos, organismos y grupos principales, en las medidas a adoptar para aplicar los acuerdos alcanzados en Río.

1.5.2. Protocolo de Kioto, Japón

La inercia y los resultados escasos que se tenían hasta entonces motivaron a una nueva reunión global, la cual está señalada como la más relevante cuyo resultado fue la adopción de lo que se conoce como el Protocolo de Kyoto, nombrado así porque se adoptó en la citada ciudad de Japón en diciembre de 1997. El objetivo principal de este acuerdo fue reducir las emisiones totales de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero de los países industrializados en

⁸ United Nations. <http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html>

al menos un 5% con base en los niveles de 1990. Dicho documento se formalizó en marzo de 1998, sin embargo los compromisos firmados parecían muy drásticos para ciertos países (Estados Unidos y Rusia) quienes ratificaron años después.

1.5.3. La Cumbre de Johannesburgo, Sudáfrica⁹.

En consecuencia con las reuniones de Río y Kioto, se realizó otra reunión global en Johannesburgo, Sudáfrica en los meses de agosto y septiembre del 2002, con el objetivo de proponer soluciones a los problemas relativos a la conservación de los recursos naturales y su relación en el aumento creciente de la población y la demanda de los servicios que ésta tiene en consecuencia (agua, vivienda, comida, energía, etc.).

Johannesburgo dio como resultado el comienzo de más de 300 asociaciones voluntarias, la ONU declaró *“En Johannesburgo se asumieron compromisos -sobre mayor acceso a recursos hídricos y saneamiento y sobre energía, mejora de los rendimientos agrícolas, gestión de los productos químicos tóxicos, protección de la biodiversidad y perfeccionamiento de la ordenación de los ecosistemas- no sólo por parte de los gobiernos sino también de las organizaciones no gubernamentales (ONG), de las organizaciones intergubernamentales y de las empresas, con la adopción de más de 300 iniciativas voluntarias”*¹⁰.

1.5.4. La Cumbre de París, Francia.

La última reunión sobre el cambio climático fue en el año 2015 en diciembre, en la ciudad de París, Francia. El principal acuerdo de esta reunión fue establecer un plan de acción mundial que a largo plazo pone como límite del calentamiento global menor a 2°C sobre los niveles preindustriales. Lograr esos objetivos no será fácil, sin embargo la BBC de Londres redactó en su post: *“los países firmantes se comprometen a fijar cada cinco años sus objetivos nacionales para reducir la emisión de gases de efecto invernadero”*¹¹.

⁹ United Nations. http://www.un.org/spanish/conferences/wssd/cumbre_ni.htm

¹⁰ IDEM

¹¹ BBCCOP21: aprueban histórico acuerdo contra el cambio climático en la cumbre de París http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/12/151211_cumbre_clima_paris_cop21_acuerdo_az

A diferencia del Protocolo de Kioto el Acuerdo de París no es vinculante, así los países pueden cambiar sus planes según la situación interna, lo cual sucedió con los Estados Unidos de América al tomar la presidencia Donald J. Trump en los primeros meses de su mandato en 2017.

Este acuerdo se ratificó en 2016 por los diferentes países que se comprometieron en Francia, sin embargo hubo dos países que no lo firmaron: Siria (debido a la guerra civil en la que se encuentra) y Nicaragua (por considerar al acuerdo débil contra las potencias industrializadas). Poco después y forma parte fundamental de lo que se ha llamado: Objetivos de Desarrollo Sostenible (Sustainable Development Goals), los cuales son 17 objetivos para terminar con la pobreza extrema, luchar contra la desigualdad y la injusticia y combatir el cambio climático en los próximos quince años.

1.6. El sector agropecuario y la ecología

1.6.1. Introducción a los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la agricultura.

De acuerdo a Duraiappah et al. (2005), la actividad económica global aumentó casi siete veces entre 1950 y 2000, lo anterior ha provocado un crecimiento en el ingreso y un cambio en la estructura del consumo: *“la proporción del ingreso adicional gastado en alimentos disminuyó, así la importancia de los alimentos básicos con almidón (como arroz, trigo y papas) fue menor y las dietas incluyeron más grasa, carne y pescado, frutas y hortalizas, y también se incrementó el consumo proporcional de bienes y servicios industriales”*. La desigualdad de la distribución del ingreso en las últimas tres décadas del siglo XX creó zonas con mayor poder económico, desarrollo y PIB per cápita en América del Norte, el Noreste de Asia, Europa Occidental y Australia, esto tuvo como consecuencia el crecimiento de los flujos de comercio internacional, tan sólo en 2001, el comercio internacional de bienes era igual al 40% del producto mundial bruto (Duraiappah et al., Ibid).

El crecimiento masivo del consumo, los cambios estructurales de éste y el aumento del comercio internacional desde mediados del siglo XX obligaron a cambiar los sistemas de producción, que pasaron del pastoreo en praderas basado en plantas a uno basado en concentrado de grano o combinaciones de éstos. Los inventarios ganaderos de bovinos, y en general de las

especies de granja, crecieron y eso obligó a abrir tierras (deforestar) para producir forrajes (maíz, sorgo, soya) y para ampliar los pastizales. Las consecuencias causadas por este desarrollo en la producción de alimentos han provocado la sobreexplotación y cambios negativos para los ecosistemas.

Se estima que a nivel global, las actividades pecuarias contribuyen con un 18 por ciento al total de emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero, en las siguientes partidas:

- I) Energía;
- II) Industria;
- III) Residuos;
- IV) Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS); y,
- V) Agricultura.

De acuerdo a Steinfeld et al. (2009) en cuanto a los principales gases con las que contribuye y sus porcentajes se tiene:

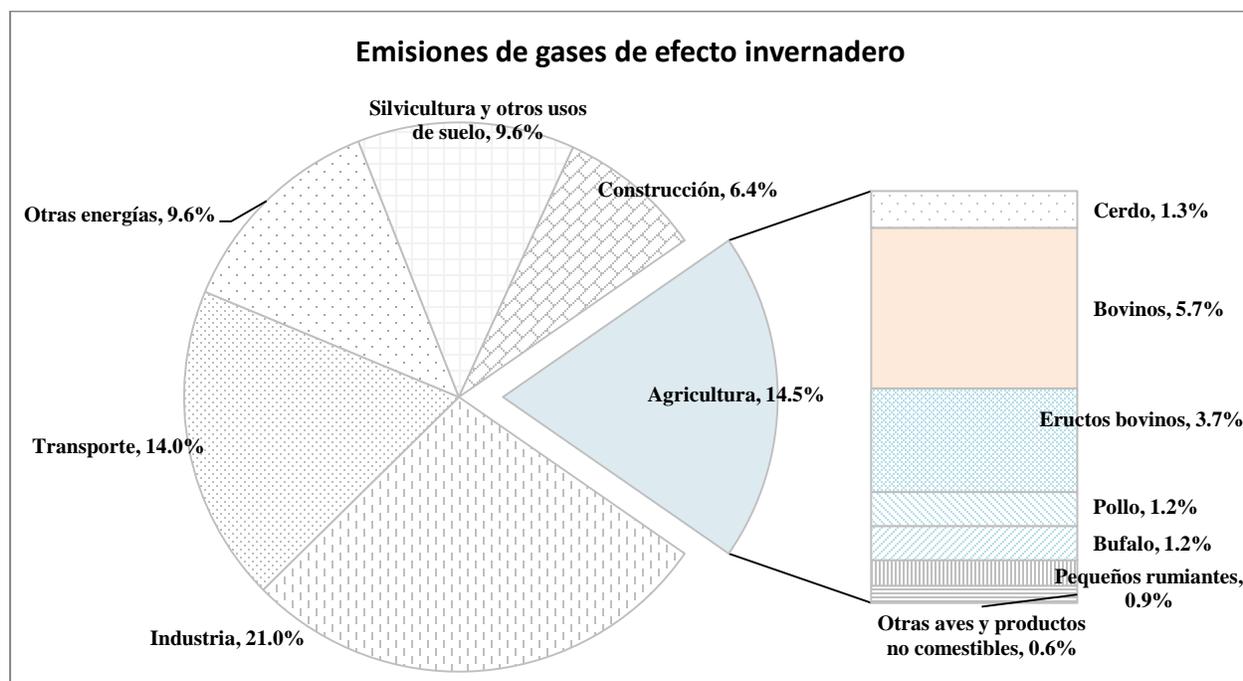
- Dióxido de carbono. El sector pecuario es responsable del 9 por ciento de las emisiones antropogénicas globales.
- Metano. El sector pecuario es responsable del 35-40 por ciento de las emisiones antropogénicas globales.
- Óxido nitroso. El sector pecuario es responsable del 65 por ciento de las emisiones antropogénicas globales y,
- Amoníaco. El sector pecuario es responsable del 64 por ciento de las emisiones antropogénicas globales.

A nivel global hay diferentes puntos que muestran la importancia del sector agropecuario en la contribución de GEI, por ejemplo, la revista Horizon¹² de la Comunidad en su artículo titulado “Can we make cow burps climate-friendly?” (¿Podemos hacer que los eructos de las vacas sean amigables con el clima?), señala que las 1.4 mil millones de cabezas de ganado

¹² https://horizon-magazine.eu/article/can-we-make-cow-burps-climate-friendly_en.html

contribuyen con un 9.4% del total de las emisiones de GEI, pues una vaca adulta y productiva puede liberar hasta 500 l de metano (CH₄) diariamente.

Gráfico 9. Emisiones mundiales de GEI por sector económico en el mundo.



Fuente: Horizon Magazine (Gillman, 2015).

El sector agropecuario sobresale por ser un sector estratégico dada su relación directa con la seguridad alimentaria, ya que se ha identificado que la producción agrícola y ganadera es la tercer fuente que emite dióxido de carbono equivalente (CO₂e) de acuerdo a diferentes estudios (Varnero, 2011).

Dada la variedad de gases que contribuyen al calentamiento global en la actualidad, se creó una medida como equivalencia para todos los gases que provocan el efecto invernadero con base en su potencial de calentamiento climático, el cual es el CO₂e, dióxido de carbono equivalente. Así de acuerdo a (Varnero, 2011), teniendo como base el CO₂, una unidad de Metano (CH₄) es equivalente a 21 de CO₂ y una unidad de óxido de Nitrógeno (N₂O) es equivalente a 310 de CO₂.

Tabla 3. Tabla de equivalencias para el CO₂e de acuerdo al potencial de calentamiento.

Nombre	Nomenclatura Química	Potencial de calentamiento
Dióxido de carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	21
Óxido nitroso	N ₂ O	310
Tetrafluoruro de azufre	SF ₄	23900
Perfluorocarbonos	PFC	9200
Fluorocarburos	HFC	11700

Fuente: Varnero (2011)

El problema del calentamiento global debido a la emisión de gases de efecto invernadero, ha generado diferentes retos en todos los sectores productivos a nivel mundial. Los daños al medio ambiente son tan grandes que hay opiniones desde conservadoras hasta fuera de serie, por citar dos casos se tiene a Sachs (2015) y a Klein (2015), donde resalta la urgencia para el uso de energías limpias.

1.6.2. Un ejemplo claro: El agua

El consumo y el mantenimiento de los animales exigen una gran demanda de agua, ya que es necesaria para la producción pecuaria y agrícola, el agua constituye entre el 60 y el 70 por ciento del peso corporal y es vital para el sano y buen desarrollo de los animales.

“Sin agua no hay vida”. En la actualidad no se ha valorado al agua como un recurso escaso en muchos sectores, y a pesar de que en la economía clásica ya se había tocado este punto en la paradoja del valor del agua y los diamantes, expuesta por Adam Smith en la riqueza de las naciones que dice:

“No hay nada más útil que el agua, pero con ella apenas se puede comprar cosa alguna ni recibir nada en cambio. Por el contrario, el diamante apenas tiene valor en uso, pero generalmente se puede adquirir, a cambio de él, una gran cantidad de otros bienes”¹³.

¹³ Smith, Adam, “Investigación sobre la naturaleza y causas de La riqueza de las naciones” Tomo I, Pág. 47.

Es hoy cuando, esta paradoja comienza a tener sentido, pues la solución de los marginalistas se vuelve realidad. La teoría de la utilidad marginal explica esta situación con un ejemplo: si una persona estuviese en el desierto y por la deshidratación, su vida dependiera de una botella de agua, esa botella de agua sería tan valiosa, dadas las circunstancias que, con gusto daría todos los diamantes que tuviera en su poder a cambio del agua. En otro contexto, por ejemplo, en el Amazonas, nadie cambiaría un diamante por una botella de agua. Es así como se explica una teoría subjetiva del valor. La explicación teórica es que la utilidad marginal decrece al incrementar su disponibilidad (y viceversa).

Tabla 4. Requerimiento de agua para diferentes especies agrícolas¹⁴.

Especies	Condición fisiológica	Peso medio	Temperatura del aire			
			15	25	35	
			Necesidad del agua			
			kg	litros / animal / día		
Bovinos	Sistema pastoral africano -lactancia-	2 lts leche/día	200	21.8	25	28.7
	Razas grandes -Vacas secas-	279 días de gestación	680	44.1	73.2	102.3
	Razas grandes - Mitad lactancia-	35 lts leche/día	680	102.8	114.8	126.8
Cabras	Lactantes	0.2 lts leche/día	27	7.6	9.6	11.9
Ovejas	Lactantes	0.4 lts leche/día	36	8.7	12.9	20.1
Camellos	Mitad lactancia	4.5 lts leche/día	350	31.5	41.8	52.2
Aves	Pollo de asar adulto (100 animales)			17.7	33.1	62
	Ponedoras (100 animales)			13.2	25.8	50.5
Cerdos	Lactantes -ganancia de peso diaria del cerdo 200g		175	17.2	28.3	46.7

Fuentes: Luke (1987); National Research Council (1985; 1987; 1994; 1998; 2000); Pallas (1986); Ranjhan (1998). Citado por FAO, 2009, pág. 145

A medida que la población crece es necesario satisfacer la demanda de alimentos, implementar tecnología y hacer más eficientes los sistemas agrícolas, sin embargo se debe tener en cuenta que de los factores de producción: tierra, trabajo y capital, la tierra es un recurso limitado, pero el agua también.

Llevando el concepto económico al contexto ecológico de acuerdo al Consejo Consultivo del agua A.C. 2017) y a Steinfeld *et al.* (2009):

¹⁴ Tomado de Steinfeld *et al.*, 2009.

- Sólo el 2.5 por ciento del agua en el mundo es agua dulce ya que el restante 97.5 por ciento es el agua salada de los mares y océanos del planeta.
- Del 2.5 por ciento de agua dulce del mundo sólo el 1 por ciento se encuentra disponible para consumo humano en arroyos, ríos, lagos y otros cuerpos superficiales de agua.
- Steinfeld et al. (2009) cita Dompka (2002) y a la UNESCO (2005) con el siguiente texto “el 70 por ciento de todos los recursos de agua dulce están atrapados en glaciales y nieves perpetuas (como los cascos polares) y en la atmósfera”.

La información anterior no es nueva, sin embargo fue en la década de los ochentas que se comenzaron a implementar medidas a nivel mundial para el ahorro del agua, y cada vez es más fomentada la información sobre el cuidado del agua. No sería extraño que dentro de cincuenta años, los países ricos sean aquellos que calcularon la producción de sus alimentos con bases de una economía ecológica.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dada la importancia de la carne en la alimentación, la tendencia creciente de la población (de acuerdo al último censo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía en México del año 2010, había 112.3 mill. de habitantes) y los recursos limitados del planeta, es necesario desmitificar y hacer conciencia respecto a la importancia de promover una producción sustentable, analizando cuidadosamente el entorno productivo desde un enfoque de largo plazo sin perjudicar al productor o al consumidor, de manera que se logre satisfacer la demanda sin tener impactos en el medio ambiente o bien, con el mínimo daño.

El bovino en la actualidad es el animal de granja más señalado dada su naturaleza, ya que por el tamaño del hato ganadero y la cantidad que se produce de CO₂e por cabeza, así como de los insumos (tierra y agua para los forrajes y pastizales), contribuye de manera significativa al calentamiento global, sin embargo no es opción el dejar de producir carne de bovino, de modo que, como en diferentes países del mundo se han establecido diferentes medidas, que van desde los bonos de carbono (bonos a quién reduzca la cantidad de CO₂e que produce en su proceso), como impuestos.

La otra crítica para la carne bovina se relaciona con la salud del ser humano, pues el debate tiene partidarios a favor y en contra y tomó más fuerza a partir de las declaraciones de la OMS en 2015, donde se relaciona el consumo de carnes rojas con el cáncer.

Con base en las premisas anteriores el problema que abarca el presente trabajo se desarrollara en tres partes limitándose a la República Mexicana como espacio geográfico y de manera general:

1. Cuantificar las emisiones de CO₂e de la producción de la carne de vacuno (el de mayor contribución a los GEI),
2. Establecer la relación del consumo de carne de bovino con la salud del ser humano.

3. Proyectar el inventario con base en el consumo per cápita para obtener un escenario de la producción de GEI y la mortalidad de los consumidores de carne bovina en México.

Es importante aclarar que el nuevo entorno político del gobierno de México (el cual afecta al sector agrícola y pecuario) mostrado en la Conferencia sobre el Cambio Climático de París (COP 21) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), en donde el presidente en turno se comprometió a disminuir en un 22% las emisiones de CO₂e (Unidades equivalentes de Dióxido de Carbono), señala que dentro de los compromisos clave se tiene el de disminuir en un 8% las emisiones de CO₂e del sector agropecuario, contra la línea base del año 2013 y es en este acuerdo donde la producción y el consumo de carne bovina juegan un papel importante.

5. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS GENERAL Y PARTICULARES

1.7. Objetivo general

Calcular por medio de modelos econométricos la cantidad producida de GEI en la producción de bovinos para carne en México, el hato de ganado de carne, la relación de la mortalidad con el consumo de carne bovina para tener un escenario al año a mediano plazo (año 2025) el consumo, mortalidad, inventario y subproductos indeseados (CO₂e).

1.8. Objetivos específicos

1. Crear modelos econométricos dinámicos que representen el consumo per cápita, el inventario de ganado bovino de carne, la mortalidad por enfermedades modernas (cáncer, diabetes e hipertensión) y permita su predicción.
2. Cuantificar y proyectar el CO₂e con base en las ecuaciones calculadas como un subproducto negativo o indeseable de la producción de carne bovina.
3. Con base en los resultados obtenidos crear escenarios y recomendaciones de política pública.

1.9. Hipótesis

El consumo de carne de res en exceso perjudica la salud del ser humano, por lo que se debe disminuir su consumo por medio de políticas duras y blandas, esto beneficiará al medio ambiente y podría disminuir la mortalidad por enfermedades modernas.

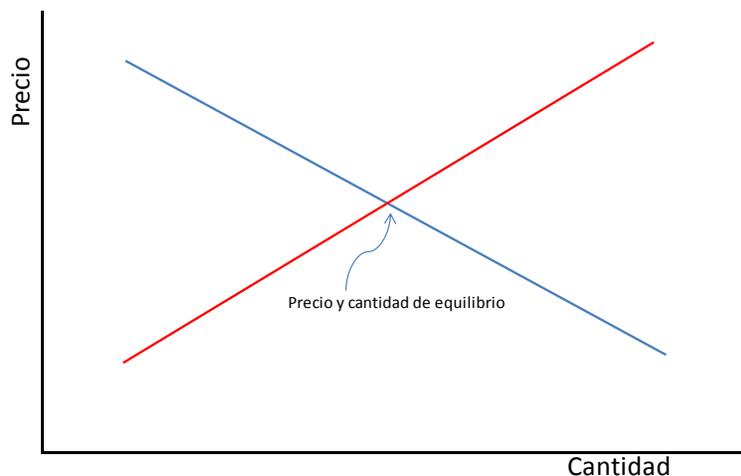
A cierto nivel de precio disminuirá el consumo de carne de res a un nivel recomendado (ley de la demanda), lo cual tendrá beneficios en la salud de los consumidores y en el medio ambiente con la disminución de los GEI.

6. REVISIÓN DE LITERATURA

1.10. Ley de oferta y demanda

Tradicionalmente el encuentro entre oferentes (vendedores) y demandantes (compradores) se realizaba en un espacio físico donde se realizaba el intercambio de bienes o servicios (mercado), sin embargo la tecnología ahora provee de diferentes herramientas que permiten que dos o más personas acuerden un intercambio de bienes o servicios sin importar la distancia, el horario o si se tiene físicamente el producto o no. Esto ha creado diferentes tipos de mercados como los de divisas, futuros o de comercio electrónico. El gráfico 8 muestra el equilibrio de mercado para la oferta y la demanda.

Gráfico 10. Representación clásica de las curvas de oferta y demanda.



Fuente: Elaboración propia.

“La ley de la oferta y la demanda refleja la relación entre la cantidad ofrecida a un precio determinado, o bien, la cantidad demandada ante un precio definido, esto en un mercado de competencia perfecta. El precio es el que regula la cantidad que se demanda y que se ofrece y cuando esta cantidad es igual (cantidad de equilibrio), se dice que se tiene el precio de equilibrio”

En términos más generales se dice que para el caso de la oferta si el precio es más alto que el precio de equilibrio, la cantidad ofrecida será mayor que la cantidad demandada, mientras que

por el lado de la demanda es lo contrario, si el precio es demasiado bajo, la cantidad demandada será mayor que la cantidad ofrecida, de modo que en ambos casos el mercado regresará al precio de equilibrio, en un mercado de competencia perfecta.

1.10.1. La oferta de productos agrícolas

De acuerdo a Brambila (2011), las características de la producción agropecuaria son las siguientes:

- a) Es estacional. Depende del clima, las estaciones del año y del ciclo agrícola y en el caso del ganado y aves, además de lo anterior también depende del ciclo biológico, por lo que dependiendo del cultivo se tiene una cosecha o dos por año agrícola, de este modo es necesario almacenar la cosecha para distribuirla todo el año. El comercio internacional ha dado cierta facilidad para subsanar las malas cosechas por medio de las importaciones pero, a nivel interno del país o externo, es necesario tener los medios de transporte y vías de comunicación, así como los almacenes para internar el producto externo o bien, exportar los excedentes o una cantidad de éstos.
- b) Es dispersa. Es común que la oferta de los productos agropecuarios sea la suma de los productores individuales (sin importar el tamaño de estos), por lo que esta característica crea a otros actores como acopiadores e intermediarios, para que los consumidores finales tengan los productos que requieren. Hay que señalar que el mismo proceso de acopio, transporte y distribución crea mermas, de acuerdo a la FAO (2012) dependiendo el continente y el producto las pérdidas desde la cosecha hasta el minorista van desde el 6% hasta el 20%.
- c) Es variada. Como se mencionó en el punto anterior, la oferta de los productos agropecuarios depende de los productores individuales, además de las unidades (plantas y animales), que también son variados, de modo que eso unido a las prácticas heterogéneas hace imposible tener productos homogéneos, por eso los productos similares se agrupan (calidad) conforme a sus características de variedad, tamaño, color, sabor, etc.

- d) Es perecedera. Los productos del campo continúan su proceso de maduración y respiración (frutos y vegetales) hasta la putrefacción, y en el caso de las carnes el proceso del *rigor mortis*, esto hace necesario que se requiera rapidez y condiciones especiales para transportarlos (refrigeración, embalaje, encerados) o bien procesos de industrialización (pasteurización, pre cocción, cocción o enlatado).
- e) Es variable. La producción depende del clima, luz solar, horas frío, plagas y enfermedades, método de cultivo, temporal, economía del productor, etc. Todos estos factores hacen que la producción no sea constante ni en tamaño, cantidad, grado de maduración o estado físico.
- f) Es voluminosa económicamente. Los frutos, legumbres y carnes tienen un volumen que aún con el embalaje tiene espacios vacíos, además de que por sus características primero se acopia para después transportarlo en grandes cantidades a los centros de consumo donde se distribuye a otros intermediarios y finalmente al consumidor final, que sólo necesita una pequeña porción, es importante señalar que cada producto tiene características distintas y que, como se mencionó, son perecederos, lo que hace que el precio al que el consumidor final adquiere su porción incluya todos los costos generados en la cadena comercial.
- g) La producción agrícola y ganadera es un insumo. En general sólo los frutos pueden consumirse directamente del árbol, los demás productos agropecuarios requieren desde lavado y desinfección hasta transformaciones completas como el caso del azúcar de caña o la harina de trigo.

En términos generales la oferta agropecuaria se determina por:

- i. Precio del bien (al productor).
- ii. Precio de los insumos (mano de obra, materia prima, etc.).
- iii. Precio de otros bienes relacionados (competitivos y acoplados o asociados).

- iv. Tecnología (descrita por la forma de la función de producción).
- v. Inventarios
- vi. Otros (costo del capital, cantidad de los insumos, un nuevo competidor, etc.)

1.10.2. Elasticidad de la oferta

Cada factor que afecta a la oferta se clasifica dentro de una elasticidad, propia de la oferta, que de acuerdo a la definición de (FAO, 2012), mide cómo la cantidad ofertada cambia cuando el precio de un bien aumenta un 1 por ciento.

Tabla 5. Resumen de las elasticidades de la oferta.

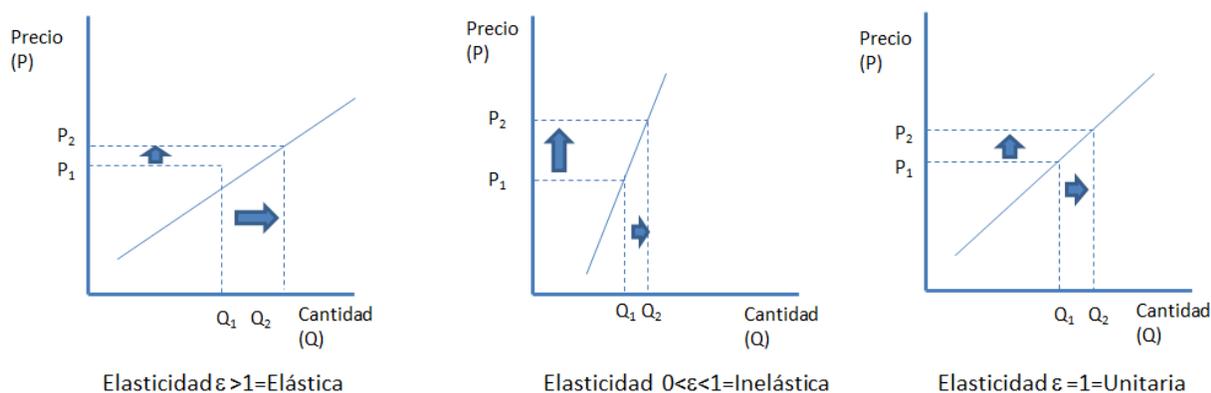
Elasticidad	Fórmula	Clasificación	Interpretación	
		= 1,	Unitaria	Una variación del 1 por ciento en los precios da lugar a un cambio equivalente en la cantidad ofrecida.
Elasticidad propia de la oferta	$\frac{\% \Delta Q_o}{\% \Delta P}$	= $0 < \varepsilon_{po} < 1$,	Inelástica	Cuando la respuesta de los oferentes es menor en proporción al cambio en el precio.
		= $1 < \varepsilon_{po}$,	Elástica	Cuando la respuesta de los oferentes es mayor en proporción al cambio en el precio.
		= 0,	Perfectamente inelástica	
		= ∞ ,	Perfectamente elástica	
Elasticidad cruzada de la oferta	$\frac{\Delta Q_x}{\Delta P_y} \cdot \frac{P_y}{Q_x}$	= $\varepsilon_{xy} > 0$,	Bienes sustitutos o sustitutos	
		= $\varepsilon_{xy} < 0$,	Bienes complementarios	

Fuente: Adaptado de García et al. (1990, 2003).

Un dato que es importante señalar, es que para los productos agropecuarios las elasticidades precio de la oferta son inelásticas (Tomek y Robinson, 1990; Vázquez y Martínez, 2015). Esto se

debe a que la oferta no cambia con la misma velocidad que la demanda, ya que obtener la producción de los cultivos o el obtener la carne de los animales toma su tiempo por lo que no es posible modificar la oferta inmediatamente a los cambios en los precios.

Figura 5. Representación gráfica de las elasticidades de la oferta.



Fuente: Elaboración propia.

1.10.3. La demanda de productos agrícolas.

Al igual que la oferta, la demanda de productos agrícolas tiene características propias, citando nuevamente a (Ricalde et al., 2005) estas son:

- La demanda es diaria. Los alimentos en promedio se consumen tres veces al día, por lo que vegetales, frutos y carnes que se requieren para preparar la comida de manera constante, esto para satisfacer el abasto de las ciudades y demás centros de población.
- Los alimentos no deben hacer daño. Además de proporcionar los nutrientes necesarios deben de cumplir con las normas de sanidad e inocuidad para evitar enfermedades en el ser humano.
- Es de temporada. En cada país las costumbres religiosas y las fechas importantes representan un alza en la demanda, por ejemplo, en México para el mercado de flores las fechas más representativas son: el día de San Valentín (14 de febrero), el día de la madre (10 de mayo), el mes de julio (fin de cursos) y el día de muertos (1 y 2 de

noviembre). Lo anterior implica que el productor deba planear la producción para poder tener un mayor ingreso, pues la misma temporada normalmente provoca un aumento en los precios.

- d) La demanda del consumidor final es pequeña. En comparación con los volúmenes de producción, de acopio, de transporte y almacenamiento, el consumidor final requiere cantidades pequeñas para alimentarse, por ejemplo la cantidad para la comida de una familia de tres personas adultas sería: 500 g de frijol, 1 kg de tortilla, verduras variadas en cantidades menores a un kg, 1 kg de carne, agua y 250 g de arroz. Una observación interesante es que normalmente en todos los hogares se tienen sobras, “*pérdidas y desperdicio durante el consumo en el hogar*” (Martínez, 1990).

Al igual que en la oferta, en la demanda hay factores que se consideran en general son determinantes:

- i. Precio del bien (al consumidor).
- ii. Precio de otros bienes relacionados (sustitutos y complementarios).
- iii. Ingreso.
- iv. Gustos y preferencias.
- v. Tamaño y distribución de la población,
- vi. Expectativas de precios futuros.

1.10.4. Elasticidad de la demanda

En la demanda como en la oferta, también se clasifican en elasticidades los cambios porcentuales que influyen en la cantidad demandada. En la demanda se tiene la *elasticidad precio de la demanda* que mide los impactos de la variación en la cantidad demandada, la fórmula es idéntica a la de la oferta, pero con referencia a la cantidad demandada (Q) y al precio del bien (al consumidor).

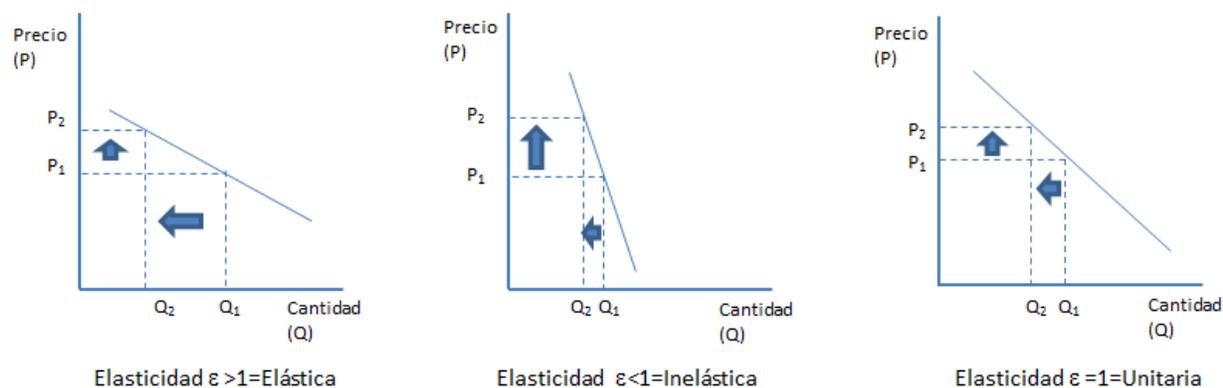
Tabla 6. Resumen de las elasticidades de la demanda.

Elasticidad	Fórmula	Clasificación	Interpretación
Elasticidad precio propia de la demanda	$\frac{\% \Delta Q_d}{\% \Delta P}$	$= 1 $, Unitaria	Una variación del 1 por ciento en los precios da lugar a un cambio equivalente en la cantidad demandada.
		$= 0 < \varepsilon_{pd} < 1 $, Inelástica	Cuando la respuesta de los demandantes es menor en proporción al cambio en el precio.
		$= 1 < \varepsilon_{pd}$, Elástica	Cuando la respuesta de los oferentes es mayor que proporcional al cambio en el precio.
		$= 0$, Perfectamente inelástica	
		$= \infty$, Perfectamente elástica	
Elasticidad ingreso de la demanda	$\frac{\% \Delta Q_d}{\% \Delta I}$	$= \varepsilon_i < 0$, Bien inferior	A medida que aumenta el ingreso, disminuye la cantidad consumida.
		$= 0 < \varepsilon_i < 1$, Bien normal	A medida que aumenta el ingreso, aumenta la cantidad consumida.
		$= \varepsilon_i > 1$, Bien Superior	A medida que aumenta el ingreso, aumenta la cantidad consumida de manera más que proporcional.
Elasticidad cruzada de la demanda	$\frac{\Delta Q_x}{\Delta P_y} \cdot \frac{P_y}{Q_x}$	$= \varepsilon_{xy} > 0$, Bienes sustitutos o sustitutos	
		$= \varepsilon_{xy} = 0$, Bienes independientes	
		$= \varepsilon_{xy} < 0$, Bienes complementarios	

Fuente: Adaptado de García et al. (1990, 2003).

El tópico tradicional de la demanda dictó por mucho tiempo que se consumía lo que se producía, pero hoy día la información y las tendencias de los consumidores han cambiado esto, de modo que ahora es el consumidor el que exige al productor bienes con ciertas características (orgánico, sustentable, de cierto tamaño).

Figura 6. Representación gráfica de las elasticidades de la demanda.



Fuente: Elaboración propia.

En este esquema no solo entran los consumidores individuales, también las empresas que en busca de mejores ganancias fomentan en los productores insumos de ciertas variedades, como en el caso del café, en el cual las empresas de café soluble buscan variedades con más alto contenido de cafeína pues les garantiza mayores rendimientos, pero cierran el mercado al productor, pues estas variedades no son de buena calidad para el mercado de café en grano.

1.11. Productos diferenciados

La libre competencia del mercado motiva a los oferentes a adaptarse a los consumidores, sin embargo en el campo de la alimentación es tangible que la calidad del producto (diferenciación vertical) es la que otorga un beneficio que hace distinto al producto con un beneficio objetivo, por ejemplo el tamaño (calidad), la cantidad de grasa (marmoleo), etc. A nivel comercial son las características subjetivas como el empaque o la marca (diferenciación horizontal) las que hacen la diferencia.

Actualmente hay demandas perfectamente marcadas en los productos agropecuarios (orgánicos, de comercio justo, sustentables, certificado de origen o bien con alguna característica particular física, como las sandías cuadradas o las manzanas en forma de corazón), además de las características de calidad propias de cada producto, de este modo la innovación se hace desde su origen:

- i. **Orgánicos.** Son productos donde se utilizan al máximo los recursos, no se utilizan fertilizantes y plaguicidas químicos, solo orgánicos, minimizando el uso de los recursos no renovables para proteger la salud humana y el medio ambiente. En este caso los operadores orgánicos deberán tener un registro de sus sistemas de producción u operación orgánica, así como un registro de datos en los que consten las estadísticas y actividades administrativas y los insumos utilizados en la misma y deben cumplir con las disposiciones aplicables en materia de producción orgánica, dichas prácticas se avalan por un Organismo de Certificación Orgánica (OCO) aprobado por el SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). En México, se deben cumplir con las normas de la Ley de Productos Orgánicos para obtener el sello “Orgánico SAGARPA México” que es el distintivo que brinda la certeza de ser un producto de calidad e inocuidad.

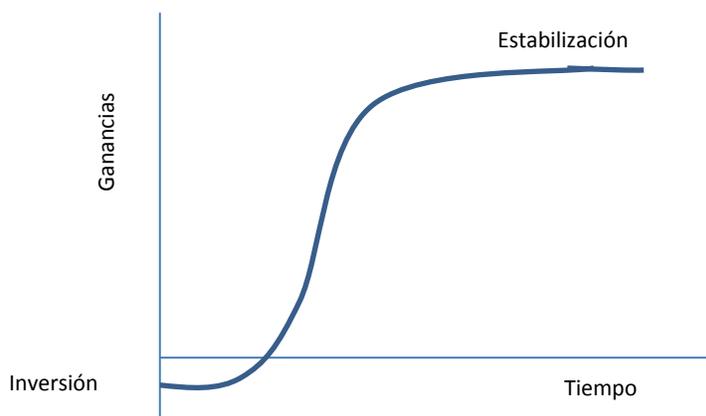
- ii. **Sustentables o sostenibles.** Los términos se han usado de manera indistinta, pero se toma como correcto sostenible (Calva, 2007; Martínez, 1990; SAGARPA, 2017b; Santoyo, 1977) para hacer referencia a los productos que se producen con mínimo o nulo impacto al ambiente, garantizando el futuro de los recursos para las siguientes generaciones, bajo términos de rentabilidad económica y equidad social.

- iii. **Denominación de origen.** Es una manera de agregar valor a los productos agropecuarios diferenciando la calidad de los productos agrícolas de una región o zona geográfica determinada y que va dirigida a aquellos consumidores que tienen preferencia por alguna característica de los productos. Para obtener la Denominación de origen es necesario cumplir con las normas establecidas en los tratados comerciales y registrar el producto, en el caso de México se tramita en la Secretaría de Economía.

- iv. **Organismos Genéticamente Modificados (OGM).** De acuerdo a la COFEPRIS (Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios) los OGM se definen como “Cualquier organismo vivo, con excepción de los seres humanos, que ha adquirido una combinación genética novedosa, generada a través de uso de técnicas de

la biotecnología moderna”. Actualmente hay grandes debates de su utilización consumo y consecuencias en la alimentación del ser humano.

Gráfico 11. Gráfico de un producto de innovación en el mercado.



Fuente: Elaboración propia.

1.12. Intervenciones gubernamentales en el consumo

Una de las funciones del estado es la de regular los mercados (incluso los competitivos) de diferentes maneras, para esto cuenta con distintas herramientas las cuales se clasifican en dos grupos de manera general:

a) Los instrumentos de política suave (soft policy), que consisten en dar información y hacer publicidad sobre el tema, sin aplicar reprimendas.

c) Los instrumentos de la llamada política dura (hard policy), que consisten en aplicar castigos o premios de manera directa o indirecta. Para hacerla efectiva cuenta con tres herramientas: la fijación de precios, los subsidios y los impuestos,

1) La fijación de precios. Esta política busca establecer precios mínimos, máximos o bien una banda de precios con el propósito de beneficiar a un sector en particular. En México se llevó a cabo esta política desde 1953 hasta 1994 por medio de los precios de garantía (Calva, 2007; Martínez, 1990; SAGARPA, 2017; Santoyo,

1977); de este modo se intentó fomentar la producción de alimentos y materias primas con el objetivo de controlar también los precios oficiales de los bienes finales además del control de las importaciones y las exportaciones de los productos agropecuarios.

Esta política comenzó a diluirse en 1989 cuando sólo se dejaron al maíz y frijol con precio de garantía y esta política terminó con la entrada del Tratado de Libre Comercio de América del Norte.

2) Los subsidios. Estos se clasifican en dos tipos:

- a. Subsidios indirectos. Que son los entregados a la producción de un bien o a la transacción de dicho bien, por ejemplo los subsidios para el diésel agropecuario o a la energía eléctrica con uso agrícola, ambos vigentes en México.
- b. Subsidios directos. Son pagos directos a las personas o empresas, en México comenzaron a darse como forma de apoyo en lugar de los precios de garantía a través de programas gubernamentales como PROCAMPO (Programa de Apoyos Directos al Campo), que estuvo vigente de 1994 a 2014, cambiando su nombre a PROAGRO Productivo (Steinfeld et al., 2009).

3) Los impuestos. Estos se clasifican en dos tipos:

- a. Impuestos directos. Son aquellos que afectan a las empresas directamente, como el Impuesto sobre la renta.
- b. Impuestos Indirectos (al consumo). Son aquellos que afectan las transacciones comerciales y se clasifican en:

- i. Impuestos específicos. Son aquellos sobre la venta o la producción sobre cantidades específicas, estos son fijos, por ejemplo para México el IEPS (excepto el IVA).
- ii. Impuestos Ad valorem. (del latín "de acuerdo al valor), se cobra como un porcentaje del valor de un bien. Es más común que un impuesto específico.

1.12.1. Intervención por impuestos

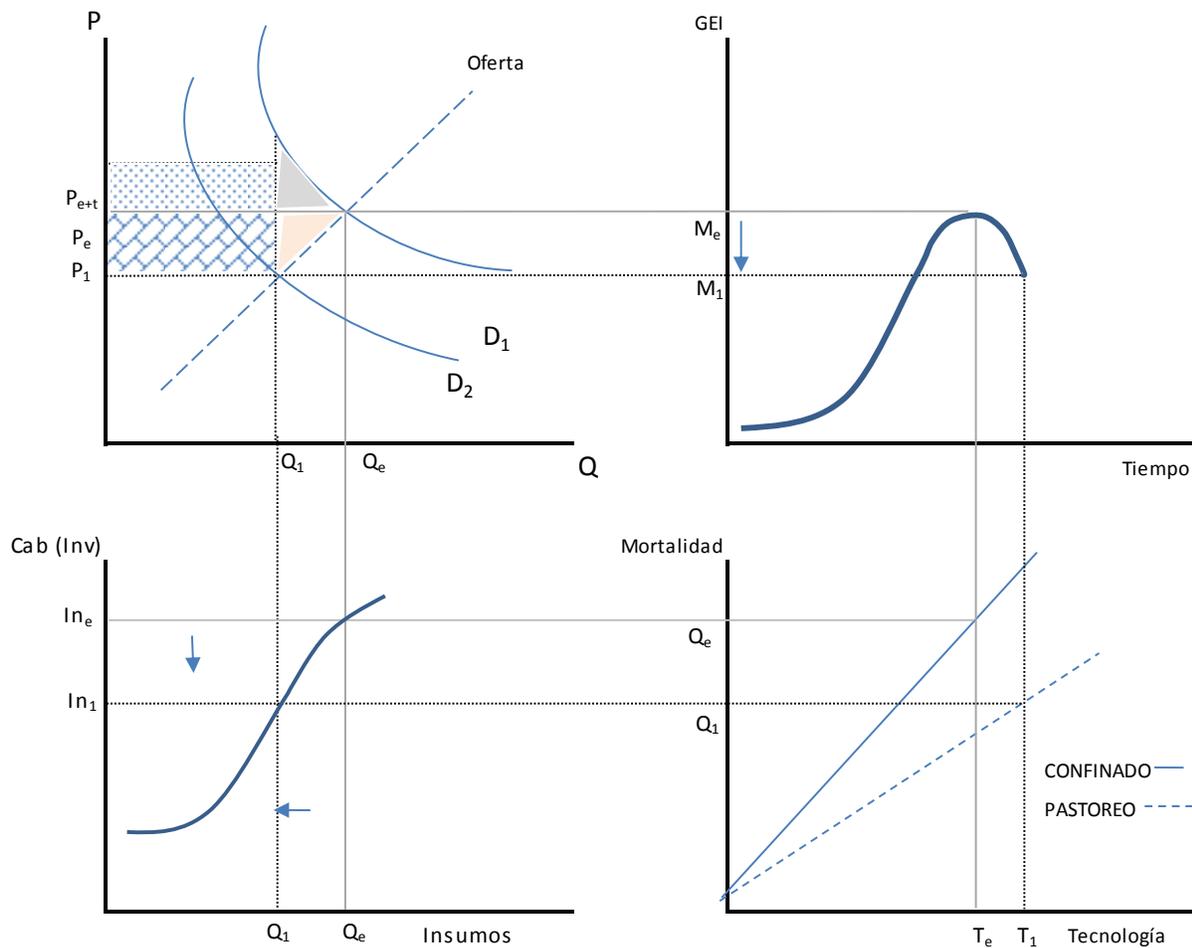
Los impuestos, como una política dura, han demostrado su eficiencia para reducir el consumo. Debido a las ventajas que tiene el impuesto Ad valorem es el más común, en México un ejemplo bien conocido es el Impuesto al Valor Agregado (IVA) que es un impuesto de consumo general que exenta a los básicos, pero como ejemplos de impuestos de control al consumo se pueden mencionar el impuesto a las bebidas azucaradas y el impuesto al tabaco. Crosson et al., (2011), concluye que los impuestos al consumo de alimentos por unidad es una política rentable para disminuir las emisiones de GEI, basándose en tres puntos:

1. Los costos de monitoreo de las emisiones agrícolas son muy altos, lo que hace que cobrar impuestos a las emisiones producidas a nivel de campo sea costoso.
2. La tecnología actual tiene limitaciones para reducir las emisiones agrícolas de GEI por medios técnicos, de modo que la única forma de reducir drásticamente las emisiones es reducir la producción.
3. Hay diferencias biológicas muy grandes e inherentes en la intensidad de emisión de GEI entre las diferentes categorías de alimentos.

Con base en el estudio de Crosson óp. cit., se analizan las probables consecuencias de un impuesto aplicado al consumidor en las variables del presente trabajo, conforme a la teoría económica.

Bajo el supuesto de un mercado de libre competencia, un impuesto al consumo primero modifica el precio de equilibrio (efecto precio), esto es que al precio de equilibrio se le adiciona el monto del impuesto (P_{e+t}), eso disminuye la cantidad demandada a Q_1 , lo que provoca que la demanda cambie de D_1 a D_2 , pero en ese punto los oferentes recibirán el precio P_1 lo que provocará una oferta menor (efecto producto). La diferencia entre el precio que pagan los consumidores (P_{e+t}) y el precio que reciben los productores (P_1) son los ingresos del gobierno; una vez ajustadas demanda y oferta al nuevo equilibrio P_1 y Q_1 se tornan el nuevo precio y cantidad de equilibrio ya ajustados por el monto del impuesto. En este caso tanto el consumidor como el productor tienen pérdidas, de modo que el nuevo equilibrio tiene un precio mayor para los consumidores y uno menor para los productores con una cantidad intercambiada menor. En estos términos se puede ver el resumen de los movimientos en la figura 7:

Figura 7. Análisis de un impuesto al consumo en las variables de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

Dónde:

 = Monto de los consumidores al gobierno.  = Pérdida social

 = Monto de los productores al gobierno.

La primera consecuencia de disminuir la cantidad demandada es un consumo per cápita menor, lo cual repercutirá en una menor mortalidad (efecto en la salud), del mismo modo al haber una menor demanda disminuirá la oferta, lo que provocará una disminución en los inventarios ganaderos y eso tendrá como consecuencia una menor superficie dedicada a forrajes y pastos inducidos, lo que podría disminuir la deforestación o bien se dedicaría esa superficie a otro tipo de cultivos. A mediano plazo con los incentivos para que los productores cambien de sistema de producción se podrían cambiar de sistema de producción (efecto tecnológico), como una forma de ofrecer un producto diferenciado, sustentable y más sano.

Un punto que se tiene que tener presente es la gran heterogeneidad que hay en los productores de carne bovina, esto como un orden natural dados los diferentes ecosistemas del país, de modo que la zona norte se ha desarrollado como una ganadería confinada, con restricciones de agua, que basa su engorda principalmente en granos, mientras que en el sureste y parte de la zona centro del país todavía se maneja una engorda de pastoreo o mixta, lo que de facilitaría que se integraran a la tecnología de pastoreo con los incentivos suficientes.

En el caso de los consumidores es importante mencionar que hay estratos (1 y 2) que difícilmente tienen acceso a la carne bovina de manera cotidiana hoy día, de modo que para ese sector de escasos recursos lo mejor sería promover con subsidios el acceso a otro tipo de proteína animal (efecto sustitución), proteína sustentable o producida con menos consecuencias para el medio ambiente. También el promover una dieta sana (política suave).

1.13. Contaminación bovina

El sector agropecuario es el eje principal en la alimentación de cualquier país, esa es la causa por la que hacen inversiones, proveen financiamiento, realizan investigación y dan facilidades a los productores.

Como consecuencia los subsectores agrícola y pecuario han crecido conforme la demanda de la población y las exigencias del intercambio comercial, lo que ha acarreado también el incremento en la necesidad de los insumos que requieren (tierra para cultivos, superficie para el ganado, agua y mejoras tecnológicas y genéticas.), al mismo tiempo también aumentaron los subproductos no deseados (estiércol, agua contaminada y GEI). Esta situación fue ignorada hasta los años cincuenta del siglo XX, cuando el uso de recursos para mantener y aumentar la producción comenzó a tener consecuencias tangibles.

El ganado de cualquier especie en general emite dióxido de carbono (CO_2) en su proceso respiratorio, metano (CH_4) por el proceso digestivo (los rumiantes en mayor y los mono gástricos en menor medida) y por medio del estiércol se producen (CH_4), óxido nitroso (N_2O), amoníaco (NH_3) y dióxido de carbono (CO_2) ya sea de manera sólida o líquida (Crosson et al., 2011).

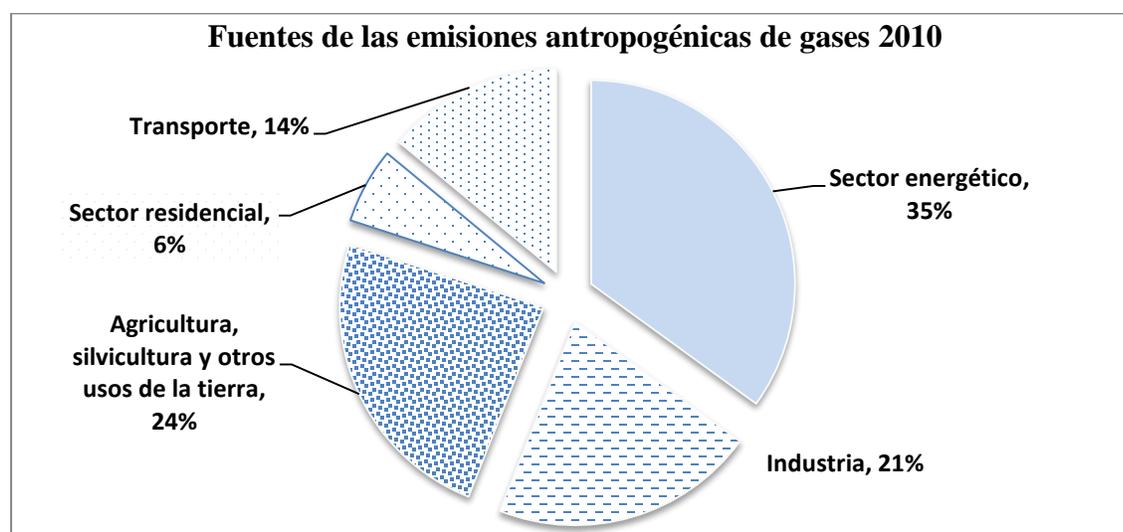
La especie más señalada en la contribución de GEI es el bovino, primero por la deforestación y apertura de tierras para el cultivo para forrajes o pastizales y en segundo lugar por la enorme emisión de dióxido de carbono (CO_2) por la fermentación entérica del rumiante que genera metano (CH_4) y óxido de nitrógeno (N_2O) además del mal manejo de sus residuos (Crosson et al., 2011). Con estos antecedentes se hacen investigaciones de los sistemas de producción agrícola y ganadera para reducir la emisión de dióxido de carbono (CO_2), de óxido de nitrógeno u óxido nitroso (N_2O) y metano (CH_4) que se generan al arar la tierra, al quemar la biomasa, al usar fertilizantes con nitrógeno, al deforestar con la descomposición de la biomasa y con la digestión de los rumiantes (como el ganado bovino).

Actualmente al evaluar la cadena productiva ahora se mide el impacto ambiental de un producto (carne en este caso) con la metodología del análisis del ciclo de vida (Life Cycle Analysis) o evaluación del ciclo de vida, que evalúa los impactos ambientales de un servicio o producto durante todas sus etapas, desde los insumos, producción, transformación, distribución, consumo y se incluye reciclaje, es por eso que también se le conoce a este método como el análisis de la cuna a la tumba. De Vries y De Boer, (2010) recopilaron varios estudios que usaron esta metodología para medir el impacto en el ambiente de la producción de carne de res, cerdo, pollo, huevo y leche.; ellos concluyen que la producción de carne de res es la que genera más

contaminación ya que produce de 14 a 32 kilogramos de CO₂e por kilogramo de carne, la carne de cerdo genera de 3.9 a 10 kilogramos de CO₂e y la de pollo de 3.7 a 6.9 kilos de CO₂e. La diferencia entre el mínimo y el máximo se debe al sistema de producción, la alimentación, clima o raza. Reportan que para producir un kilo de carne de res se requieren de 27 a 49 metros cuadrados de tierra, en cambio para un kilo de carne de cerdo se requieren de 8.9 a 12.1 metros cuadrados y para pollo de 8.1 a 9.9 metros cuadrados. La desigualdad es mayor si se mide por kilo de proteína, para carne de res se requieren de 144 a 258 metros cuadrados de tierra, en cambio para carne de puerco se requieren de 47 a 64 metros cuadrados y para carne de pollo de 42 a 52 metros cuadrados.

De acuerdo Villalobos et al. (2015) “En el sector agropecuario se reportan las emisiones de CH₄ y N₂O de las actividades pecuarias (fermentación entérica del ganado y manejo del estiércol), así como las de las actividades agrícolas (manejo de suelos, cultivo de arroz y quema en campo de residuos de cosechas). También se incluyen las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O por el uso de combustibles con fines energéticos, utilizados principalmente en sistemas de riego. Las emisiones del sector agropecuario fueron de 80,169t de CO₂e, el cual contribuyó con 12.0% de las emisiones totales de GEI a nivel nacional”.

Gráfico 12. Estimación por sector de las emisiones antropogénicas de GEI en México.



Fuente: Villalobos et al., (op. cit.)

1.13.1. Importancia de los sistemas de producción

Los sectores agrícola y pecuario generan subproductos no deseados, todo para satisfacer la demanda actual y futura de la humanidad consecuencia del crecimiento demográfico, el aumento de los ingresos y la transformación de las preferencias alimentarias y la globalización que impulsa el comercio de insumos y productos (Steinfeld et al., 2009).

El tipo de sistema de producción de la carne de res define en mucho su impacto en el ambiente, Nguyen et al. (2010) hace una revisión con la metodología del análisis del ciclo de vida cuando la carne se obtiene de terneros lecheros (dairy calves) o de rebaños de lactantes (suckler herds) y concluye que 1 kilogramo de carne obtenido con el primer sistema produce de 16 a 19.9 kilogramos de CO₂e, mientras que el segundo método produce 27.3 kilos de CO₂e. (Bilotta et al., 2007) incluye en su estimación de emisión de gases de efecto invernadero la fermentación entérica del ganado, el manejo del estiércol, las emisiones directas e indirectas del uso del suelo, el uso de combustible y energía además del uso de fertilizantes, concluye que en la Unión Europea se produce un promedio de 22.6 kilos de CO₂e por kilo de carne de res, pero hay una gran diferencia por país dependiendo si pastorean o usan más grano, y si al pastorear se usa más o menos fertilizante. También estimó que el ganado bovino en Alemania tiene mayor emisión de CO₂e que el de Reino Unido porque usa más grano o pastorean menos, pero en Reino Unido se produce más CO₂e que en Francia, porque usa más fertilizante para producir sus pastos.

La carne de res pastoreada produce menos CO₂e que cuando se confina y se usa grano para alimentar el ganado (Crosson et al., 2011b; Van Elswyk y McNeill, 2014; Priolo et al., 2001), pero se debe tener un buen manejo de pastizal y del excremento (Bilotta et al., 2007). Aún en el mejor de los casos, la producción de la carne de res tendrá mayor emisión de gases de efecto invernadero y usará más tierra que la producción de carne de cerdo y de pollo.

1.14. Teoría de la regresión

1.14.1. Supuestos de la regresión lineal

1. El modelo de regresión es lineal en los parámetros, aunque puede o no ser lineal en las variables. Es decir, el modelo de regresión como se muestra en la ecuación:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$$

2. Valores fijos de X, o valores de X independientes del término de error: Los valores que toma la regresora X pueden considerarse fijos en muestras repetidas (el caso de la regresora fija), o haber sido muestreados junto con la variable dependiente Y (el caso de la regresora estocástica). En el segundo caso se supone que la(s) variable(s) X y el término de error son independientes, esto es, $cov(X_i, u_i) = 0$.

3. El valor medio de la perturbación u_i es igual a cero: Dado el valor de X_i , la media o el valor esperado del término de perturbación aleatoria u_i es cero. Simbólicamente, tenemos que $E(u_i|X_i) = 0$ ó si X no es estocástica, $E(u_i) = 0$.

4. Homocedasticidad (varianza constante de u_i). La varianza del término de error, o de perturbación, es la misma sin importar el valor de X. Simbólicamente, se tiene que $var(u_i)$

$$\begin{aligned} var(u_i) &= E[u_i - E(u_i|X_i)]^2 \\ &= E(u_i^2 | X_i), \text{ por el supuesto 3} \\ &= E(u_i^2), \text{ si } X_i \text{ son variables no estocásticas} \\ &= \sigma^2 \end{aligned}$$

5. No hay autocorrelación entre las perturbaciones: Dados dos valores cualesquiera de X, X_i y X_j ($i \neq j$), la correlación entre dos u_i y u_j cualesquiera ($i \neq j$) es cero. En pocas palabras, estas observaciones se muestrean de manera independiente. Simbólicamente,

$$cov(u_i, u_j | X_i, X_j) = 0$$

$$cov(u_i, u_j) = 0, \text{ si } X \text{ no es estocástica}$$

donde i y j son dos observaciones diferentes y cov significa covarianza.

6. El número de observaciones n debe ser mayor que el número de parámetros por estimar: Sucesivamente, el número de observaciones n debe ser mayor que el número de variables explicativas.

7. La naturaleza de las variables X : No todos los valores X en una muestra determinada deben ser iguales. Además, no puede haber valores atípicos de la variable X , es decir, valores muy grandes en relación con el resto de las observaciones.

1.14.2. Modelos estáticos y dinámicos

Dentro de los modelos econométricos se encuentran dos tipos de manera general: los modelos estáticos y los dinámicos.

Los modelos estáticos representan la relación entre una variable dependiente con una o más variables independientes, cuando el tiempo (t), no tiene un papel relevante. Respecto a la forma más sencilla de estos modelos Wooldridge (2010, p. 342) describe: “Un modelo estático que relaciona a y con z es:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 z_t + u_t, \quad t = 1, 2, \dots, n$$

El nombre de “modelo estático” proviene del hecho de que se está representando una relación contemporánea entre y y z . Por lo común, un modelo de esta índole se postula cuando se considera que un cambio en z en el momento t ejerce un efecto inmediato sobre y : $\Delta y_t = \beta_1 z_t$, cuando $\Delta u_t = 0$. Los modelos de regresión estáticos también se usan cuando se tiene interés en conocer el intercambio entre y y z ’.

Un modelo estático como el anterior, muestra el efecto de un incremento en y ante un cambio en z en el tiempo t , cuando todos los demás factores permanecen constantes (*ceteris paribus*).

Un modelo dinámico tiene por objeto representar la trayectoria temporal específica de uno o más de sus elementos los cuales no permanecen invariables, sino que se consideran como funciones del tiempo, describiendo trayectorias temporales. Este tipo de modelos son muy utilizados en el campo de la economía y las finanzas debido a que muchas de las variables que se estudian cambian al paso del tiempo, es decir, “se mueven con el tiempo”.

Los modelos de autorregresivos y de rezagos distribuidos están clasificados dentro de los modelos dinámicos más utilizados en la economía y en el presente trabajo se utiliza una variante que se describe de manera general del siguiente modo: la variable dependiente esta explicada por medio de los valores actuales y pasados de las variables explicativas y de los valores pasados de la misma variable dependiente:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 z_t + \beta_2 y_{t-1} + \beta_3 z_{t-1} + u_t, \quad t=1,2, \dots, n$$

Dónde:

y_t = Variable dependiente o endógena

β_0 = Intercepto

β_1 = Parámetro asociado con z_t

β_2 = Parámetro asociado con el rezago de y (y_{t-1})

β_3 = Parámetro asociado con el rezago de z (z_{t-1})

u_t = Término de error o perturbación.

Los modelos autorregresivos y de rezagos distribuidos tienen particularidades propias de la modelación económica, pero en general deben de cumplir con los supuestos de la regresión lineal y presentan grandes ventajas, como lo describen Gujarati y Porter (2010, p. 658): “A pesar de los problemas de estimación, que pueden resolverse, los modelos distribuidos y autorregresivos han demostrado ser muy útiles en la economía empírica, porque con ellos es posible dinamizar la teoría económica que de otra forma sería estática, al tener en cuenta explícitamente el papel del tiempo. Tales modelos permiten diferenciar respuestas de corto y largo plazos de la variable dependiente ante cambios unitarios en el valor de la(s) variable(s)

explicativa(s). Así, para estimar los plazos corto y largo de precio, ingreso, sustitución y otras elasticidades, estos modelos han demostrado ser muy útiles”.

1.14.3. Efectos de corto y largo plazo

En la econometría la relación entre la variable dependiente y las independientes no siempre es instantánea, ya que la naturaleza de la dependencia a través del tiempo puede responder a diferentes puntos en el tiempo. De ésta manera es como se incorporan los rezagos de las variables pues son los que dan un sentido el dinamismo. El ejemplo más sencillo es el que ocurre en una regresión es el que se describe a continuación de Gujarati y Porter (2010, pp. 618-619):

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \dots + \beta_k X_{t-k} + u_t$$

“que es el modelo de rezagos distribuidos con un rezago finito de k periodos. El coeficiente β_0 se conoce como multiplicador de corto plazo o de impacto porque da el cambio en el valor medio de Y que sigue a un cambio unitario en X en el mismo periodo¹⁵. Si el cambio en X se mantiene igual desde el principio, entonces $(\beta_0 + \beta_1)$ da el cambio en (el valor medio de) Y en el periodo siguiente $(\beta_0 + \beta_1 + \beta_2)$ en el que le sigue, y así sucesivamente. Estas sumas parciales se denominan multiplicadores ínterin, o intermedios. Por último, después de k periodos obtenemos

$$\sum_{i=0}^k \beta_i = \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_k = \beta$$

que se conoce como multiplicador de rezagos distribuidos de largo plazo o total, siempre que exista la suma β . Si definimos:

$$\beta_i^* = \frac{\beta_i}{\sum \beta_i} = \frac{\beta_i}{\beta}$$

¹⁵ Pie de Gujarati y Porter (op. Cit., p.619): “Técnicamente, β_0 es la derivada parcial de Y respecto de X_t , β_1 respecto de X_{t-1} , β_2 respecto de X_{t-2} , y así sucesivamente. Simbólicamente, $\partial Y_t / \partial X_{t-k} = \beta_k$ ”.

obtenemos β_i “estandarizado”. Las sumas parciales del β_i estandarizado dan la proporción del impacto de largo plazo, o total, sentido durante cierto periodo”.

1.14.4. Pronósticos

Un tema importante en economía es el método para hacer pronósticos, por lo que para lograr tal fin la economía utiliza metodologías matemáticas y estadísticas. El método subjetivo (basado en la experiencia empírica) no se utiliza en pronósticos económicos, sin embargo el método de análisis de series de tiempo (basado en series históricas) y el método causal (causa-efecto) son utilizados con regularidad, ya sea uno u otro o bien una combinación de ambos.

De acuerdo a Gujarati y Porter (Op.cit., p. 773): “En términos generales, hay cinco enfoques de los pronósticos económicos basados en series de tiempo: 1) métodos de suavizamiento exponencial, 2) modelos de regresión uniecuacionales, 3) modelos de regresión de ecuaciones simultáneas, 4) modelos autorregresivos integrados de promedios móviles (ARIMA) y 5) modelos de vectores autorregresivos (VAR)”.

En el presente trabajo se hace uso de los modelos de regresión lineal uniecuacionales en los que se busca que el estimador, por ejemplo $\hat{\beta}_2$, se desvíe lo menos posible del parámetro, es decir de β_2 , (recuerde que $E(\hat{\beta}_2) = \beta_2$). Un buen modelo es aquel proporciona un estimador que se desvía lo menos posible del parámetro, dicho de otra manera, es aquel que tiene los predichos (pronósticos) con la menor diferencia de los parámetros (varianza).

Ahora bien, la misma naturaleza del origen de los datos crea una desviación (error) debido a que provienen de una muestra, es por eso que se establece un intervalo alrededor del parámetro, de manera que dicho intervalo incluya al parámetro con un cierto porcentaje de probabilidad (por lo general el 95%). Es así cómo, siguiendo el ejemplo del estimador $\beta_2 = \hat{\beta}_2 \pm u$, donde u es el error, la expresión del intervalo sería:

$$P(\hat{\beta}_2 - u \leq \beta_2 \leq \hat{\beta}_2 + u) = 1 - \alpha$$

La ecuación anterior expresa lo que se conoce como *intervalo de confianza*, α es el nivel de significancia (que puede variar entre 10%, 5% y 1%).

La amplitud del intervalo de confianza es proporcional al error estándar del estimador, entre más grande sea el error estándar, más amplio será el intervalo de confianza. Una recomendación es que no se pueden proyectar más allá del 20% del número de datos de las variables exógenas, es decir, si se tienen 100 datos en una serie, se recomienda no pronosticar más de 20 datos.

Uno de los métodos más usados en los pronósticos es el llamado “un paso adelante” el cual consiste en crear el pronóstico del siguiente periodo ($t+1$), para lo cual se utilizan las variables independientes en el tiempo t , por ejemplo, si se está pronosticando \hat{y}_t , se utilizarán X_t , de modo que: $\hat{y}_t = \alpha + \hat{\beta}_1 X_t + u$; ahora bien, si se pronostica el siguiente periodo \hat{y}_{t+1} , se utilizarán X_{t+1} , de modo que: $\hat{y}_{t+1} = \alpha + \hat{\beta}_1 X_{t+1} + u$.

Aplicando la misma metodología en un modelo autorregresivo, se tiene para el primer periodo $\hat{y}_t = \alpha + \hat{\beta}_1 X_t + y_{t-1} + u$, y para el segundo periodo: $\hat{y}_{t+1} = \alpha + \hat{\beta}_1 X_{t+1} + \hat{y}_t + u$

Es decir, se toma el predicho del primer periodo y se utiliza para retroalimentar el siguiente periodo.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

1.15. Modelos econométricos

En el presente análisis se formularon diferentes modelos dinámicos de ecuaciones independientes, debido a que las series de datos tienen periodos diferentes, sin embargo están interrelacionadas para poder calcular los pronósticos de largo plazo con la finalidad de obtener los valores predichos para calcular el CO₂e de acuerdo al consumo per cápita y el inventario de ganado bovino de carne; del mismo modo se proyectó la mortalidad por enfermedades modernas con base en el resultado del consumo per cápita. También se hicieron los cálculos necesarios por medio de ecuaciones en diferencias para tener un perfil de como la producción de carne bovina impacta en la deforestación.,

Se calcularon 3 ecuaciones por medio del método de regresión lineal:

- a) Consumo per cápita
- b) Mortalidad y,
- c) Inventario

Para la ecuación del consumo per cápita se calcularon las soluciones particular y complementaria para obtener el equilibrio móvil de largo plazo y los pronósticos para el año 2025, el mismo método se aplicó a la ecuación del inventario. Para los cálculos de mortalidad se hicieron dos cálculos: uno para el consumo menor a los 10.5 kg por persona al año y el otro para el consumo mayor a ésta cantidad. Se realizó con 10.5 kg como cantidad umbral de acuerdo al Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (Pérez et al., 2008).

Origen de los datos: La ecuación principal es la del consumo per cápita, cuyos datos tienen origen en la base de datos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (1986), del SIAP-SAGARPA (2015) y de la página WEB de estadísticas de la FAO (FAO-FAOSTAT, 2016), los datos de precio nominal, producción e inventario ganadero proceden de la base de datos del SIAP-SAGARPA (Ibid), las Estadísticas básicas 1960-1986 para la planeación del desarrollo rural integral Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (1986) y COMECARNE (2016), el PIB nominal, INPC base 2014=100 y la población son del Banco de

México (2011) e INEGI (2015). Para los casos de la deforestación se tomaron los datos puntuales de Brambila et al. (2017) y del SIAP-SAGARPA (2015).

Los datos de mortalidad se extrajeron de la Dirección General de Secretaría de Salud (2016) y de la Organización Mundial de la Salud (2016). En cuanto al consumo total, es la multiplicación del consumo per cápita por la población, el precio y PIB reales se calcularon deflactándolos con el INPC, de esa manera los cálculos donde intervienen están en términos reales.

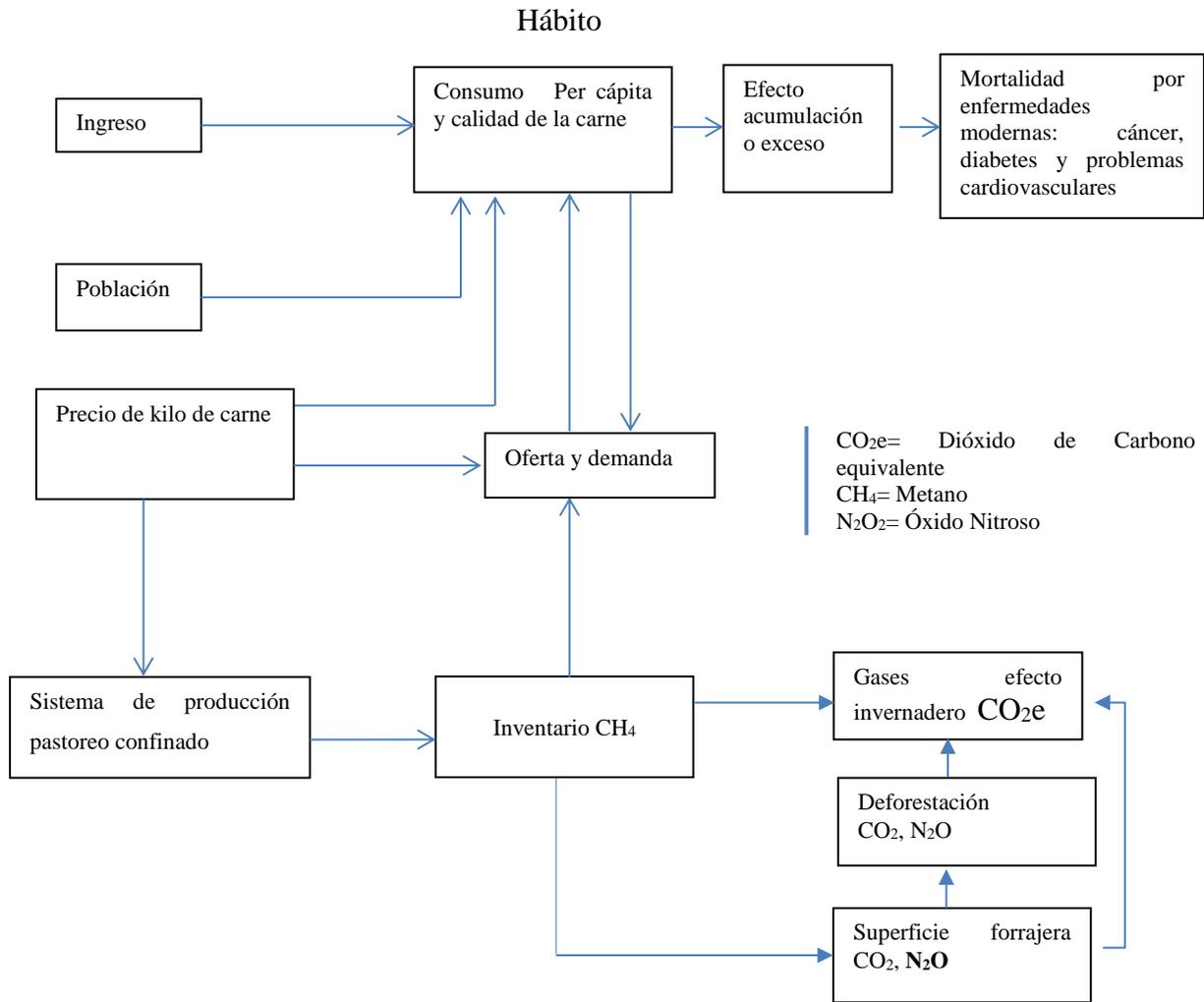
La serie de la población se tuvo que trabajar por medio de la proyección con tasas promedio de crecimiento para obtener los datos anuales para llenar la serie, ya que los datos del INEGI los proporcionan de acuerdo a los censos.

Los datos de deforestación se trabajaron, al igual que la población, por medio de la proyección con tasas promedio de crecimiento para obtener los datos anuales, ya que sólo se encontraron los datos puntuales de

Para el cálculo de las regresiones se usó el software estadístico “Statistical Analysis System”, versión 9.4 (SAS©).

Para analizar las relaciones entre las variables se realizó un diagrama de flujo, de este modo se puede observar como cada variable se relaciona con las demás variables del modelo, con base en la teoría económica y a los datos disponibles (figura 8), de este modo y con el análisis de las series (longitud de datos) fue como se realizó el modelo.

Figura 8. Diagrama de flujo para la formación de las ecuaciones del modelo econométrico.



Fuente: Elaboración propia.

1.15.1. Consumo per cápita

De acuerdo a los datos seleccionados la ecuación resultado del modelo de regresión es:

$$C_t = a + b_1 C_{t-1} + b_2 Pr_t + b_3 Ip_t \quad (1)$$

Donde:

C_t = Consumo per cápita anual promedio en el año t (kg).

C_{t-1} = Consumo per cápita anual promedio en el año $t-1$ (kg).

Pr_t = Precio al productor de carne de res en pesos reales del año 2014 (\$/kg).

Ip_t = Ingreso per cápita en pesos reales del año 2014 (miles de pesos/hab).

De acuerdo a Gandolfo (2010 pp.171-184) el parámetro b_1 es la tendencia del hábito en el consumo de la carne, de modo que la interpretación que da es la siguiente:

- Si $0 < b < 1$. El consumo de carne tiende a estabilizarse.
- Si $b > 1$. El producto está dentro del gusto del consumidor y cada vez se demandará más.

Para conocer si el consumo per cápita anual de carne de res tiende a estabilizarse se estima la solución total de una ecuación en diferencia, la cual está formada por la solución particular y la solución complementaria.

Solución complementaria

$$C_t = a + b_1 C_{t-1} + b_2 Pr_t + b_3 Ip_t$$

si se iguala $C_t = C_{t-1}$

$$C_t = a + b_1 C_t + b_2 Pr_t + b_3 Ip_t \rightarrow C_t - b_1 C_t = a + b_2 Pr_t + b_3 Ip_t$$

$$C_t(1 - b_1) = a + b_2 Pr_t + b_3 Ip_t$$

$$C_t = \frac{a}{1-b_1} + \frac{b_2}{1-b_1} Pr_t + \frac{b_3}{1-b_1} Ip_t$$

Solución particular (homogénea):

$$C_t - b_1 C_{t-1} = a + b_2 Pr_t + b_3 Ip_p$$

Y se iguala $a + b_2 Pr_t + b_3 Ip_p = 0$

Para resolver $C_t - b_1 C_{t-1} = 0$ se debe encontrar una función cuya derivada sea igual a la misma función multiplicada por la constante $-b_1$.

De las derivadas la única función que cumple con la premisa anterior es e^t , de modo que se aplique como solución del tipo $e^{\lambda t}$ y se iguala $C_t = C_{t-1} = \lambda$, donde λ es una constante a ser determinada, de modo que sustituyendo en $C_t - b_1 C_{t-1} = 0$ (recuerde que $\frac{de^{\lambda t}}{dt} = \lambda e^{\lambda t}$) se tiene:

$$\lambda e^{\lambda t} - b_1 e^{\lambda t} = 0$$

Esta ecuación debe satisfacerse para cualquier t , y esto es posible solo si $\lambda - b_1 = 0$, que es la ecuación característica de la ecuación diferencial y despejando es: $\lambda = b_1$

Si $-1 < b_1 < 1$, entonces tiende al equilibrio.

Solución total:

$$C_{tc} = A(\lambda)^t \frac{a}{1-b_1} + \frac{b_2}{1-b_1} P_t + \frac{b_3}{1-b_1} Ip_t$$

(Gandolfo, 2010 pp.171-184)

1.15.2. Mortalidad por enfermedades modernas

La relación entre la mortalidad por enfermedades modernas (cáncer, diabetes e hipertensión) y el consumo per cápita anual de carne de res se calculó, con los datos de 1960 2014. Para analizar la incidencia del exceso y déficit se hicieron dos ecuaciones donde se tomó como parteaguas el consumo per cápita de 10.5 kg de carne de res, que es la cantidad

recomendada por el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (Pérez et al., 2008) los parámetros de estas ecuaciones se estiman para el periodo 1960 a 2014.

$$M_t = a + b_1 C_{t-1}$$

$$M_t^* = a + b_1 E$$

$$M_t^{**} = a + b_1 D$$

Dónde:

M_t = Número de muertes por cada cien mil habitantes debido a enfermedades crónicas: diabetes, cáncer, cardiovasculares (hipertensión).

M_t^* = Número de muertes por cada cien mil habitantes debido a enfermedades crónicas con consumo mayor a 10.5 kg en el año.

M_t^{**} = Número de muertes por cada cien mil habitantes debido a enfermedades crónicas con consumo menor a 10.5 kg en el año.

E = Consumo per cápita anual por arriba de los 10.5 kg en el año t (kg).

D = Consumo per cápita anual por debajo de los 10.5 kg en el año t (kg).

C_t = Consumo per cápita anual en el año t (kg).

C_{t-1} = Consumo per cápita anual en el año $t-1$ (kg).

1.15.3. Inventario Ganadero

Se diseñó un modelo dinámico de primer grado para el inventario de bovino de carne, calculado con datos de los años 1980 2014. Se agrega el consumo total de carne de res, Cot_t estimado con la ecuación 1, multiplicado por la población total. Se obtiene el equilibrio móvil de largo plazo (al año 2025).

$$In_t = a + b_1 In_{t-1} + b_2 P_t + b_3 Ip_t + b_4 Cot_t + b_5 Te$$

Donde:

In_t = Número de animales (millones de cabezas).

In_{t-1} = Número de animales en el año $t-1$ (millones de cabezas).

P_t = Precio real promedio al productor de carne de res en pesos reales del año 2014 (\$/Kg).

Ip_t = Ingreso real per cápita pesos del año 2014 (miles de pesos/hab.).

Cot_t = Consumo total demandado de carne de res (millones de toneladas).

Te = Tecnología, esta variable resulta de dividir el inventario ganadero de carne de res entre el consumo total.

Nótese que a menor Te se refleja un mayor avance tecnológico (relación inventario consumo), al igual que en la ecuación del consumo también se calcula el equilibrio móvil. En esta ecuación no se consideran las exportaciones e importaciones de carne bovina por que no son significativas para el modelo.

1.15.4. Consumo total

$$Cot_t = C_t * Pot_t$$

Donde:

Cot_t = Consumo total de carne (miles de millones de toneladas).

C_t = Consumo per cápita anual en el año t (kg).

Pot_t = Población total (millones de habitantes).

Esta ecuación calcula la cantidad total de carne de res para el año t de acuerdo al consumo per cápita y la población.

1.15.5. Impacto en la producción de GEI

El impacto ecológico se midió con datos promedio de emisión de gases de efecto invernadero de 22.5 kg de CO_{2e} por cada kg de carne consumida, con un hato de inventario mitad en pastoreo y mitad en confinamiento (De Vries y De Boer, 2010).

$$g = 22.5 * Cot_t$$

Donde:

g = Cantidad total producida de CO_2e (kg).

Cot_t = Consumo total de carne de res en el año t (millones de toneladas).

22.5 = kg de CO_2e que se producen en promedio para obtener un kg de carne de res.

1.15.6. Deforestación

La interrelación entre las ecuaciones es de la siguiente manera: el consumo per cápita se relaciona con la mortalidad y con el inventario de y este a su vez con la emisión de gases de efecto invernadero.

La ecuación para el cálculo de la deforestación (1980-2014)

$$Sup. F. = \frac{D_1(SF)}{D_2(IG)}$$

Donde:

$Sup. F.$ = Superficie forestal resultado de la suma de la superficie registrada de Bosques y Selvas en hectáreas.

$D_1(SF)$ = Primera diferencia de la Superficie forestal en hectáreas.

$D_2(IG)$ = Primera diferencia del Inventario Ganadero de carne en cabezas.

Esta ecuación calcula la relación de superficie forestal necesaria por cada aumento en una unidad (Cabeza) del inventario ganadero.

Deforestación por superficie utilizada para forrajes. Además de la deforestación por cabeza de ganado, se tiene la deforestación indirecta, que es la que se causa al deforestar bosques y selvas con el propósito de sembrar granos, pastos y forrajes para el ganado.

$$SF_2 = \left(\frac{\bar{D}}{\bar{F}} \right)$$

Donde:

SF_2 = Cambio en la superficie de Bosques y Selvas en millones de hectáreas debido a la superficie forrajera.

D = Diferencia de la Superficie forestal en hectáreas por año.

S = Diferencia de la Superficie forrajera en hectáreas por año.

La ecuación anterior busca una aproximación de la superficie forestal necesaria por cada aumento en una unidad (millones de cabezas) del inventario ganadero.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.16. Resultados de laboratorio en carne de pastoreo y carne confinada

Con el propósito de analizar el impacto en la carne bovina del método de producción en pastoreo y confinada se hizo el análisis de laboratorio de dos muestras, una de cada sistema productivo con las siguientes particularidades:

1. Pastoreo. Proviene del municipio de Compostela, Nayarit. El sistema de producción es de pastoreo libre, sin pastos de corte y con el mínimo de antibióticos, las vacunas varían de acuerdo a las posibilidades del productor (Fiebre Aftosa, Carbón sintomático, Rabia, Edema maligno, Septicemia hemorrágica, Carbón bacteridiano y Brucelosis), no hay un control de peso ni se tiene un peso específico para la matanza, pues se hace conforme las festividades de la región o del productor, o bien sus necesidades económicas. La matanza va de los 350 kg a los 420 kg. La muestra provino de la “pierna de la res”.
2. Confinado. Proviene del municipio de Tescoco, de la tienda comercial SORIANA (Blvd. Dr. Jiménez Cantu y Barranquilla, S/N, C.P. 56158). El sistema de producción es confinado, con alimentación balanceada basada en granos, el cuadro de vacunas completo, La matanza se realiza entre los 400 kg a los 450 kg. La muestra provino de la “pierna de la res (piña)”.

Ambas muestras están libres de clembuterol y de residuos de antibióticos, en cuanto a la grasa total es mayor en la muestra de pastoreo con 9g/100g de carne, mientras que en el confinado es de 3.4g/100g. En cuanto al Hierro la muestra de pastoreo tiene 45.4 mg/kg, mientras que la muestra de confinado tiene 33.8 mg/kg.

Los datos anteriores indican que la misma cantidad de carne de pastoreo proporciona más grasa total y más hierro, por lo que una menor cantidad puede satisfacer la demanda nutricional del ser humano

1.17. Consumo per cápita

Los resultados la ecuación 1, correspondiente al consumo per cápita son:

Tabla 7. Salida de la regresión del Consumo per cápita.

Parámetros estimados					
Variable	DF	Parámetro estimado	Error Standard	Valor de t	Pr > t
Intercepto	1	8.17172	1.76724	4.62	<.0001
C _{t-1}	1	0.67024	0.07064	9.49	<.0001
Pr	1	-0.03944	0.01111	-3.55	0.0009
Ip	1	-0.00838	0.00188	-4.45	<.0001

Coefficiente de determinación					
R-cuadrado	0.9541	Adj R-Sq	0.9514	Coeff Var	5.45779

Fuente: Elaboración propia con datos de SAS.

Los datos llevados a ecuación son:

$$C_t = 8.172 + 0.670C_{t-1} - 0.039Pr - 0.008Ip \dots\dots\dots 1$$

Los signos son los esperados para cada variable, excepto el ingreso per cápita (Ip), pues se esperaba una relación directa (a mayor ingreso, mayor consumo), dado que en otros textos se calcula una elasticidad consumo de la demanda inelástica (Tomek y Robinson, 1990; Vázquez y Martínez, 2015), pero en la regresión hecha se obtuvo una relación inversa (a mayor ingreso, menor consumo), esto se puede explicar debido a que mientras la población en pobreza aumenta (deciles I y II), los deciles que consumen más carne (IX y X), están disminuyendo su consumo por un cambio en gustos y preferencias e información, este panorama no es predecible pero a este hecho se puede atribuir el signo negativo en la ecuación del consumo (Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial-FIRA, 2017; Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial-FIRA y FIRA, 2015).

Se tiene un coeficiente de determinación $R^2=0.9541$, lo que se interpreta como que el modelo explica el 95.4% de la variable dependiente. Lo cual es bueno.

Para la ecuación del consumo a largo plazo el parámetro calculado fue $b_I = 0.118$, dado que:

$$\text{Cuando } C_t = C_{t-1}$$

$$C_t - b_1 C_{t-1} = a + b_2 P_t + b_3 I_p$$

$$C_t - 0.670 C_t = 8.172 - 0.039 P_t - 0.008 I_p$$

$$C_t(1 - 0.670) = 8.172 - 0.039 P_t - 0.008 I_p$$

$$C_t(0.33) = 8.172 - 0.039 P_t - 0.008 I_p$$

$$C_t = \frac{8.172 - 0.039 P_t - 0.008 I_p}{0.33} = 24.764 - 0.118 P_t - 0.025 I_p$$

Como el parámetro $b_I = 0.118$ se encuentra entre 0 y 1, la interpretación es que el consumo se está estabilizando (Becker y Murphy, 1988), esto confirma la tendencia 2012-2016 que no muestra altibajos ni en el consumo nacional aparente ni en el consumo per cápita (Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial-FIRA, 2017; Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial-FIRA y FIRA, 2015) y mantiene una tendencia a la baja que se ha visto desde el año 2007, cuando se tuvo un consumo de 17.36 kg per cápita, el cálculo de la proyección del consumo con la ecuación del equilibrio móvil, con los datos del año 2014 es:

$$C_t = 24.764 - 0.118 (49.78) - 0.025 (146.193) = 15.235$$

Las tendencias a corto plazo del precio y el ingreso indican que el equilibrio móvil disminuirá. Nótese que el parámetro -0.118 es la elasticidad precio de largo plazo, notese que el consumo calculado se encuentra dentro del rango de los últimos años (el promedio de los años 2010 a 2014 es de 15.72 kg per cápita), por lo que se puede aceptar la proyección ya que presenta un dato apegado a la realidad actual.

El consumo de carne de res es menor que el de pollo y la carne que más se asemeja a su consumo es el de carne de cerdo, pero dado que su precio en promedio es más alto, cualquier cambio en los precios del cerdo y pollo afectaran en mayor o menor grado el consumo de carne

de res, situación que no se contempla en el presente estudio, al igual que no se prevén desastres naturales o pandemias en los inventarios ganaderos que desvirtúen las proyecciones hechas.

1.18. Mortalidad

Los resultados de la ecuación M_t , correspondiente a la mortalidad en relación al consumo per cápita con un rezago son:

Tabla 8. Salida de la regresión de mortalidad vs consumo per cápita con un rezago.

Parámetros estimados					
Variable	DF	Parámetro estimado	Error Standard	Valor de t	Pr > t
Intercepto	1	-24.08040	9.29938	-2.59	0.0124
Ct_1	1	8.67273	0.68991	12.57	<.0001

Coefficiente de determinación					
R-cuadrado	0.7524	Adj R-Sq	0.7476	Coeff Var	18.66585

Fuente: Elaboración propia con datos de SAS.

La relación de mortalidad y consumo es la siguiente:

$$M_t = -24.08 + 8.672C_{t-1} \dots \dots \dots 2$$

Se observa una relación directa del consumo per cápita con un rezago contra la mortalidad por enfermedades modernas, esto se debe a que la mortalidad no es inmediata, sino que es el resultado de un consumo acumulado, en este caso se tomó el rezago del año inmediato anterior ($t-1$) para relacionarlo con el inventario ganadero debido al ciclo biológico-comercial de los bovinos (alrededor de 2 años). Se tiene un coeficiente de determinación $R^2=0.7524$, lo que se interpreta como que el modelo explica el 75.2% de la variable dependiente. Lo cual es aceptable.

Los resultados de la ecuación Mt^* , correspondiente a la mortalidad en relación al consumo per cápita con un consumo mayor a 10.5 kg por año por habitante (Exceso) son:

Tabla 9. Salida de la regresión de mortalidad vs el exceso (>10.5 kg) de carne bovina.

Parámetros estimados					
Variable	DF	Parámetro estimado	Error Standard	Valor de t	Pr > t
Intercepto	1	52.94495	4.52656	11.70	<.0001
Exceso	1	3.58806	0.36583	9.81	<.0001

Coefficiente de determinación					
R-cuadrado	0.6448	Adj R-Sq	0.6381	Coeff Var	22.62183

Fuente: Elaboración propia con datos de SAS.

Los datos llevados a ecuación son:

$$M_t^* = 52.945 + 3.588E \dots \dots \dots 2^*$$

Las proyecciones para el 2025 de muertes por exceso de consumo de carne de res (mayor a 10.5 kg) son de 107.04 muertes por cada cien mil habitantes. Si el consumo de carne de res aumenta en un kg, las muertes por enfermedades modernas aumentarán en 8.67 decesos por cada cien mil habitantes, esto en una población de 125 millones de personas es aproximadamente 10 838 muertes, lo cual ya es significativo.

También se debe tener en cuenta que además de los decesos, la diabetes e hipertensión se relacionan con enfermedades crónicas, es decir, están consideradas como de larga duración, por lo que se contempla que en los presupuestos de salud se tenga que destinar un presupuesto cautivo para tratarlas, pero sería mejor destinar una parte representativa de ese presupuesto para prevenirlas.

Se tiene un coeficiente de determinación $R^2=0.6448$, lo que se interpreta como que el modelo explica el 64.5% de la variable dependiente. Lo cual es todavía aceptable.

Nótese que el exceso de consumo de carne de res por encima del nivel recomendado, 10.5 kg al año si afectó a la salud humana, pues tiene un $b_1=3.588$ de modo que el consumo menor a esa recomendación debe disminuir la mortalidad, en los datos analizados el consumo mínimo es de 9.5 kg y se distingue un efecto positivo en la salud del mexicano. La ecuación del déficit de

consumo de carne de res se utilizó de forma indicativa, pues sólo se tuvo un consumo menor al recomendado en las décadas de los años sesentas y setentas.

Los resultados la ecuación M_t^{**} , correspondiente a la mortalidad por déficit son:

Tabla 10. Salida de la regresión de mortalidad vs el déficit (<10.5 kg) de carne bovina.

Parámetros estimados					
Variable	DF	Parámetro estimado	Error Standard	Valor de t	Pr > t
Intercepto	1	105.41785	3.94803	26.70	<.0001
Déficit	1	-5.27932	0.72367	-7.30	<.0001
Coefficiente de determinación					
R-cuadrado	0.501	Adj R-Sq	0.4916	Coeff Var	26.81052

Fuente: Elaboración propia con datos de SAS.

La regresión para el déficit en el consumo calculó la siguiente ecuación:

$$M_t^{**} = 105.418 - 5.279D \dots\dots\dots 2^{**}$$

En este caso esta ecuación no es representativa para el momento actual pues tiene más de dos décadas que la población mexicana no consume menos de 10.5 kg per cápita al año de carne bovina.

1.19. Inventario

Los resultados de la ecuación 3, correspondiente al inventario ganadero de carne son:

Tabla 11. Salida de la regresión del inventario ganadero

PARÁMETROS ESTIMADOS					
Variable	DF	Parámetro estimado	Error Standard	Valor de t	Pr > t
Intercepto	1	0.52619	4.81907	0.11	0.9138
Int_1	1	0.14262	0.12249	1.16	0.2541
Cot	1	11.76433	2.15892	5.45	<.0001
Pr	1	0.01699	0.01982	0.86	0.3986
Ip	1	-0.04153	0.01517	-2.74	0.0106
Te	1	0.53578	0.08216	6.52	<.0001
Coeficiente de determinación					
R-cuadrado	0.8238	Adj R-Sq	0.7923	Coeff Var	2.74066

Fuente: Elaboración propia con datos de SAS.

Se tiene un coeficiente de determinación $R^2=0.8238$, lo que se interpreta como que el modelo explica el 82.4% de la variable dependiente. Lo cual es aceptable.

El inventario tiene el comportamiento siguiente:

$$In_t = 0.526 + 0.143In_{t-1} + 11.764Cot_t + 0.017P_t - 0.042Ip_t + 0.536Te. \dots\dots 3$$

Para esta ecuación los signos son los esperados, ya que el inventario rezagado (In_{t-1}) tiene una relación directa con el inventario corriente, lo mismo que con el consumo total (Cot_t), con el precio y la tecnología, el ingreso per cápita es negativo ya que a mayor ingreso se requieren más cabezas para cubrir la demanda por lo que disminuye el inventario.

Al igual que en la ecuación del consumo per cápita, en el inventario se calcula el equilibrio móvil, y del mismo modo el parámetro $b_I = 0.143$, también se encuentra entre 0 y 1 lo que significa que inventario se estabilizará, para este caso la elasticidad precio de largo plazo es de 0.0198, la proyección del inventario con el equilibrio móvil con los datos del año 2014 es:

$$In_t = 0.526 + 0.143In_{t-1} + 11.764Cot_t + 0.017P_t - 0.042Ip_t + 0.536Te$$

$$In_t - 0.143In_{t-1} = 0.526 + 11.764Cot_t + 0.017P_t - 0.042Ip_t + 0.536Te$$

$$In_t(1 - 0.143) = 0.526 + 11.764Cot_t + 0.017P_t - 0.042Ip_t + 0.536Te$$

$$In_t(0.857) = 0.526 + 11.764Cot_t + 0.017P_t - 0.042Ip_t + 0.536Te$$

$$In_t = \frac{0.526 + 11.764Cot_t + 0.017P_t - 0.042Ip_t + 0.536Te}{0.857}$$

$$In_t = 0614 + 13.727(1.818) + 0.0198(49.78) - 0.049(146.193) + 0.625(16.781)$$

$$In_t = 29.88$$

1.20. Inventario y GEI

Respecto a los GEI se tiene la siguiente ecuación

$$g = 22.5 * Cot_t \dots\dots\dots 4$$

Con la proyección del consumo per cápita se realizó la operación para proyectar la emisión de CO₂e para el año 2025, la cual será de 45.81 millones de t. Es importante señalar que el presente estudio se realizó con el promedio de 22.5 kg de CO₂e por kg de carne de res consumida, sin embargo, si el ganado se alimenta de granos y concentrados ésta cantidad puede llegar hasta 45 kg de CO₂e por cada kg de carne bovina, y si se alimenta de pastos donde no se usen fertilizantes químicos y además se tenga un buen manejo del pastizal (rotación), del estiércol y del agua, podrían generarse sólo 13 kg de CO₂e por cada kg de carne, lo que beneficiaría al medio ambiente y al ser humano. El impacto de los gases invernadero relacionados con la producción de carne bovina no disminuye de manera drástica porque no hay una caída abrupta en el consumo o en el inventario, esto debido a que la tasa de crecimiento poblacional es positiva de modo que a pesar de que disminuya el consumo per cápita la demanda seguirá en expansión.

1.21. Simulación

Se realizaron simulaciones con las ecuaciones de equilibrio móvil en el corto y largo plazo, se analizó las consecuencias en la producción de gases de efecto invernadero.

Tabla 12. Resumen de las simulaciones.

Simulación	Precio (\$/kg)	Consumo per cápita (kg/año ¹ /persona)	Consumo total (millones de t)	Inventario (miles de cabezas)	Producción de CO _{2e} (miles de t)	Diferencia vs 2014 (miles de ton de CO _{2e})
1	\$49.78	15.5	1.88	30.639	42.21	-1 301.5
2	\$57.25	14.35	1.9	29.99	42.82	-468.8
3	\$90.00	10.5	1.39	24.81	31.29	-1,985,678

Fuente: Elaboración propia

Simulación 1. Se calculó el siguiente periodo (corto plazo) con el precio del año 2014 que es de \$49.78 pesos reales, manteniendo las demás variables constantes.

$$C_t = 8.172 + (0.670)(15.7) - (0.039)(49.78) - (0.0084)(146.193) = 15.50 \text{ kg (corto plazo)}$$

Simulación 2. Se considera un aumento del 15 % a modo de impuesto sobre el precio de la carne de res del año 2014, se realizó el cálculo para el año 2025 en la ecuación del largo plazo junto con la población de 132.5 millones de habitantes, estimada por CONAPO para el año 2025, manteniendo las demás variables constantes.

Simulación 3. Con el objetivo de obtener un consumo per cápita anual de 10.5 kg para el año 2025, se realizó el cálculo con el precio calculado del despeje de la ecuación del consumo, cuyo resultado fue de \$90.00 pesos reales y la población de 132.5 millones de habitantes, manteniendo las demás variables constantes.

Se debe tener en cuenta que el precio real máximo registrado en la serie de datos es de \$92.86 pesos reales, el cual se alcanzó en el año de 1979 y del cual se tiene un registro de un consumo per cápita de 9.22 kg al año.

Es importante mencionar que un aumento en el precio traería beneficios al medio ambiente y a quienes consumen carne de res de manera excesiva, a largo plazo los productores ofrecerán un producto con características más sanas, lo cual es más apreciado en países del continente Europeo y Asia, lo que permitiría aprovechar un nicho de mercado que traería mayor rentabilidad a los productores que decidan producir carne de res orgánica o más sana.

Baroni et al. (2007), Biesbroek et al. (2014) Brambila-Macias et al. (2011) Van Loo et al. (2017) concluyen que el impacto de la dieta en la salud humana y en el medio ambiente tiene dos caminos:

- a) La política de elevar el precio, vía impuestos, como una política dura (hard policy) y
- b) La política de difundir, dar información al público de los daños en la salud y en la ecología como una política suave (soft policy) y señalan que da mejores resultados la primera como se ha demostrado en el caso del azúcar, la sal, de grasas y en la emisión de CO₂e.

El consumo de carne de res es la parte más importante en la demanda por lo que es necesario manejar las políticas mencionadas anteriormente para estimular con apoyo gubernamental al pastoreo, que bien administrado debe reducir el deterioro ecológico (Pimentel, 2003; Wirsenius *et al.*, 2010; Garnett, 2011; Lang y Barling, 2013; Reynolds *et al.*, 2014; Garnett *et al.*, 2015).

La relación entre las hectáreas deforestadas (selva y bosques) para el periodo 1980 2014, conforme la ecuación:

$$\mathbf{Sup. F.} = \frac{D_1(SF)}{D_1(IG)}$$

Recuerde que las variables están en incremento o decremento anual en términos absolutos

Los resultados se interpretan que por cada cabeza de ganado bovino que se agrega al hato, se deforesta una cantidad determinada de hectáreas, pero conforme al análisis preliminar de los datos se fraccionaron en tres periodos los resultados quedando de la siguiente manera:

1980 1990 = 0.06 ha, es decir, que por cada cabeza que incrementara el hato se deforestaban 0.06 ha.

1990 2000 = 0.004 ha, es decir, que por cada cabeza que incrementara el hato se deforestaban 0.04 ha.

2000 2014 = 0.80 ha, este resultado es el más inquietante, ya que por cada cabeza que aumenta el hato se deforestaban 0.80 ha, se requieren más recursos para una cabeza de ganado.

En relación a la superficie deforestada por el incremento de superficie forrajera:

$$\Delta SF = \left(\frac{\bar{D}}{S} \right)$$

1980 1990 = 0.415 has, para cada hectárea que se incrementara para forrajes se deforestaban 0.415 ha.

1990 2000 = 0.27 has, para cada hectárea que se incrementara para forrajes se deforestaban 0.27 ha (la relación se hizo menor).

2000 2014 = 1.18 has, aumentó en relación a otros periodos, ya que para cada hectárea que se incrementara para forrajes se deforestaban 1.18 ha. El alimentar el ganado de engorda con granos y forrajes está contribuyendo a la deforestación en una tasa de 1:1.18.

De manera directa o indirecta el tener un hato ganadero creciente aumentará la deforestación y este problema es el que se debe analizar, pues los sistemas de producción intensivos requieren más insumos (granos y forrajes) para ser más eficientes.

9. CONCLUSIONES

- Se acepta la hipótesis de que el precio, de acuerdo a la ley de la demanda, puede ser la herramienta que permita disminuir el consumo de carne bovina, tal como se ha hecho en productos como el azúcar o el tabaco.
- Se acepta la hipótesis de que el consumo de carne de res en exceso perjudica la salud del ser humano, por lo que se debe disminuir su consumo y esto además de disminuir la mortalidad por enfermedades modernas, beneficiará al medio.
- Una política dura por medio de un impuesto al consumo de carne de res sería la medida efectiva para disminuir de manera indirecta la contaminación del sector ganadero de carne, también se puede reforzar con un impuesto a la emisión de CH₄, como se hace en otros países y utilizar el dinero recaudado para subsidiar el consumo en los estratos de bajos ingresos para que tengan una mejor nutrición.
- Dirigir estímulos a los productores que producen en sistema de pastoreo planificado, ya sea brindando la asesoría para establecer sistemas de rotación de pastoreo o siembra de pastos (pastos inducidos).
- Es necesario brindar apoyos a la investigación agropecuaria, todo con el propósito de tener una oferta de calidad, sustentable y rentable con el mínimo efecto en el medio ambiente para satisfacer la demanda creciente de alimentos y de los nichos que tienen preferencias particulares, ya que el problema del calentamiento global y la emisión de gases de efecto invernadero son un reto para el sector agropecuario y la seguridad alimentaria.

En resumen comer en exceso carne de res o carne roja (más de 50 gramos diarios) que proceda del ganado alimentado básicamente con grano, es perjudicial para la salud humana y para el medio ambiente, pero si se reduce el consumo y se produce principalmente en pastoreo (con un buen manejo del estiércol, la orina y el pastizal), sin usar antibióticos y hormonas en exceso y sin deforestar, podría reducir el impacto en el medio ambiente y beneficiar a la salud del ser humano.

10. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones del presente trabajo se tratan de enfocar a la realidad del campo mexicano, ya que la producción de carne bovina comenzará a ser estratégica de manera comercial al ser uno de los productos de exportación que más ha crecido en los últimos años, pero es de los sistemas de producción que requiere más recursos (agua, granos, forraje y superficie), por lo que se recomienda:

- i) Concientizar a los productores, consumidores e industriales de hacer un uso y un consumo sostenible de los recursos naturales desde el punto de vista de la producción de alimentos para el ser humano, para el consumo bovino, y en general para las especies pecuarias de alta demanda, ya que la diferencia nutricional es un indicativo de que una mayor cantidad no garantiza una mejor nutrición.
- ii) Establecer las políticas sugeridas o cualquier otra recomendación de forma paulatina a los productores, pues la producción no responde con la misma velocidad que la demanda.
- iii) Se debe tener un control en los cambios de uso de suelo agrícola-pecuario, ya que la carne bovina es el principal producto cárnico que contribuye a la generación de GEI, por la naturaleza propia de la especie, además dadas sus características biológicas es la que tiene el ciclo ceba-matanza más largo y mayor demanda de granos, forrajes y pastos, sin embargo no hay datos certeros de la evolución de la superficie agrícola para tales usos.

- iv) Es necesario establecer programas y políticas en busca de satisfacer la demanda de productos alimenticios que se produzcan en un entorno sustentable y sostenible, en áreas pequeñas y eficientes, con el mínimo uso de recursos naturales, financieramente viables y económicamente rentables, pero cumpliendo con las normas de inocuidad que requieren los consumidores.

En el largo plazo los consumidores estarán dispuestos a pagar una diferencia de precio para aquellas empresas y productores que sean más amables con el ambiente, esto como una consecuencia de las repercusiones del cambio climático, se castigará a los entes económicos que no cumplan con las normas necesarias para proteger los ecosistemas y se implementarán políticas más duras y eficientes para revertir o frenar el calentamiento global, es por eso que la principal recomendación es la de integrarse a esta tendencia desde hoy, pues el largo plazo que se planteaba en los escenarios mundiales hace una década era el año 2050, pero dado el presente muchos investigadores dan expectativas para el año 2030, pues sin ser fatalistas de no tomarse medidas inmediatas no existirá el mencionado “largo plazo”.

11. BIBLIOGRAFÍA

A

Alexander, D.D., y Cushing, C.A. (2011). Red meat and colorectal cancer: A critical summary of prospective epidemiologic studies. *Obes. Rev.* 12, e472–e493.

B

Babio, N., Sorlí, M., Bulló, M., Basora, J., Ibarrola-Jurado, N., Fernández-Ballart, J., Martínez-González, M.A., Serra-Majem, L., González-Pérez, R., y Salas-Salvadó, J. (2012). Association between red meat consumption and metabolic syndrome in a Mediterranean population at high cardiovascular risk: Cross-sectional and 1-year follow-up assessment. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 22, 200–207.

Barkley, A., y Barkley, P.W. (2013). *Principles of Agricultural Economics* (New York, U.S.A.: Routledge).

Becker, G.S., y Murphy, K.M. (1988). A Theory of Rational Addiction. *Univ. Chicago Press* 96, 675–700.

Bilotta, G.S., Brazier, R.E., y Haygarth, P.M. (2007). *The Impacts of Grazing Animals on the Quality of Soils, Vegetation, and Surface Waters in Intensively Managed Grasslands* (Elsevier Masson SAS).

Binnie, M.A., Barlow, K., Johnson, V., y Harrison, C. (2014). Red meats: Time for a paradigm shift in dietary advice. *Meat Sci.* 98, 445–451.

Brambila, P.J. de J. (2011). *Bioeconomía: Conceptos y fundamentos* (Texcoco, Edo. de Méx.).

Brambila, J. de J.P., Pérez, V.C., Pérez, K.C., y Rojas, M.R. (2017). *Los bosques, generadores de desarrollo económico* (México).

C

Calderón, F.L. (2015). *Alimentación y Manejo del Ganado Bovino de Engorda*.

Callejas J., N., Rebollar R., S., y Ortega G., J.Á. (2017). Parámetros bio-económicos de la producción intensiva de la carne de bovino en México. *Rev. Mex. Ciencias Pecu.* 8, 129–138.

Calva, J.L. (2007). *Desarrollo agropecuario, forestal y pesquero* (México, D.F.: Miguel Ángel Porrúa).

Carlowicz, M. NASA-Earth Observatory.

Consejo Consultivo del agua A.C. (2017). Tan sólo el 1% del agua dulce en el mundo, está

disponible para consumo humano. #15AñosConsejoConsultivoDelAgua.

Consejo Mexicano de la Carne - Fondo Pyme (2015). Compendio estadístico de la industria cárnica mexicana 2015.

Cordain, L., Eaton, S.B., Sebastian, A., Mann, N., Lindeberg, S., Watkins, B. a, y Keefe, J.H.O. (2005). Origins and evolution of the Western diet : health implications for the 21st century. *Am. J. Clin. Nutr.* 81, 341–354.

Cota Rubio, E., Hurtado-Ayala, L., Pérez-Morales, E., y Alcántara-Jurado, L. (2014). Resistencia a antibióticos de cepas bacterianas aisladas de animales destinados al consumo humano. *Rev. Iberoam. Ciencias* 1, 75–85.

Crosson, P., Shalloo, L., O'Brien, D., Lanigan, G.J., Foley, P.A., Boland, T.M., Kenny, D.A., O'Brien, D., Lanigan, G.J., Foley, P.A., et al. (2011a). A review of whole farm systems models of greenhouse gas emissions from beef and dairy cattle production systems. *Anim. Feed Sci. Technol.* 166, 29–45.

Crosson, P., Shalloo, L., O'Brien, D., Lanigan, G.J., Foley, P.A., Boland, T.M., y Kenny, D.A. (2011b). A review of whole farm systems models of greenhouse gas emissions from beef and dairy cattle production systems. *Anim. Feed Sci. Technol.* 166, 29–45.

Cruz, J. (2015). La OMS relaciona el consumo de carnes rojas y carnes procesadas con el cáncer. *Eurocarne* 149–157.

Czerwonka, M., y Tokarz, A. (2017). Iron in red meat—friend or foe. *Meat Sci.* 123, 157–165.

D

Daley, C.A., Abbott, A., Doyle, P.S., Nader, G.A., y Larson, S. (2010). A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutr. J.* 9, 10.

De Vries, M., y De Boer, I.J.M. (2010). Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livest. Sci.* 128, 1–11.

Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial-FIRA (2017). Panorama Agroalimentario Carne de bovino 2017.

Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial-FIRA, y FIRA (2015). Panorama Agroalimentario. Carne de bovino 2015. 2016 35.

Dirección General de Secretaria de Salud (2016). Salud en Números.

Duckett, S.K., Neel, J.P.S., Lewis, R.M., Fontenot, J.P., y Clapham, W.M. (2013). Effects of forage species or concentrate finishing on animal performance , carcass and meat quality. *J.*

Anim. Sci. 91, 1454–1467.

Duraiappah, A.K., Naeem, S., Agardy, T., Ash, N.J., Cooper, H.D., Díaz, S., Faith, D.P., Mace, G., McNeely, J. a., Mooney, H. a., et al. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis* (Washington D.C., U.S.: World Resources Institute).

F

Falcon, N., Ortega, C., Gorniak, S., Villamil, L.C., Rios, C., y Simón, M.C. (2010). El problema de la resistencia a antibióticos en salud pública. *Una Salud. Rev. Sapuvet Salud Pública*, 1, 75–88.

FAO (2012). *Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención*. (Roma, Italia).

FAO (2017). Portal terminológico.

FAO-FAOSTAT (2016). FAOSTAT.

Financiera Rural (2009). *Bovino y sus derivados djunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial Ganado Bovino en Pie*.

G

García, M.R., García, D.G., y Montero, H.R. (1990). *Notas sobre mercados y comercialización de productos agrícolas* (Montecillo, México.: Colegio de Postgraduados).

García, M.R., García, S.J.A., y C., G.S.R. (2003). *Teoría del mercado de productos agrícolas* (Montecillo, México.: Colegio de Postgraduados).

García C., D. (2015). *Beta agonistas en el corral de engorda*.

Garnett, T. (2011). Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain)? A comment. *Food Policy* 36, 523–532.

Garnett, T., Mathewson, S., Angelides, P., y Borthwick, F. (2015). *Policies and actions to shift eating patterns: What works?* FCRN/Chatham House 85.

Gillman, S. (2015). *Horizon*.

Griel, A.E., y Kris-Etherton, P.M. (2006). Beyond saturated fat: the importance of the dietary fatty acid profile on cardiovascular disease. *Nutr. Rev.* 64, 257–262.

Guerrero, A.L. (2001). *Manual para hacer Agricultura Ecológica en Almería* (Plaza de Barcelona 5. 04006, Almería: Publicaciones de Cajamar Caja Rural).

Gujarati, D.N., y Porter, D.C. (2010). *Econometría* (México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. A).

H

Hernández-Sánchez, D., Francisco, M.A., Osorio, R.J.P., Cobos, P.M.A., Crosby, G.M.M., y Hernández, M.O. (2013). Niveles de clenbuterol detectados en carne de bovino distribuida en Texcoco, Estado de México. *AgroProductividad* 6, 1–40.

<http://www.straumann.es> Straumann® Xenograft.

Huerta, L.N. (2016). El Búfalo y su Importancia Mundial.

I

Instituto Nacional de Estadística y Geografía Censos y Conteos de Población Vivienda.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2015). Encuesta Intercensal (2015). Panorama sociodemográfico de México 2015 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

J

Jukes, T.H., y Williams, W.L. (1953). Nutritional effects of antibiotics. *Pharmacol. Rev.* 5, 381–420.

K

Klein, N. (2015). *This changes everything: Capitalism vs. the climate* (New York, U.S.A.: Simon and Schuster).

L

Lang, T., y Barling, D. (2013). Nutrition and sustainability: an emerging food policy discourse. *Proc. Nutr. Soc.* 72, 1–12.

Lesschen, J.P., van den Berg, M., Westhoek, H.J., Witzke, H.P., y Oenema, O. (2011). Greenhouse gas emission profiles of European livestock sectors. *Anim. Feed Sci. Technol.* 166–167, 16–28.

M

Martínez, F.B. (1990). Los precios de garantía en México. *Comer. Exter.* 938–942.

Martínez, A.J., Roca, J., y Sánchez, J. (1998). *Curso de economía ecológica*.

McGee, H. (2007). *La cocina y los alimentos: enciclopedia de la ciencia y la cultura de la comida* (Barcelona).

McNeill, S., y Van Elswyk, M.E. (2012). Red meat in global nutrition. *Meat Sci.* 92, 166–173.

Micha, R., Wallace, S.K., y Mozaffarian, D. (2010). Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Circulation* 121, 2271–2283.

N

Nguyen, T.L.T., Hermansen, J.E., y Mogensen, L. (2010). Environmental consequences of different beef production systems in the EU. *J. Clean. Prod.* 18, 756–766.

O

Oostindjer, M., Alexander, J., Amdam, G.V., Andersen, G., Bryan, N.S., Chen, D., Corpet, D.E., De Smet, S., Dragsted, L.O., Haug, A., et al. (2014). The role of red and processed meat in colorectal cancer development: A perspective. *Meat Sci.* 97, 583–596.

Organización Mundial de la Salud (2016). Base de datos de mortandad.

P

Pan, A., Sun, Q., Bernstein, Adam, Schulze, M.B., Manson, J.E., Stampfer, M.J., Willett, W.C., Hu, F.B., y Bernstein, A.M. (2012). Red Meat Consumption and Mortality. *Arch. Intern. Med.* 172, 555–563.

Pérez, L.A.B., Palacios, G.B., y Castro, B.A.L. (2008). Sistema mexicano de alimentos equivalentes. Fomento de Nutrición y Salud. (Cuadernos de Nutrición México).

Pimentel, D. (2003). Ethanol fuels: Energy balance, economics, and environmental impacts are negative. *Nat. Resour. Res.* 12, 127–134.

Priolo, A., Micol, D., y Agabriel, J. (2001). Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Anim. Res.* 50, 185–200.

R

Reynolds, C.J., Buckley, J.D., Weinstein, P., y Boland, J. (2014). Are the dietary guidelines for meat, fat, fruit and vegetable consumption appropriate for environmental sustainability? A review of the literature. *Nutrients* 6, 2251–2265.

Ricalde, L., David, C., Salvador, E., Peniche, A., David, C., Ricalde, L., López-hernández, E.S., y Peniche, I.A. (2005). Educación Ambiental conceptual. 4.

Rubio L., M.S., Braña V., D., Médez M., D., Torrescano U., G.R., Sánchez E., A., Pérez L., C., Figueroa S., F., y Delgado S., E. (2013). Guía práctica para la estandarización y Evaluación de las Canales Bovinas mexicanas.

S

Sachs, J.D. (2015). *The age of sustainable development* (New York, U.S.A.: Columbia University Press).

SAGARPA (2017a). #MxAlimentandoMx, el búfalo, animal por triple partida.

SAGARPA (2017b). PROAGRO Productivo.

Santoyo, S. (1977). La política de precios de garantía: antecedentes, situación actual y perspectivas. *Estud. Demogr. Urbanos Col. Mex.* 77–98.

Science Learning Hub Bone strength.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (1986). Estadísticas básicas 1960-1986 para la planeación del desarrollo rural integral, (México).

SIAP-SAGARPA (2015). SIACON (México).

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., y De Haan, C. (2009). La larga sombra del ganado problemas ambientales y opciones (Roma, Italia).

T

Tomek, W.G., y Robinson, K.L. (1990). *Agricultural Product Prices* (Ithaca, N. Y. USA.: Cornell University Press).

V

Van Elswyk, M.E., y McNeill, S.H. (2014). Impact of grass/forage feeding versus grain finishing on beef nutrients and sensory quality: The U.S. experience. *Meat Sci.* 96, 535–540.

Varnero, M.M.T. (2011). *Manual de biogás* (Santiago de Chile: Ministerio de Energía del Gobierno de Chile, La Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, y el Programa de las Naciones Unidad para el Desarrollo).

Vázquez, A.J.M.P., y Martínez, D.M.Á. (2015). Estimación empírica de elasticidades de oferta y demanda / Empirical estimation of elasticity of supply and demand. *Rev. Mex. ciencias agrícolas VO - 6* 955.

Villalobos, I.E., Ramírez, F.H., Balam, L.M. de la V., y García, M.M.Á.G. (2015). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero-Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)*.

W

Wirsenius, S., Azar, C., y Berndes, G. (2010). How much land is needed for global food production under scenarios of dietary changes and livestock productivity increases in 2030? *Agric. Syst.* 103, 621–638.

Wirsenius, S., Hedenus, F., y Mohlin, K. (2011). Greenhouse gas taxes on animal food products: Rationale, tax scheme and climate mitigation effects. *Clim. Change* 108, 159–184.

Wooldridge, J.M. (2010). *Introducción a la econometría - Un enfoque moderno* (México, D.F.:

Cengage Learning Editores).

Z

Zur Hausen, H. (2012). Red meat consumption and cancer: Reasons to suspect involvement of bovine infectious factors in colorectal cancer. *Int. J. Cancer* 130, 2475–2483.

Zur, H.H. (2012). Red meat consumption and cancer: Reasons to suspect involvement of bovine infectious factors in colorectal cancer. *Int. J. Cancer* 130, 2475–2483.

The SAS System														
Obs	YE	INPC	Prnom_canal	C	PIBnom	Pob	T	Ct_1	Ct_2	PIBreal	Pr	Ip	Pred_Cons	residuals
1	1960	0.012	0.0065	8.275	1252.29	34923129	1	.	.	10889504.35	56.5217	311.814	.	.
2	1961	0.012	0.0063	8.54	1306.38	36068598.82	2	8.275	.	11261922.41	54.3103	312.236	8.9585	-0.41852
3	1962	0.012	0.0067	9.88	1364.63	37251639.76	3	8.54	8.275	11467487.39	56.3025	307.838	9.0944	0.78556
4	1963	0.012	0.0068	9.82	1467.65	38473484.14	4	9.88	8.54	12333218.49	57.1429	320.564	9.8527	-0.03274
5	1964	0.012	0.007	10.27	1629.15	39735404.71	5	9.82	9.88	13138314.52	56.4516	330.645	9.7553	0.51473
6	1965	0.013	0.0079	10.2	1729.32	41088325.96	6	10.27	9.82	13616724.41	62.2047	331.802	9.8203	0.3797
7	1966	0.013	0.0084	9.95	1834.75	42384775.49	7	10.2	10.27	14333953.13	65.625	338.186	9.585	0.36503
8	1967	0.013	0.0086	10	1942.17	43774985.43	8	9.95	10.2	14713401.52	65.1515	336.114	9.4535	0.54655
9	1968	0.014	0.0088	9.61	2125.19	45210793.91	9	10	9.95	15742111.11	65.1852	348.194	9.3844	0.22563
10	1969	0.014	0.0089	9.35	2197.84	46693696.54	10	9.61	10	15926355.07	64.4928	341.081	9.2099	0.14009
11	1970	0.015	0.0088	8.79	2340.75	48225238	11	9.35	9.61	16143110.34	60.6897	334.744	9.2388	-0.44876
12	1971	0.015	0.0094	8.29	2428.82	49825885.46	12	8.79	9.35	15874647.06	61.4379	318.602	8.9692	-0.67924
13	1972	0.016	0.0094	7.97	2628.68	51479660.13	13	8.29	8.79	16327229.81	58.3851	317.159	8.7666	-0.79661
14	1973	0.018	0.0133	7.61	2835.33	53188325.36	14	7.97	8.29	15751822.22	73.8889	296.152	8.1168	-0.50682
15	1974	0.022	0.016	7.92	2999.12	54953703.02	15	7.61	7.97	13448968.61	71.7489	244.733	8.391	-0.47099
16	1975	0.026	0.0197	9.16	3171.4	56777675.46	16	7.92	7.61	12388296.88	76.9531	218.19	8.616	0.54395
17	1976	0.03	0.0231	10.35	3311.5	58662187.51	17	9.16	7.92	11149828.28	77.7778	190.068	9.6504	0.69963
18	1977	0.038	0.0274	10.86	3423.78	60699648.31	18	10.35	9.16	8939373.37	71.5405	147.492	11.0509	-0.19088
19	1978	0.045	0.041	10.35	3730.45	62620934.61	19	10.86	10.35	8289880	91.1111	132.382	10.7476	-0.39756
20	1979	0.053	0.0494	9.22	4092.23	64699390.71	20	10.35	10.86	7692163.53	92.8571	118.891	10.45	-1.22998
21	1980	0.067	0.051	10.57	4391.91	66846833	21	9.22	10.35	6535575.89	75.8929	97.769	10.5387	0.0313
22	1981	0.086	0.062	11.73	6032.27	68163973.68	22	10.57	9.22	7022427.82	72.1769	103.023	11.546	0.18397
23	1982	0.137	0.103	11.84	9595.75	69507067.12	23	11.73	10.57	7024708.27	75.4026	101.065	12.2127	-0.37271
24	1983	0.276	0.18	12.64	17493.31	70876624.68	24	11.84	11.73	6345053.25	65.2884	89.523	12.7821	-0.14208
25	1984	0.456	0.268	12.09	28659.77	72273167.82	25	12.64	11.84	6283659.35	58.759	86.943	13.5974	-1.50739
26	1985	0.72	0.603	12.01	45940.61	73697228.24	26	12.09	12.64	6385074.7	83.8082	86.639	12.2434	-0.23344
27	1986	1.34	0.91	15.69	76306.56	75149348.16	27	12.01	12.09	5694944.46	67.9155	75.782	12.9076	2.78239
28	1987	3.106	1.837	15.7	185542.05	76630080.44	28	15.69	12.01	5973088.53	59.1379	77.947	15.7021	-0.0021
29	1988	6.653	4.878	15.68	378979.15	78139988.86	29	15.7	15.69	5696707.26	73.3247	72.904	15.1916	0.48841
30	1989	7.984	7.18	14.28	499435.65	79679648.31	30	15.68	15.7	6255769.91	89.9344	78.512	14.4761	-0.19614
31	1990	10.111	7.676	13.56	672000.05	81249645	31	14.28	15.68	6645964.48	75.9143	81.797	14.0632	-0.50317
32	1991	12.403	8.494	15.12	864298.7	83141223.58	32	13.56	14.28	6968521.04	68.484	83.815	13.8567	1.26329
33	1992	14.326	8.177	15.54	1027650.79	85076840.12	33	15.12	13.56	7173176.54	57.0768	84.314	15.348	0.19203
34	1993	15.723	8.35	14.94	1570146.59	87057519.89	34	15.54	15.12	9986050	53.1056	114.706	15.5313	-0.5913
35	1994	16.819	8.13	16.11	1779753.51	89084312	35	14.94	15.54	10582055.04	48.3393	118.787	15.2829	0.82709
36	1995	22.705	10.58	15.3	2206943.46	91158290	36	16.11	14.94	9720076.88	46.5977	106.629	16.2377	-0.93771
37	1996	30.511	13.29	14.59	3020033.03	92389598.58	37	15.3	16.11	9898307.56	43.5586	107.137	15.8104	-1.2204
38	1997	36.804	17.59	15.3	3805271.96	93637538.9	38	14.59	15.3	10339401.47	47.7942	110.419	15.14	0.16003
39	1998	42.666	18.99	16.45	4586365.65	94902335.6	39	15.3	14.59	10749487.65	44.5086	113.269	15.7215	0.72847
40	1999	49.742	21.12	16.77	5539866.33	96184216.38	40	16.45	15.3	11137133.45	42.4588	115.79	16.552	0.21799
41	2000	54.464	21.83	17.15	6464301.72	97483412	41	16.77	16.45	11869031.28	40.0818	121.754	16.8102	0.33977
42	2001	57.932	22.58	17.32	6770398.48	98612927.35	42	17.15	16.77	11686863.12	38.9769	118.512	17.1357	0.18433
43	2002	60.846	22.2	17.84	7160498.66	99755530.1	43	17.32	17.15	11768213.01	36.4855	117.971	17.3524	0.48759
44	2003	63.613	23.67	16.95	7695623.57	100911371.9	44	17.84	17.32	12097621.34	37.2096	119.884	17.6563	-0.70634
45	2004	66.595	26.49	16.36	8693240	102080606.1	45	16.95	17.84	13053873.34	39.7777	127.878	16.8915	-0.53153
46	2005	69.251	30.14	16.53	9441350.14	103263388	46	16.36	16.95	13633541.42	43.5229	132.027	16.3136	0.2164
47	2006	71.764	30.49	17.14	10538114.51	105017409.9	47	16.53	16.36	14684320.51	42.4862	139.827	16.403	0.73697
48	2007	74.611	30.896	17.25	11403263.29	106801225.5	48	17.14	16.53	15283581.14	41.4093	143.103	16.8269	0.42311
49	2008	78.435	31.791	17.36	12256863.47	108615340.8	49	17.25	17.14	15626778.18	40.5317	143.873	16.9288	0.43122
50	2009	82.59	32.255	16.75	12093889.91	110460270.5	50	17.36	17.25	14643286.01	39.0544	132.566	17.1556	-0.40555
51	2010	86.023	33.217	16.3	13282061.03	112336538	51	16.75	17.36	15440127.68	38.6141	137.445	16.7232	-0.42316
52	2011	88.954	34.21	16.04	14550013.91	113739878.4	52	16.3	16.75	16356765.92	38.458	143.809	16.3744	-0.33436
53	2012	92.612	36.682	15.25	15626906.63	115160749.7	53	16.04	16.3	16873613.57	39.6085	146.522	16.132	-0.88198
54	2013	96.137	40.985	15.33	16118030.64	116599371	54	15.25	16.04	16765758.97	42.632	143.789	15.5062	-0.17616
55	2014	100	49.784	15.7	17258964.11	118055963.9	55	15.33	15.25	17258964.11	49.784	146.193	15.2576	0.44242

Anexo 2. Programa SAS Mortalidad

DATA MORTALIDAD;

INPUT

YE C Pob_miles DEF_Dia DEF_Can DEF_Hip Exceso Deficit ;
 Pob_cmil=(Pob_miles/100); SigmaCDH=(DEF_Can+DEF_Hip+DEF_Dia); M=(SigmaCDH/Pob_cmil);
 Ct_1=LAG(C);

DATALINES;

1960	8.27	34923.13	2787.00	12516.00	2001.00	0.00	8.27
1961	8.54	36068.60	2784.00	12864.00	2078.00	0.00	8.54
.
.
2012	15.25	122070.96	85055.00	78352.00	18513.00	15.25	0.00
2013	15.33	123740.11	89469.00	80551.00	18709.00	15.33	0.00
2014	15.70	125385.83	94029.00	82830.00	18977.00	15.70	0.00

;

ods graphics on;

PROC MEANS;

PROC REG DATA= MORTALIDAD;

MODEL M= Ct_1 /DW DWPROB;output out=PRED p=Pred_muerte r=residuals; **Run; Quit;**

MODEL M= Exceso /DW DWPROB;output out=PRED p=Pred_muerte r=residuals; **Run; Quit;**

MODEL M= Deficit /DW DWPROB;output out=PRED p=Pred_muerte r=residuals; **Run; Quit;**

MODEL M= C Ct_1 Ct_2 Ct_3 /DW DWPROB;output out=PRED p=Pred_muerte r=residuals; **Run; Quit;**

Salida Programa SAS Mortalidad vs Consumo

The REG Procedure					
Model: MODEL1					
Dependent Variable: M					
Number of Observations Read		55			
Number of Observations Used		54			
Number of Observations with Missing Values		1			
Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	43896	43896	158.02	<.0001
Error	52	14445	277.77893		
Corrected Total	53	58340			
Root MSE		16.66670	R-Square	0.7524	
Dependent Mean		89.28980	Adj R-Sq	0.7476	
Coeff Var		18.66585			

Root MSE	16.66670	R-Square	0.7524
Dependent Mean	89.28980	Adj R-Sq	0.7476
Coeff Var	18.66585		

Parameter Estimates					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	-24.08040	9.29938	-2.59	0.0124
Ct_1	1	8.67273	0.68991	12.57	<.0001

Muertes por consumo per cápita diferente a 10.5 Kg/per/año VS Predichos 1960-2014

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: M

Durbin-Watson D	0.211
Pr < DW	<.0001
Pr > DW	1.0000
Number of Observations	54
1st Order Autocorrelation	0.817

El modelo tiene un indicador alto de autocorrelación debido a que se calculó como “autorregresivo”.

Salida Programa SAS Mortalidad vs Exceso

Muertes por consumo per cápita diferente a 10.5 Kg/per/año VS Predichos 1960-2014

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: M

Number of Observations Read	55
Number of Observations Used	55

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	38616	38616	96.20	<.0001
Error	53	21275	401.42244		
Corrected Total	54	59891			

Root MSE	20.03553	R-Square	0.6448
Dependent Mean	88.56723	Adj R-Sq	0.6381
Coeff Var	22.62183		

Parameter Estimates					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	52.94495	4.52656	11.70	<.0001
Exceso	1	3.58806	0.36583	9.81	<.0001

Muertes por consumo per cápita diferente a 10.5 Kg/per/año VS Predichos 1960-2014

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: M

Durbin-Watson D	0.256
Pr < DW	<.0001
Pr > DW	1.0000
Number of Observations	55
1st Order Autocorrelation	0.820

Note: Pr<DW is the p-value for testing positive autocorrelation, and Pr>DW is the p-value for testing negative autocorrelation.

Salida Programa SAS Mortalidad vs Déficit

Muertes por consumo per cápita diferente a 10.5 Kg/per/año VS Predichos 1960-2014

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: M

Number of Observations Read	55
Number of Observations Used	55

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	30007	30007	53.22	<.0001
Error	53	29884	563.84089		
Corrected Total	54	59891			

Root MSE	23.74533	R-Square	0.5010
Dependent Mean	88.56723	Adj R-Sq	0.4916
Coeff Var	26.81052		

Parameter Estimates					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	105.41785	3.94803	26.70	<.0001
Deficit	1	-5.27932	0.72367	-7.30	<.0001

Muertes por consumo per cápita diferente a 10.5 Kg/per/año VS Predichos 1960-2014

The REG Procedure
Model: MODEL1
Dependent Variable: M

Durbin-Watson D	0.313
Pr < DW	<.0001
Pr > DW	1.0000
Number of Observations	55
1st Order Autocorrelation	0.798

Note: Pr<DW is the p-value for testing positive autocorrelation, and Pr>DW is the p-value for testing negative autocorrelation.

Muentes por consumo per cápita diferente a 10.5 Kg/ber/año VS Predichos 1960-2014

Obs	YE	C	Pob_miles	DEF_Dia	DEF_Can	DEF_Hip	Exceso	Deficit	Pob_cmil	SigmaCD	M	Ct_1	Ct_2	Ct_3	Pred_rme	residuals
1	1960	8.27	34923.13	2787	12516	2001	0	8.27	349.23	17304	49.549				61.758	-12.2091
2	1961	8.54	36068.6	2784	12864	2078	0	8.54	360.69	17726	49.145	8.27			60.332	-11.1873
3	1962	9.88	37251.64	3090	13428	1856	0	9.88	372.52	18374	49.324	8.54	8.27		53.258	-3.9342
4	1963	9.82	38473.48	3663	14138	2040	0	9.82	384.73	19841	51.571	8.54	8.54	8.27	53.575	-2.0044
5	1964	10.27	39735.41	3668	14933	2155	0	10.27	397.35	20956	52.739	9.82	9.88	8.54	51.199	1.5396
6	1965	10.2	41038.72	4310	15441	2023	0	10.2	410.39	21774	53.057	10.27	9.82	9.88	51.569	1.4884
7	1966	9.95	42384.78	4342	15729	2227	0	9.95	423.85	22298	52.609	10.2	10.27	9.82	52.889	-0.2801
8	1967	10	43774.99	4809	15724	2012	0	10	437.75	22845	51.502	9.95	10.2	10.27	52.625	-1.1227
9	1968	9.61	45210.79	4355	15937	2177	0	9.61	452.11	22469	49.698	10	9.95	10.2	54.684	-2.7043
10	1969	9.35	46693.7	5236	17133	2543	0	9.35	466.94	24912	53.352	9.61	10	9.95	56.056	-4.7043
11	1970	8.79	48225.24	7846	18415	2832	0	8.79	482.25	29093	60.327	9.35	9.61	10	59.013	1.3147
12	1971	8.29	49825.89	7994	18389	2188	0	8.29	498.26	28571	57.342	8.79	9.35	9.61	61.652	-4.3106
13	1972	7.97	51479.66	8290	19217	2155	0	7.97	514.8	29662	57.619	8.29	8.79	9.35	63.342	-5.7228
14	1973	7.61	53188.33	7774	19963	2094	0	7.61	531.88	29931	56.086	7.97	8.29	8.79	65.242	-9.1566
15	1974	7.92	54953.7	10312	21869	2086	0	7.92	549.54	34267	62.356	7.61	7.97	8.29	63.606	-1.2495
16	1975	9.16	56777.68	10886	22827	2203	0	9.16	567.78	35916	63.257	7.92	7.61	7.97	57.059	6.1979
17	1976	10.35	58662.19	11488	24120	2324	0	10.35	586.62	37932	64.662	9.16	7.92	7.61	50.777	13.8848
18	1977	10.86	60609.25	12122	25651	2452	10.86	0	606.09	40225	66.368	10.35	9.16	7.92	105.418	-39.0501
19	1978	10.35	62620.94	12791	25809	2586	0	10.35	626.21	41186	65.77	10.86	10.35	9.16	50.777	14.9934
20	1979	9.22	64699.39	13489	27865	2725	0	9.22	646.99	44079	68.129	10.35	10.86	10.35	56.743	11.3864
21	1980	10.57	69330.97	14626	26375	2876	10.57	0	693.31	43877	63.286	9.22	10.35	10.86	105.418	-42.1316
22	1981	11.73	70950.74	15430	27957	3271	11.73	0	709.51	46658	65.761	10.57	9.22	10.35	105.418	-39.6567
23	1982	11.84	72547.99	16775	29415	3458	11.84	0	725.48	49648	68.435	11.73	10.57	9.22	105.418	-36.9831
24	1983	12.64	74133.38	18880	30586	3695	12.64	0	741.33	53041	71.548	11.84	11.73	10.57	105.418	-33.8698
25	1984	12.09	75721.21	19418	31798	3798	12.09	0	757.21	55000	72.635	12.64	11.84	11.73	105.418	-32.7883
26	1985	12.01	77322.64	20918	34844	4672	12.01	0	773.23	60434	78.158	12.09	12.64	11.84	105.418	-27.2596
27	1986	15.69	78939.44	23239	36930	5561	15.69	0	789.39	64730	82	12.01	12.09	12.64	105.418	-23.4183
28	1987	15.7	80571.07	24092	37330	5682	15.7	0	805.71	67104	83.285	15.69	12.01	12.09	105.418	-22.1324
29	1988	15.68	82223.15	25092	39292	6067	15.68	0	822.23	70451	85.683	15.7	15.69	12.01	105.418	-19.7352
30	1989	14.28	83901.64	25678	40555	6522	14.28	0	839.02	72755	86.715	15.68	15.7	15.69	105.418	-18.7032
31	1990	13.56	85609.4	25782	41125	6712	13.56	0	856.09	73619	88.994	14.28	15.68	15.7	105.418	-19.4238
32	1991	15.12	87347.21	27139	41953	6806	15.12	0	873.47	75898	86.892	13.56	14.28	15.68	105.418	-18.5255
33	1992	15.54	89110.04	28304	43684	6771	15.54	0	891.1	78759	88.384	15.12	13.56	14.28	105.418	-17.0339
34	1993	14.94	90887.1	29581	44939	7155	14.94	0	908.87	81675	89.864	15.54	15.12	13.56	105.418	-15.5536
35	1994	16.11	92663.66	30324	46422	7813	16.11	0	926.64	84559	91.254	14.94	15.54	15.12	105.418	-14.1642
36	1995	15.3	94426.95	33316	48218	8259	15.3	0	944.27	89793	95.093	16.11	14.94	15.54	105.418	-10.3253
37	1996	14.59	96181.71	34865	49916	8763	14.59	0	961.82	93544	97.258	15.3	16.11	14.94	105.418	-8.1603
38	1997	15.3	97925.82	36027	51251	8815	15.3	0	979.26	96093	98.128	14.59	15.3	16.11	105.418	-7.2895
39	1998	16.45	99632.3	41832	55235	9354	16.45	0	996.32	106421	106.814	15.3	14.59	15.3	105.418	1.3959
40	1999	16.77	101266.57	45632	56400	9098	16.77	0	1012.67	111130	109.74	16.45	15.3	14.59	105.418	4.3222
41	2000	17.15	102808.59	46614	57784	9371	17.15	0	1028.09	113769	110.661	16.77	16.45	15.3	105.418	5.2431
42	2001	17.32	104239.56	49964	59011	9778	17.32	0	1042.4	118753	113.923	17.15	16.77	16.45	105.418	8.5053
43	2002	17.84	105576.3	54925	61417	10770	17.84	0	1055.78	126512	119.828	17.32	17.15	16.77	105.418	14.4098
44	2003	16.95	106888.42	59192	63067	10691	16.95	0	1068.88	132950	124.382	17.84	17.32	17.15	105.418	18.9642
45	2004	16.36	108257.82	62463	64336	11323	16.36	0	1082.58	138122	127.586	16.95	17.84	17.32	105.418	22.1683
46	2005	16.53	109747.91	67159	66464	12175	16.53	0	1097.48	145798	132.848	16.36	16.95	17.84	105.418	27.4302
47	2006	17.14	111382.86	68461	67274	12876	17.14	0	1113.83	148611	133.424	16.53	16.36	16.95	105.418	28.0057
48	2007	17.25	113139.37	70517	68815	12893	17.25	0	1131.39	152225	134.546	17.14	16.53	16.36	105.418	29.1286
49	2008	17.36	114972.82	75637	71074	14278	17.36	0	1149.73	160989	140.024	17.25	17.14	16.53	105.418	34.6057
50	2009	16.75	116815.61	77699	72627	15697	16.75	0	1168.16	166023	142.124	17.36	17.25	17.14	105.418	36.7061
51	2010	16.3	118617.54	82964	74685	17775	16.3	0	1186.18	175424	147.89	16.75	17.36	17.25	105.418	42.4726
52	2011	16.04	120365.27	80788	76215	17333	16.04	0	1203.65	174336	144.839	16.3	16.75	17.36	105.418	39.4213
53	2012	15.25	122070.96	85055	78352	18513	15.25	0	1220.71	181920	149.028	16.04	16.3	16.75	105.418	43.6102
54	2013	15.33	123740.11	89469	80551	18709	15.33	0	1237.4	188729	152.52	15.25	16.04	16.3	105.418	47.1026
55	2014	15.7	125385.83	94029	82830	18977	15.7	0	1253.86	195836	156.187	15.33	15.25	16.04	105.418	50.7689

Anexo 3. Programa SAS Inventario

DATA REG;

INPUT

ye Invcar INPC Prnom_canal Pob PIBnom Pccion C ;
 T=_N_; In=(Invcar/1000000); Int_1=LAG(In); PIBreal=(PIBnom/INPC)*100; P=Pob/1000000;
 Pr=(Prnom_canal/INPC)*100; Ip=(PIBreal/Pob)*1000; Cto=(C*P); Cot=Cto/1000; Te=(In/Cot);

DATALINES;

1980	32634686.0000	0.0670	0.0510	66846833.0000	4391.9100	1065070.0000	10.5700
1981	33670907.0000	0.0860	0.0620	68163974.0000	6032.2700	1163535.0000	11.7300
1982	35088452.0000	0.1370	0.1030	69507067.0000	9595.7500	1200544.0000	11.8400
...
2012	29526542.0000	92.6100	36.6800	115160750.0000	15626906.6300	1820547.0000	15.2500
2013	29992172.0000	96.1400	40.9900	116599371.0000	16118030.6400	1806758.0000	15.3300
2014	30508948.0000	100.0000	49.7800	118055964.0000	17258964.1100	1827153.0000	15.7000

ods graphics on;

PROC MEANS;

PROC REG DATA=REG;

MODEL In = Int_1 Cot Pr Ip Te /DW DWPROB ; **output** out=PRED p=Pred_Inv r=residuals; **run;**PROC

PRINT DATA=PRED; run; Quit;

Salida Programa SAS Inventario

The SAS System					
The REG Procedure					
Model: MODEL1					
Dependent Variable: In					
Number of Observations Read					35
Number of Observations Used					34
Number of Observations with Missing Values					1
Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	89.86899	17.97380	26.18	<.0001
Error	28	19.22489	0.68660		
Corrected Total	33	109.09389			
Root MSE		0.82862	R-Square	0.8238	
Dependent Mean		30.23421	Adj R-Sq	0.7923	
Coeff Var		2.74066			

Parameter Estimates					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	0.52619	4.81907	0.11	0.9138
Int_1	1	0.14262	0.12249	1.16	0.2541
Cot	1	11.76433	2.15892	5.45	<.0001
Pr	1	0.01699	0.01982	0.86	0.3986
Ip	1	-0.04153	0.01517	-2.74	0.0106
Te	1	0.53578	0.08216	6.52	<.0001

The SAS System

The REG Procedure
Model: MODEL1
Dependent Variable: ln

Durbin-Watson D	1.306
Pr < DW	0.0031
Pr > DW	0.9969
Number of Observations	34
1st Order Autocorrelation	0.339

Note: Pr<DW is the p-value for testing positive autocorrelation, and Pr>DW is the p-value for testing negative autocorrelation.

Obs	ye	Invcar	INPC	Pnom_causal	Pob	PIBnom	Pccion	C	T	In	Int_1	PIBreal	P	Pr	Ip	Cto	Cot	Te	Pred_inv	residuals
1	1980	32634686	0.07	0.051	66846833	4391.91	1065070	10.6	1	32.635		6555089.55	66.847	76.119	98.061	706.57	0.7066	46.187		
2	1981	33670907	0.09	0.062	68163974	6032.27	1163535	11.7	2	33.671	32.635	7014267.44	68.164	72.093	102.9	799.56	0.7996	42.112	34.1011	-0.43018
3	1982	35088452	0.14	0.103	69507067	9595.75	1200544	11.8	3	35.089	33.671	7004197.08	69.507	75.183	100.77	822.96	0.823	42.637	34.9466	0.14186
4	1983	35400979	0.28	0.18	70876625	17493.31	1030167	12.6	4	35.401	35.089	6338155.8	70.877	65.217	89.425	895.88	0.8959	39.515	34.636	0.765
5	1984	28656987	0.46	0.268	72273168	28659.77	962820	12.1	5	28.657	35.401	6285037.28	72.273	58.772	86.962	873.78	0.8738	32.797	30.8135	-2.15651
6	1985	29708786	0.72	0.603	73697228	45940.61	979574	12	6	29.709	28.657	6389514.6	73.697	83.867	86.7	885.1	0.8851	33.565	30.8342	-1.12538
7	1986	33244464	1.34	0.91	75149348	76306.56	1247856	15.7	7	33.245	29.709	5694519.4	75.149	67.91	75.776	1179.1	1.1791	28.195	31.7479	1.49656
8	1987	32611114	3.11	1.837	76630080	185542.05	1272593	15.7	8	32.611	33.245	5973665.49	76.63	59.144	77.955	1203.1	1.2031	27.106	31.7116	0.89948
9	1988	31847693	6.65	4.878	78139989	378979.15	1212786	15.7	9	31.848	32.611	5696364.8	78.14	73.32	72.899	1225.2	1.2252	25.993	31.7364	0.11133
10	1989	31198634	7.98	7.18	79679648	499435.65	1162780	14.3	10	31.199	31.848	6255456.54	79.68	89.93	78.508	1137.8	1.1378	27.42	31.4128	-0.21414
11	1990	30241972	10.1	7.676	81249645	672000.05	1113919	13.6	11	30.242	31.199	6646884.77	81.25	75.925	81.808	1101.8	1.1018	27.449	30.5365	-0.29456
12	1991	30023538	12.4	8.494	83141224	864298.7	1186887	15.1	12	30.024	30.242	6970150.81	83.141	68.5	83.835	1257.1	1.2571	23.883	30.1068	-0.08323
13	1992	29396457	14.3	8.177	85076840	1027650.79	1247195	15.5	13	29.397	30.024	7171324.42	85.077	57.062	84.292	1322.1	1.3221	22.235	29.7437	-0.34722
14	1993	30341688	15.7	8.35	87057520	1570146.59	1256478	14.9	14	30.342	29.397	9988209.86	87.058	53.117	114.73	1300.6	1.3006	23.328	28.6565	1.68517
15	1994	30150788	16.8	8.13	89084312	1779753.51	1364711	16.1	15	30.151	30.342	10581174.3	89.084	48.335	118.78	1435.2	1.4352	21.009	28.8817	1.26907
16	1995	29637220	22.7	10.58	91158290	2206943.46	1412336	15.3	16	29.637	30.151	9717936.86	91.158	46.587	106.61	1394.7	1.3947	21.25	28.9837	0.65353
17	1996	28601344	30.5	13.29	92389599	3020033.03	1329947	14.6	17	28.601	29.637	9898502.23	92.39	43.56	107.14	1348	1.348	21.218	28.2689	0.3314
18	1997	29051098	36.8	17.59	93637539	3805271.96	1340071	15.3	18	29.051	28.601	10340412.9	93.638	47.799	110.43	1432.7	1.4327	20.278	28.55	0.50106
19	1998	29245912	42.7	18.99	94902336	4586365.65	1379768	16.5	19	29.246	29.051	10748454.8	94.902	44.504	113.26	1561.1	1.5611	18.734	29.125	0.12091
20	1999	28313158	49.7	21.12	96184216	5539866.33	1399629	16.8	20	28.313	29.246	11137648.4	96.184	42.461	115.8	1613	1.613	17.553	28.9903	-0.67713
21	2000	28449218	54.5	21.83	97483412	6464301.72	1408618	17.2	21	28.449	28.313	11869815.9	97.483	40.085	121.76	1671.8	1.6718	17.017	28.9738	-0.52459
22	2001	28480803	57.9	22.58	98612927	6770398.48	1444621	17.3	22	28.481	28.449	11687206.1	98.613	38.978	118.52	1708	1.708	16.675	29.3514	-0.87056
23	2002	29224283	60.9	22.2	99755530	7160498.66	1467574	17.8	23	29.224	28.481	11767458.8	99.756	36.483	117.96	1779.6	1.7796	16.422	30.0436	-0.81928
24	2003	29306931	63.6	23.67	100911372	7695623.57	1503760	17	24	29.307	29.224	12098134.8	100.91	37.211	119.89	1710.5	1.7105	17.134	29.6498	-0.34288
25	2004	29013488	66.6	26.49	102080606	8693240	1543730	16.4	25	29.014	29.307	13052912.9	102.08	39.775	127.87	1670	1.67	17.373	29.0263	-0.01286
26	2005	28792622	69.3	30.14	103263388	9441350.14	1557707	16.5	26	28.793	29.014	13633718.6	103.26	43.524	132.03	1706.9	1.7069	16.868	29.039	-0.2464
27	2006	28941438	71.8	30.49	105017410	10538114.5	1612992	17.1	27	28.941	28.793	14685220.9	105.02	42.489	139.84	1800	1.8	16.079	29.3375	-0.39605
28	2007	29091311	74.6	30.9	106801226	11403263.3	1635040	17.3	28	29.091	28.941	15283827	106.8	41.415	143.11	1842.3	1.8423	15.791	29.5483	-0.45697
29	2008	29420059	78.4	31.79	108615341	12256863.5	1667136	17.4	29	29.42	29.091	15627774.4	108.62	40.533	143.88	1855.6	1.8556	15.603	29.9305	-0.51045
30	2009	29962595	82.6	32.26	110460271	12093889.9	1704985	16.8	30	29.963	29.42	14643286	110.46	39.06	132.57	1850.2	1.8502	16.194	30.3233	-0.36067
31	2010	30267511	86	33.22	112336538	13282061	1744737	16.3	31	30.268	29.963	15440666.2	112.34	38.619	137.45	1831.1	1.8311	16.53	30.1452	0.12235
32	2011	30553891	89	34.21	113739878	14550013.9	1803932	16.3	32	30.554	30.268	16357519.9	113.74	38.46	143.82	1824.4	1.8244	16.748	29.9594	0.59448
33	2012	29526542	92.6	36.68	115160750	15626906.6	1820547	15.3	33	29.527	30.554	16873886.9	115.16	39.607	146.53	1756.2	1.7562	16.813	29.14	0.38652
34	2013	29992172	96.1	40.99	116599371	16118030.6	1806758	15.3	34	29.992	29.527	16765166.1	116.6	42.636	143.78	1787.5	1.7875	16.779	29.5086	0.48356
35	2014	30508948	100	49.78	118055964	17258964.1	1827153	15.7	35	30.509	29.992	17258964.1	118.06	49.78	146.19	1853.5	1.8535	16.46	30.2022	0.30678

Anexo 4. Datos de superficie forestal

Datos de superficie forestal Brambila et al. (2017)

Año	Selva_sup	Bosque_sup	Total
1976	35,772,298	35,062,148	70,834,446
1993	34,264,490	34,525,283	68,789,773
2002	32,937,296	34,166,446	67,103,742
2007	32,101,988	34,142,463	66,244,451
2011	31,713,466	34,121,881	65,835,347

Anexo 5. Resultados de análisis para antibióticos, clenbuterol, hierro y grasa total.

Confinado



LABORATORIO DE RESIDUOS TÓXICOS EN CÁRNICOS
Clave de Aprobación SAGARPA-SENASICA No. Const-027 con vigencia al 10 de Mayo de 2020.



Numero de Acreditación N° SA-156-005/11. Fecha de Acreditación 2011-06-10.

INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBA

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia:	NACIONAL	Clave Identificación:	GISC17-09626
Matriz:	Bovino	Número de Lote:	1
Tejido:	Músculo	Número de Caso:	S/N
Fecha de Recepción:	2017/06/05	Fecha Obtención Muestra:	2017/06/05

INTERESADO

Nombre o Razón Social: Luis Fuentes
Dirección: Av. Palmas No. 8 Int. F. 301 San Lorenzo Texcoco, Estado de México C.P.
R.F.C.: CPO590222VE9

DATOS DEL ANÁLISIS

*1 **Método:** Determinación de Betalactámidos, Aminoglucósidos, Tetraciclinas y Macrólidos en hígado, músculo y riñón de bovinos, ovinos, equinos, porcinos, aves, caprinos y cérvidos por la prueba de torunda y por bioensayo.
Referencia: *Acuerdo SAGARPA publicado en el DOF el 09 de octubre del 2014. Cap. 2 Métodos Analíticos Oficiales Tabla 1 Numeral 8.0, 9.0, 10.0, 11.0

Fecha del Análisis: 2017/06/07 **Analista:** J.R.G.A.

COMPUESTO	*LMR	RESULTADOS	UNIDAD
Estreptomicina	600	N.D.	ug/kg
Penicilina	50	N.D.	ug/kg
Tetraciclina	200	N.D.	ug/kg
Eritromicina	200	N.D.	ug/kg
Neomicina	500	N.D.	ug/kg
Clortetraciclina	200	N.D.	ug/kg
Oxitetraciclina	200	N.D.	ug/kg

*1 **Método:** Método de prueba para la determinación de extracto etéreo (Método Soxhlet) en productos cárnicos.

Referencia: NMX-F-545-1992

Fecha del Análisis: 2017/06/07 **Analista:** K.A.A.M

COMPUESTO	*LMR	RESULTADOS	UNIDAD
Grasa total	----	3.4	g/100 g

*3 **Método:** Determinación de Clenbuterol por ELISA (ensayo inmunoenzimático) en matrices en tejido (músculo e hígado), suero, orina, retina y alimento.

Referencia: Meyer, H.H.D. et. al. J.Chromato. 551-564 (1991). Residues screening for B-agonistas clenbuterol, salbutamol and cimaterol in urine using enzyme immunoassay and high-performance liquid chromatography. R-Biopharm AG Ridascreen Clenbuterol Fast.

Fecha del Análisis: 2017/06/07 **Analista:** K.A.A.M

COMPUESTO	*LMR	RESULTADOS	UNIDAD
Clenbuterol	0.00	N.D.	ug/kg

*Clave del origen de acreditación o dependencia que aprueba el método analítico utilizado (Ver Nota)

Fecha de Realización del Informe: 2017/06/12

Observaciones: ----

PIR/GIS/F02-01

Este informe solo ampara la muestra entregada y analizada en el laboratorio prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización del laboratorio.

Página: 1 de 2



LABORATORIO DE RESIDUOS TÓXICOS EN CÁRNICOS
Clave de Aprobación SAGARPA-SENASICA No. Const-027 con vigencia al 10 de Mayo de 2020



Número de Acreditación N° SA-159-005/11 Fecha de Acreditación 2011-05-10

Clave Identificación: GISC17-09626

NOTAS

Descripción

*ACUERDO por el que se establecen los criterios para determinar los límites máximos de residuos tóxicos y contaminantes, de funcionamiento de métodos analíticos, el Programa Nacional de control y monitoreo de residuos tóxicos en los bienes de origen animal, recursos acuícolas y pesqueros, y Programa de Monitoreo de Residuos Tóxicos, así como el módulo de consulta, los cuales se encuentran regulados por SAGARPA publicado en el DOF el 9/10/ 2014; Módulo Criterios de Funcionamiento de Métodos Analíticos.

N.D.= Menor al límite de detección.

Acreditaciones, Aprobación y Autorizaciones.

Clave	Descripción
*1	Acreditación otorgada bajo la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 (ISO/IEC/17025:2005) No. SA-159-005/11 vigencia a partir 19-marzo-2015.
*2	Aprobación otorgada por SAGARPA clave Const-027 vigencia al 11-mayo-2015 al 10-mayo-2020
*3	Autorización otorgada por SAGARPA No. 173 vigencia al 4-noviembre-2017
*4	Acreditación otorgada bajo la NMX-EC-17025-IMNC-2006 en la rama de Alimentos No. A-0476-041/13 vigencia a partir 10/diciembre/2015
*5	Prueba no acreditada ni autorizada o aprobada por alguna Institución o Dependencia, sin embargo el análisis se realiza de acuerdo a los requisitos establecidos en el sistema de calidad conforme a la Norma NMX-EC-17025-IMNC-2006

REVISÓ


I.B.I. Gaudencio Vargas Espejel
Signatario Autorizado





LABORATORIO DE RESIDUOS TÓXICOS EN CÁRNICOS
Clave de Aprobación SAGARPA-SENASICA No. Const-027 con vigencia al 10 de Mayo de 2020



Número de Acreditación N°: SA-159-005/11. Fecha de Acreditación 2011-06-10.

INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBA

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia:	NACIONAL	Clave Identificación:	GISC17-09627
Matriz:	Musculo Bovino	Número de Lote:	1
Fecha de Recepción:	2017/06/05	Número de Caso:	S/N
		Fecha Obtención Muestra:	2017/06/05

INTERESADO

Nombre o Razón Social: Luis Fuentes
Dirección: Av. Palmas No. 8 Int. F. 301 San Lorenzo Texcoco, Estado de México C.P.
R.F.C.: CPO590222VE9

DATOS DEL ANÁLISIS

Método: Determinación de metales y metaloides en alimentos, agua potable y purificada por espectroscopia de emisión óptica plasma acoplado Inductivamente (ICP-OES).
Referencia: EPA-6010C-2007
Fecha del Análisis: 2017/06/07 **Analista:** GFL

COMPUESTO	*LMR	RESULTADOS	UNIDAD
Hierro (Fe)	N.A.	33.8	mg/Kg

LMR= Limite Maximo de Residuo conforme a la modificación a la NOM-127-SSA1-1994.
N.D.= No detectado.
N.A.= No aplica.

Fecha de Realización del Informe: 2017/06/12

Observaciones: ----

REVISÓ

I.B.T. Reyna Ivette Delgado Ramos
Signatario



Pastoreo



LABORATORIO DE RESIDUOS TÓXICOS EN CÁRNICOS
Clave de Aprobación SAGARPA-SENASICA No. Const-027 con vigencia al 10 de Mayo de 2020



Número de Acreditación N° SA-159-005/11. Fecha de Acreditación 2011-05-10.

INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBA

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia: NACIONAL
Matriz: Bovino
Tejido: Músculo
Fecha de Recepción: 2017/05/31

Clave Identificación: GISC17-09253
Número de Lote: S/L
Número de Caso: S/N
Fecha Obtención Muestra: 2017/05/27

INTERESADO

Nombre o Razón Social: Luis Fuentes
Dirección: Av. Palmas No. 8 Int. F. 301 San Lorenzo Texcoco, Estado de México C.P.
R.F.C.: CPO590222VE9

DATOS DEL ANÁLISIS

*1 Método: Determinación de Betalactámidos, Aminoglucósidos, Tetraciclinas y Macrólidos en hígado, músculo y riñón de bovinos, ovinos, equinos, porcinos, aves, caprinos y cervidos por la prueba de torunda y por bioensayo.
Referencia: *Acuerdo SAGARPA publicado en el DOF el 09 de octubre del 2014, Cap. 2 Métodos Analíticos Oficiales Tabla 1 Numeral 8.0, 9.0, 10.0, 11.0

Fecha del Análisis: 2017/06/01 Analista: J.R.G.A.

COMPUESTO	*LMR	RESULTADOS	UNIDAD
Estreptomina	600	N.D.	ug/kg
Penicilina	50	N.D.	ug/kg
Tetraciclina	200	N.D.	ug/kg
Eritromicina	200	N.D.	ug/kg
Neomicina	500	N.D.	ug/kg
Clortetraciclina	200	N.D.	ug/kg
Oxitetraciclina	200	N.D.	ug/kg

*1 Método: Método de prueba para la determinación de extracto etéreo (Método Soxhlet) en productos cárnicos.

Referencia: NMX-F-545-1992

Fecha del Análisis: 2017/06/06 Analista: K.A.A.M

COMPUESTO	*LMR	RESULTADOS	UNIDAD
Grasa total	----	9	g/100 g

*3 Método: Determinación de Clenbuterol por ELISA (ensayo Inmunoenzimático) en matrices en tejido (músculo e hígado), suero, orina, retina y alimento.

Referencia: Meyer, H.H.D. et. al. J.Chromato. 551-564 (1991). Residues screening for B-agonistas clenbuterol, salbutamol and cimaterol in urine using enzyme immunoassay and high-performance liquid chromatography. R-Biopharm AG Ridascreen Clenbuterol Fast.

Fecha del Análisis: 2017/06/06 Analista: K.A.A.M

COMPUESTO	*LMR	RESULTADOS	UNIDAD
Clenbuterol	0.00	N.D.	ug/kg

*Clave del origen de acreditación o dependencia que aprueba el método analítico utilizado (Ver Nota)

Fecha de Realización del Informe: 2017/06/12

Observaciones: Nombre de la Procedencia: Compostela
Localidad/Mpio./Estado: Compostela, Compostela, Nayarit

PIRP/GIS/F02-01

Este informe solo ampara la muestra entregada y analizada en el laboratorio prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización del laboratorio.

Página: 1 de 2



LABORATORIO DE RESIDUOS TÓXICOS EN CÁRNICOS
Clave de Aprobación SAGARPA-SENASICA No. Const-027 con vigencia al 10 de Mayo de 2020



Número de Acreditación N° SA-159-005/11 Fecha de Acreditación 2011-05-10

Clave Identificación: GISC17-09253

NOTAS

Descripción

*ACUERDO-por el que se establecen los criterios para determinar los límites máximos de residuos tóxicos y contaminantes, de funcionamiento de métodos analíticos, el Programa Nacional de control y monitoreo de residuos tóxicos en los bienes de origen animal, recursos acuícolas y pesqueros, y Programa de Monitoreo de Residuos Tóxicos, así como el módulo de consulta, los cuales se encuentran regulados por SAGARPA publicado en el DOF el 9/10/ 2014; Módulo Criterios de Funcionamiento de Métodos Analíticos.

N.D = Menor al límite de detección.

Acreditaciones, Aprobación y Autorizaciones.

Clave	Descripción
*1	Acreditación otorgada bajo la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 (ISO/IEC/17025:2005) No. SA-159-005/11 vigencia a partir 19-marzo-2015.
*2	Aprobación otorgada por SAGARPA clave Const-027 vigencia al 11-mayo-2015 al 10-mayo-2020
*3	Autorización otorgada por SAGARPA No. 173 vigencia al 4-noviembre-2017
*4	Acreditación otorgada bajo la NMX-EC-17025-IMNC-2006 en la rama de Alimentos No. A-0476-041/13 vigencia a partir 10/diciembre/2015
*5	Prueba no acreditada ni autorizada o aprobada por alguna Institución o Dependencia, sin embargo el análisis se realiza de acuerdo a los requisitos establecidos en el sistema de calidad conforme a la Norma NMX-EC-17025-IMNC-2006

REVISÓ


I.B.I. Gaudencio Vargas Espejel
Signatario Autorizado





LABORATORIO DE RESIDUOS TÓXICOS EN CÁRNICOS
Clave de Aprobación SAGARPA-SENASICA No. Const-027 con vigencia al 10 de Mayo de 2020



Número de Acreditación N° SA-159-005/11 Fecha de Acreditación 2011-05-10.

INFORME DE RESULTADOS DE PRUEBA

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia: NACIONAL
Matriz: Musculo Bovino
Fecha de Recepción: 2017/05/31

Clave Identificación: GISC17-09254
Número de Lote: S/L
Número de Caso: S/N
Fecha Obtención Muestra: 2017/05/27

INTERESADO

Nombre o Razón Social: Luis Fuentes
Dirección: Av. Palmas No. 8 Int. F. 301 San Lorenzo Texcoco, Estado de México C.P.
R.F.C.: CPO590222VE9

DATOS DEL ANÁLISIS

Método: Determinación de metales y metaloides en alimentos, agua potable y purificada por espectroscopia de emisión óptica plasma acoplado Inductivamente (ICP-OES).

Referencia: EPA-6010C-2007

Fecha del Análisis: 2017/06/05 Analista: GFL

COMPUESTO	*LMR	RESULTADOS	UNIDAD
Hierro (Fe)	N.A.	45.4	mg/Kg

LMR= Límite Máximo de Residuo conforme a la modificación a la NOM-127-SSA1-1994.
N.D.= No detectado.
N.A.= No aplica.

Fecha de Realización del Informe: 2017/06/12

Observaciones: Nombre de la Procedencia: Compostela
Localidad: Compostela
Mpio. y Edo.: Compostela, Nayarit

REVISÓ

I.B.T. Reyna Ivette Delgado Ramos
Signatario

