



00363  
2º eje.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**INVENTARIO DE EMISIONES DE METANO POR  
ACTIVIDADES PECUARIAS. EL CASO DE LOS  
DESECHOS DEL GANADO BOVINO Y SU  
RELACION CON LOS CLIMAS ACTUALES  
Y FUTUROS EN MEXICO.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS (GEOFISICA)  
P R E S E N T A  
FIS. EUGENIO GONZALEZ AVALOS

*Eugenio*

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

DIRECTOR DE TESIS: DR. LUIS GERARDO RUIZ SUAREZ



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**Mi sincero agradecimiento:**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por la beca otorgada para la obtención de este posgrado.

Al Dr. Luis Gerardo Ruiz Suárez, por la atinada dirección de este trabajo.

Al Dr. Carlos Gay García, por sus comentarios y observaciones durante el desarrollo de este trabajo.

Al Dr. Marco Antonio Martínez Negrete, quien con sus observaciones me permitió mejorar el presente estudio.

Al Dr. Ernesto Jauregui Ostos, por sus acertados comentarios.

Al Dr. Francisco Guzmán López-Figueroa, por la exhaustiva revisión del trabajo y su crítica constructiva.

Al M. en C. Manuel René Garduño López, por sus agudas y provechosas observaciones durante la revisión final del texto.

Al Dr. Victor Manuel Mendoza Castro, por la revisión del trabajo y los comentarios recibidos.

A la M. en C. Thelma Castro, por sus inteligentes señalamientos durante el desarrollo del presente estudio.

A mis amigos y compañeros del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM: Bertha, Enrique, Juan, Oscar, Felipe, Martín, Mireya, Cecilia, Luis, José Luis, Elvia, Adriana y Gema. Por los buenos momentos que hemos tenido.

A Manuel Ortiz Martínez, amigo de siempre.

A mi familia:

A quien con gusto brindo mi cariño, esfuerzo y dedicación cotidianos.

A la memoria de mi Padre:

Virgilio González García

Quien fue y sigue siendo guía de mis pasos.

A mi Madre:

Consuelo Avalos López

Por todo lo que me has dado y lo mucho que significas en mi vida, recibe mi cariño y admiración eternos.

A mis Hermanos y sus Familias:

Eulalia, Eloísa, Virginia, Donato, Virgilio, Raquel, Rafael y David. Quienes me han apoyado y creído en mí. Porque sigamos siempre unidos.

A mis tíos y primos:

Con respeto. Porque se estrechen los lazos que nos unen.

## RESUMEN

El metano ( $\text{CH}_4$ ) es un componente natural de la atmósfera de nuestro planeta. Este gas contribuye al Efecto Invernadero, ya que absorbe la radiación infrarroja que es emitida por la superficie terrestre, provocando con ello que la temperatura atmosférica aumente al crecer las concentraciones de dicho gas, las cuales se incrementan considerablemente por las emisiones antropogénicas. Un primer paso para reducir el posible calentamiento global y su impacto en la sociedad, es la correcta cuantificación del metano producido en nuestro país y emitido a la atmósfera planetaria.

En este trabajo se hace una estimación detallada de la producción de metano por desechos del ganado bovino en México, durante los años 1982-1992.

Se parte de la información estadística disponible para cuatro regiones geográficas del país, referente a inventarios de bovinos, masa promedio por edad y función, sistemas de producción de ganado y distribución de los climas. Posteriormente se establece la relación entre regiones climáticas e inventarios de ganado bovino para el norte, centro, sur y sureste. Luego se calculan las emisiones de metano por función dentro del hato (carne o leche), sistema de producción de ganado, estrato (por edades), región geográfica y grupos de climas; todo ello para cada año del período 1982-1992.

Con base en los resultados obtenidos, se propone un método alternativo para el cálculo de las emisiones de metano por desechos del ganado en climas húmedos y subhúmedos. En dicho método se establece la relación que hay entre las emisiones de metano por cabeza y la temperatura media asociada al clima. Así mismo, se hace un pronóstico de las emisiones en torno a tres escenarios hipotéticos para el año 2025, para lo cual se establece cómo cambiarían los climas en México suponiendo la duplicación del bióxido de carbono en la atmósfera planetaria.

## CONTENIDO

Pag.

Agradecimientos.	
Resumen.	
I. INTRODUCCIÓN.	
I.1. El metano en la atmósfera.....	1
I.2. La producción anaeróbica de metano.....	3
I.3. El ganado bovino en México.....	6
I.4. Objetivos y desarrollo del trabajo.....	12
II. METODOLOGÍA.	
II.1. Modelo matemático.....	14
II.2. Información estadística.....	16
II.2.1. Fuentes y proceso de búsqueda.....	17
II.2.2. Manejo automatizado.....	20
II.3. Cálculo de las emisiones.....	20
II.3.1. Regiones geográficas del país.....	20
II.3.2. Estratos del hato.....	21
II.3.3. Inventarios de ganado bovino.....	24
II.3.4. Masa promedio por estrato.....	31
II.3.5. Sistemas de producción de bovi- nos, manejo de desechos y Facto- res de Conversión de Metano.....	34
II.3.6. Capacidad de producción máxima de metano.....	36
II.3.7. Desechos y sólidos volátiles pro- ducidos.....	37
II.3.8. Distribución regional de los cli- mas en México y Factores de Ajuste Climáticos.....	44
III. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	
III.1. Resultados.....	47
III.1.1. Relación entre región geográfica, climas e inventario de bovinos.....	47
III.1.2. Emisiones de metano por función	

	del hato.....	51
III.1.3.	Emisiones de metano por sistema de producción de bovinos.....	53
III.1.4.	Emisiones de metano por estrato.....	55
III.1.5.	Emisiones de metano por región geográfica.....	58
III.1.6.	Emisiones de metano por grupos de climas.....	60
III.1.7.	Emisiones promedio de metano durante 1982-1992.....	64
III.2.	Incertidumbres asociadas.....	71
III.3.	Análisis del inventario de emisiones de metano.....	76
III.4.	Escenarios y prognosis.....	88
III.4.1.	Comparación de escenarios.....	109
III.5.	Discusión y conclusiones.....	113
Apéndice A	.....	118
Apéndice B	.....	140
Apéndice C	.....	177
BIBLIOGRAFIA	.....	199

## I. INTRODUCCION

### I.1. El metano en la atmósfera.

El metano es un gas que está presente en la atmósfera de nuestro planeta. Fue descubierta su presencia en 1948 por M.V. Migeotte<sup>(1)</sup> al identificar su banda de absorción en el espectro solar. Este gas es producido principalmente en la biosfera al descomponerse la materia orgánica por la presencia de bacterias anaeróbicas. Su distribución vertical y zonal es aproximadamente uniforme en latitudes medias y altas del hemisferio sur, presentando un ligero gradiente hacia el norte, pues su concentración en este hemisferio es 0.140 partes por millón (ppm) mayor que en el hemisferio sur.<sup>(2)</sup> Por otro lado, la cantidad de CH<sub>4</sub> en la atmósfera ha ido aumentando de manera considerable durante los dos últimos siglos; se ha estimado que desde el siglo XVI hasta poco antes de concluir el siglo XVIII la variación en las concentraciones de metano fue mínima; así mismo, se calcula que hasta hace 200 años aproximadamente había una concentración de 0.650 ppm, y en 1988 ésta alcanzó las 1.690 ppm.<sup>(3)</sup> También se ha demostrado, de acuerdo a mediciones recientes, que el CH<sub>4</sub> atmosférico se ha incrementado a razón de 1.3 % anual de 1978 a 1988.<sup>(4)</sup> Tan drástico aumento en las emisiones se debe en gran medida a la expansión de la agricultura y la ganadería, la extracción y uso de combustibles fósiles, la quema de biomasa y el manejo inadecuado de desechos orgánicos<sup>(5)</sup>, entre otras causas.

En cuanto a las fuentes emisoras de metano, estas se dividen en naturales y antropogénicas. Las fuentes naturales están integradas por pantanos, termitas, océanos y aguas dulces; con una producción estimada entre 116 Tg y 300 Tg al año.<sup>(6)</sup> Las fuentes antropogénicas son: minas de carbón, industria del petróleo y extracción de gas natural, arrozales, fermentación entérica, desechos animales, tratamiento de aguas residuales, tiraderos y quema de biomasa; con una producción



estimada entre 215 Tg y 550 Tg al año.<sup>(6)</sup> A partir de estos cálculos se observa que del total de emisiones, un 65 % corresponde a fuentes antropogénicas y el restante 35 % a fuentes naturales; de ahí la importancia de lograr un control eficiente de las emisiones causadas por las actividades humanas.

Además de las fuentes se tienen también sumideros de metano, que son agentes que ocasionan la remoción de este gas de la atmósfera. Los principales sumideros están asociados a las reacciones de  $\text{CH}_4$  con el radical OH en la troposfera, reacciones fotoquímicas en la estratosfera y la remoción por la absorción de los suelos. Se estima que los sumideros de metano alcanzan entre 463 Tg y 602 Tg de  $\text{CH}_4$  al año<sup>(6)</sup>; cantidades que, comparadas con las emisiones (entre 331 Tg y 850 Tg), resultan menores; de ahí que las concentraciones tiendan a aumentar cada año, toda vez que el tiempo de residencia del  $\text{CH}_4$  se ha estimado en aproximadamente 11 años.<sup>(6)</sup>

En cuanto a las emisiones globales producidas por desechos de las diferentes especies de ganado, se estima que estas alcanzan los 28.3 Tg al año, de los cuales 15.3 Tg corresponden a ganado bovino<sup>(7)</sup>, mismos que equivalen aproximadamente al 7 % del total de emisiones antropogénicas. Respecto a las emisiones causadas por los desechos del ganado bovino en México, la EPA<sup>(7)</sup> estimó que durante 1988 en nuestro país se produjeron 144,046 toneladas de metano; y para el mismo año la Comisión Nacional de Ahorro de Energía (CONAE)<sup>(15)</sup> estimó que los desechos del ganado bovino lechero provocaron la emisión de 68,709.1 toneladas de este gas invernadero a la atmósfera.

Por otra parte, se sabe que el clima ha presentado cambios en diferentes épocas y escalas de tiempo. Estas variaciones han estado ligadas, entre otros factores, a la redistribución del calor entre los océanos y la atmósfera, lo cual ha estado aparejado con cambios significativos de

temperatura a nivel regional y global. También es conocido que los gases que provocan un Efecto Invernadero son responsables, en gran medida, de la temperatura global que registra nuestro planeta. El hecho de que en el presente siglo las actividades del hombre hayan ocasionado un aumento considerable en las concentraciones de estos gases, de los cuales forma parte el metano, al grado de no poder removerlos en cantidad y rapidez suficientes, nos está llevando a un incremento importante de dicho Efecto.<sup>(6)</sup> Por tanto, al aumentar las emisiones de metano el Efecto Invernadero podría intensificarse, lo cual podría provocar un calentamiento global, el que a su vez estimularía positivamente la producción de este gas; dicho proceso podría contribuir a cambios climáticos abruptos, mismos que, de darse, tendrían un fuerte efecto negativo sobre los entornos ecológico, social y económico, tanto local como globalmente, en las próximas décadas.

### **I.2. La producción anaeróbica de metano.**

La fermentación anaeróbica es un proceso mediante el cual los desechos orgánicos son biológicamente degradados, en ausencia de oxígeno, a productos gaseosos como  $\text{CO}_2$  (25-45 %),  $\text{CH}_4$  (50-70 %) y pequeñas cantidades de  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$  y  $\text{H}_2\text{S}$ .<sup>(14)</sup> Este proceso es posible debido a la presencia de microorganismos capaces de utilizar moléculas receptoras de hidrógeno.

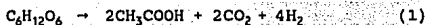
La degradación anaeróbica es un proceso muy complejo que involucra cientos de reacciones, catalizadas cada una de ellas por enzimas o catalizadores específicos, y llevadas a cabo mediante una o varias trayectorias metabólicas alternativas. Sin embargo, se considera que en general la degradación bioquímica sigue tres etapas: 1). Etapa de hidrólisis, 2). Etapa de formación de ácidos y 3). Etapa de formación de metano.<sup>(7)</sup>

En la primera etapa interviene la acción hidrolítica de las enzimas como catalizadores en la disociación de la materia orgánica, presente en los sustratos de los desechos, que usan

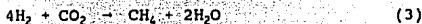
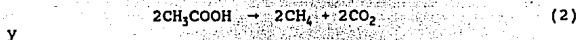
las bacterias en su metabolismo y desarrollo. En esta etapa, algunos carbohidratos, como celulosa y almidón, son transformados en azúcares, como glucosa y maltosa. Se producen además diversos ácidos orgánicos, entre ellos ácidos grasos y aminoácidos. Así mismo, la cantidad de disociaciones depende del número de enzimas, de las características del desecho y de factores ambientales como el pH y la temperatura.

En la segunda etapa las bacterias acidófilas transforman por fermentación anaeróbica a los azúcares en ácidos orgánicos simples, principalmente en ácido acético, además de ácido propiónico y ácido butírico; del mismo modo, durante la misma fase se produce hidrógeno y bióxido de carbono. Todos estos productos componen el sustrato aprovechable por las bacterias productoras de metano.

Durante esta etapa la producción de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) a partir de glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) se expresa mediante la ecuación:



En la tercera etapa las bacterias productoras de metano transforman al ácido acético, bióxido de carbono e hidrógeno de la etapa anterior en metano y bióxido de carbono como productos principales. Las reacciones químicas de dichos procesos están dadas por:



La eficiencia de los procesos descritos por las ecuaciones anteriores está en función de la estabilidad que provee un adecuado entorno y el balance bioquímico del sistema.

Se tiene así que los principales factores que afectan la estabilidad del proceso biológico involucrado son:

- 1) El contacto de los desechos con el oxígeno; ya que

la presencia del oxígeno en las reacciones provoca un cero de potencial en la producción de metano.

- 2) El contenido de humedad en los desechos; pues ésta promueve la descomposición anaeróbica al requerirse durante el metabolismo y multiplicación de las bacterias, además de coadyuvar en la estabilización del pH. Al aumentar la humedad la producción de metano es mayor.
- 3) El pH (concentración de iones hidrógeno). La producción de metano se realiza cuando el pH está entre 6.6 y 7.6; sin embargo, la optimización se alcanza cuando el pH tiene un valor de 7.0.
- 4) Los nutrientes contenidos en los desechos; ya que la proliferación bacteriana productora de metano depende de la disponibilidad de nutrientes tales como nitrógeno, fósforo y azufre.
- 5) La temperatura; pues se ha observado que la metanogénesis en desechos animales se lleva a cabo en un intervalo de temperaturas entre los 4° C y los 75° C. La producción se incrementa sensiblemente con el aumento de la temperatura.

Por tanto, las emisiones de metano causadas por los desechos animales son afectadas por diversos factores como el tipo y la cantidad de desechos, las características del sistema de manejo de desechos, y las condiciones climáticas en las cuales el desecho se descompone. En este sentido, la capacidad máxima de producción de metano depende de la composición del desecho, el que a su vez está en función de la dieta consumida por el animal, ya que bajo condiciones similares un animal que consuma alimentos con alta energía como el maíz, producirá aproximadamente el doble del metano producido por los desechos de un animal que se alimente de forrajes toscos; sin embargo, la digestibilidad de la dieta está directamente asociada con la cantidad de excretas. Esto

es, los desechos de los animales que consumen forrajes con baja digestibilidad tienen un reducido potencial de producción de metano, no obstante, debido a la abundante cantidad de estiércol, la producción de metano se incrementa considerablemente.

### **1.3. El ganado bovino en México.**

A fin de ubicar el ámbito en el que se desarrolla este trabajo, a continuación se proporcionan algunas importantes características de producción de bovinos que prevalecen en cada una de las cuatro regiones del país aquí consideradas.

En general, el hato está constituido o bien por ganado de carne y doble propósito o por ganado lechero; así mismo, para cada una de esas funciones existen tres sistemas de producción de bovinos: intensivo, semi-intensivo y extensivo. Para cada sistema el hato se compone de diferentes estratos, tales son: becerras, becerros, novillos, vaquillas, toretes, sementales, vientres y animales de trabajo; o también se estratifica por edades, es decir: animales de 0 a 1 años, de 1 a 2 años, de 2 a 3 años y más de 3 años.<sup>(9)</sup> Todo ello para las regiones norte, centro, sur y sureste del país.

La razón de dividir al territorio nacional en cuatro regiones se debe a que las entidades que las integran presentan características similares en cuanto ecología, tipo de ganado, tipo de alimentación animal y sistemas de comercialización de la producción.

La ganadería de bovinos en México presenta diversos patrones de desarrollo regional, mismos que dependen en gran medida de factores como el clima y las exigencias del mercado tanto interno como externo, lo cual ha provocado un proceso de especialización productiva en cada zona ganadera.<sup>(10)</sup>

#### **Región Norte.**

La región del norte se caracteriza por la aridez de gran parte de su territorio, ya que la distribución de climas en esa zona indica que el grupo de climas áridos ocupan un 77.40

% de su superficie; los climas templados y cálidos (húmedos) alcanzan un 19.23 %, y los climas fríos apenas cubren el 3.37 % de la región.<sup>(11)</sup>

Como parte de la región norte se consideran a los Estados de: Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Nayarit, Nuevo León, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas.

La ganadería de bovinos de carne y doble propósito en esta zona está sustentada en gran medida en las explotaciones extensivas, integradas por cruza indefinidas, mismas que alcanzan un 19.58 % del total nacional con esta función. El ganado lechero en los sistemas extensivos del norte tiene apenas el 5.78 % del total del país, de los cuales un 2.48 % corresponde a vientres (vacas en producción y vacas secas). Este tipo de explotaciones cuentan con tecnología rudimentaria y una alta dependencia de los factores físico-climáticos, resultando de ello una baja producción por hectárea dedicada a esta actividad.

En cuanto a los sistemas semi-intensivos, estos se integran por un 12.87 % del hato nacional de carne y doble propósito, formado éste por diversas cruza cebuínas principalmente, y un 4.94 % de ganado semiespecializado productor de leche, del cual el 2.60 % son vientres. En estos sistemas se tiene que la alimentación en época de secas consta de diversos suplementos en abundancia relativa, ya que los agostaderos, praderas inducidas y pastizales para forraje, disminuyen en calidad y producción debido a los bajos niveles de precipitación.

No sucede lo mismo con los corrales de engorda, que mantienen al 3.25 % de bovinos de carne, principalmente razas tipo europeo (Hereford, Angus y Charolais), y algunas cruza especializadas en la producción de carne. En cuanto al ganado lechero especializado se sabe que en esta región se localiza el 10.16 % del inventario nacional, constituido por un 6.21 % de vacas. Estos tipos de explotaciones constituyen el sistema

de producción intensiva, en cuyos corrales o establos los animales la mayor parte del año son alimentados con dietas ricas en energía, como maíz, sorgo, trigo y semilla de algodón, incluyendo también alfalfa, maíz ensilado, melaza, gallinaza y malta.

En las zonas áridas las principales especies forrajeras usadas (nombres comunes) son: navajita, banderita, gigante, toboso, sorgo negro, russian wilddrie, pasto boer, llorón, buffel, etc. Así mismo, las especies y razas de ganado que se producen son: Criollo, Hereford, Angus, Holstein, Pardo Suizo, Chianina, Charolais, Brangus, Cebú y Longhorn.<sup>(12)</sup>

La especialización productiva en el norte está orientada a la exportación de becerros en pie al mercado estadounidense, de ahí que una gran parte de su población de bovinos esté constituida por animales de 0 a 1.5 años de edad.<sup>(10)</sup>

#### **Región Centro.**

La región del centro cuenta con un 39.16 % de climas semi-cálidos y cálidos, un 28.80 % de climas templados, el 30.46 % corresponde a climas áridos y el restante 1.58 % a climas fríos.<sup>(11)</sup>

Los Estados que integran la región del Centro son: Colima, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Querétaro y Tlaxcala.

En esta región la producción de carne de bovino tiene un carácter secundario, toda vez que es la agricultura la actividad que ocupa el renglón principal en la economía. Debido a esta situación es que se observa que las tierras agrícolas en la poscosecha son usadas para el pastoreo, proporcionando además una gran cantidad de forraje tosco y esquilmos para el ganado. Así mismo, en esta región aproximadamente un 10 % de bovinos machos mayores de tres años son utilizados como animales de trabajo.<sup>(13)</sup>

El tipo de ganado para carne que predomina es el criollo, esto es, cruza indefinidas, toda vez que los sistemas extensivos mantienen al 10.88 % de animales de carne y doble

propósito y al 28.01 % del ganado lechero no estabulado, mismo que se integra de un 11.17 % de vientres. Su alimentación consiste en forrajes secos de baja digestibilidad, obtenidos como productos secundarios de las cosechas y pastizales, ambos de poca calidad.

En cuanto a los sistemas semi-intensivos de producción, en la región centro se encuentra el 5.90 % de ganado de carne y el 23.96 % de ganado semiestabulado productor de leche, del cual el 12.74 % corresponde a vientres. En este caso al igual que en los sistemas extensivos, se presenta una dependencia estacional en cuanto a la provisión de alimento, ya que cuando el ganado es semiestabulado su dieta consiste en pastos, forraje y un suplemento de alimentos balanceados. Sin embargo, en el caso de pastoreo familiar, el ganado consume pastizales y selectivamente follaje, lo que representa una marcada estacionalidad en la calidad de los nutrientes.<sup>(13)</sup>

Los sistemas intensivos productores de carne tienen relativamente poca importancia, ya que sus existencias alcanzan escasamente el 0.91 % del hato nacional con esa función. En contraparte, el ganado lechero especializado y con alta tecnología productiva llega al 12.91 %, del cual el 7.90 % son vientres, siendo el Holstein y el Suizo los de mayor importancia en la producción de leche. La dieta de estos animales consiste en forrajes y alimentos balanceados.

En las zonas templadas las especies forrajeras más comunes son: navajita, banderita, maíz, avena, cebada, centeno, triticale, trigo forrajero, ballico, alfalfa, trébol, etc. Las especies y razas de ganado de la zona templada son: holstein, ayrshire, pardo suizo europeo, pardo suizo americano, jersey, guersey, angus, hereford, shorthorn, charolais, chianina y simmental.<sup>(12)</sup>

#### Región Sur.

La región sur cuenta con un 91.55 % de climas cálidos y semi-cálidos (húmedos), un 2.93 % de climas templados, el 5.47 % de climas áridos y un escaso 0.05 % de climas fríos.<sup>(11)</sup>



Esta región está integrada por los Estados de: Chiapas, Guerrero, Morelos, Oaxaca, Puebla, Tabasco y Veracruz.

En esta zona se presenta una marcada tendencia favorable al sistema de producción de doble propósito, así como una coexistencia entre el manejo rudimentario de las explotaciones en algunos Estados de la República y la alta y moderna tecnología en otros. Así mismo, presenta una especialización productiva en la engorda y un alto y sostenido crecimiento en su población animal.

Es de notarse que en general en el sur la base nutriente es buena, dado que existe abundancia de agua, y excelentes pastizales mejorados, los cuales han incrementado su superficie en forma continua, provocando con ello un deterioro de los bosques y las tierras susceptibles de ser cultivadas.<sup>(13)</sup>

En lo referente al tipo de ganado, se distingue que las razas criollas han sido sustituidas en forma paulatina por cruza cebuínas principalmente. Sin embargo, los sistemas extensivos con cruza indefinidas abarcan el 12.55 % para animales de carne y el 5.22 % de ganado lechero no especializado, del cual un 1.98 % son vientres. Los agostaderos de pastizales no inducidos forman la base alimenticia en estos sistemas.

El ganado producido en sistemas semi-intensivos en esta región consiste principalmente de cruza entre razas cebuínas y razas europeas, las cuales alcanzan un 22.17 % del ganado de carne producido en el país y un 4.47 % de ganado lechero semiespecializado, mismo que cuenta con un 2.43 % del total nacional de vacas. Durante la mayor parte del año, el hato manejado en estos sistemas de producción reciben suplementos alimenticios, además de permanecer en pastizales inducidos y mejorados, muchos de los cuales han sido adaptados al método rotacional.

El ganado de engorda manejado intensivamente llega al 6.75 % del hato para carne en México, y el ganado lechero

especializado cubre el 2.38 %, con un 1.47 % de vientres. La dieta de estos animales también consiste en forrajes, granos y altas cantidades de concentrados como complemento.

En climas cálidos y semicálidos (húmedos) algunas de las especies forrajeras producidas son: guatemala, elefante, merkerón, taiwan, king grass, caña japonesa, caña de azúcar y muchas más. Algunas de las especies de ganado que se crían en estos climas son: gyr, criollo, tropical, devon, pardo suizo, brahman, indobrasil, bradford, brangus, etc.<sup>(12)</sup>

#### Región Sureste.

La región sureste del país se caracteriza por sus climas cálido-húmedos, ya que éstos cubren el 96.92 % de su superficie, quedando únicamente un 3.08 % para los climas semisecos.<sup>(11)</sup>

Los Estados que se localizan en esta región son: Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

La ganadería de bovinos adquiere relativa importancia sólo en Yucatán, pues es este Estado el que mayor población animal reporta. Así se tiene que en la península existe alrededor del 0.04 % de ganado de carne y 1.17 de leche, manejado extensivamente. Cuyo alimento lo obtienen de pastizales no inducidos.

La ganadería semi-intensivá es la que mayor importancia presenta, aun así ésta alcanza sólo el 5.08 % para carne y un 1.00 % para leche. La alimentación es similar a la consumida en la región sur, es decir, pastizales mejorados y suplementos.

En lo que toca a las explotaciones intensivas es notorio que éstas carecen de importancia productiva respecto al nivel nacional, toda vez que el ganado de carne llega a un 0.01 % y el de leche prácticamente no existe.

Como puede observarse, la región norte contribuye con el 35.70 % del inventario nacional de bovinos cuya función es la producción de carne, gran parte de ella dirigida a la

exportación de becerros en pie. La región del centro contribuye con el 17.67 % en este mismo renglón, en tanto que la región sur cubre el 41.45 %, quedando al sureste un porcentaje mínimo.

En relación al ganado lechero es la región del centro la que mayor número de cabezas posee, ya que contribuye con un 64.88 % del hato lechero total, correspondiendo al norte el 20.88 %, al sur el 12.07 % y a la península de Yucatán el restante 2.17 %.

Es también importante notar que los tipos de alimentación varían de una región a otra y que para cada región las dietas varían de acuerdo al sistema de producción adoptado, a la función del ganado dentro del hato y al clima predominante en la zona.

#### I.4. Objetivos y descripción del trabajo.

Los objetivos de este trabajo son cuantificar las emisiones de metano que resultan de la producción de desechos del ganado bovino en México, en las regiones geográficas del Norte, Centro, Sur y Sureste del país, durante los años 1982 a 1992. Establecer su tendencia y pronóstico, así como sus posibles efectos a mediano plazo.

El capítulo II (secciones 1 y 2) de este trabajo, se refiere a la metodología aplicada; en ella se aborda, en primer término, el modelo matemático seguido. Posteriormente se menciona el tipo de información estadística utilizada, así como el proceso de búsqueda, los criterios de selección y el manejo automatizado que se hace de la misma. En las secciones 3.1. a 3.8., se establecen las cuatro regiones geográficas objeto de estudio. Luego se diferencian cada uno de los estratos de que se compone el hato, atendiendo principalmente a la edad de los animales.

Para cada región se establece el grupo de climas que en ella existen, así como los porcentajes de territorio que abarcan. También se consideran para cada región, la masa

promedio y la población de bovinos por estrato, función (ganado de carne y doble propósito o ganado lechero) y sistema de producción de ganado (intensivo, semi-intensivo y extensivo) del hato.

En estas secciones también se contemplan la capacidad de producción máxima y el factor de conversión de metano, así como los factores de ajuste climático aquí adoptados.

En el capítulo III se presentan los resultados obtenidos, siguiendo el esquema de las cifras, datos estadísticos y emisiones de  $\text{CH}_4$  publicados por diversas Instituciones como la EPA<sup>(7)</sup>; y sus incertidumbres, en cuanto a las cabezas de ganado que existen por grupo de climas en cada región, las emisiones de metano por región, clima, sistema de producción de ganado, estrato, función en el hato y resultados globales; todo ello para cada año del período en consideración. Se incluye también un análisis del inventario de emisiones. Se involucran además tres supuestos escenarios, para los cuales se efectúa un pronóstico de las emisiones al año 2025.

Finalmente, se hacen comparaciones con algunas estimaciones globales para 1988, efectuadas tanto en México como en el extranjero; obtenidas éstas bajo hipótesis y datos un tanto diferentes a los de este trabajo. Así mismo, se sugieren algunas medidas tendientes a disminuir las emisiones futuras de  $\text{CH}_4$  en México.

## II. METODOLOGIA

### II.1. Modelo matemático.<sup>(7)</sup>

Las emisiones de metano debidas a la fermentación anaeróbica de los desechos del ganado están en función de diversos factores que influyen en su producción, como:

- 1). La capacidad máxima de producción de metano del desecho ( $B_0$ ) para cada tipo de animal y dieta.
- 2). El Factor de Conversión de Metano (MCF). Que representa el límite para el cual  $B_0$  es realizada para un determinado sistema de manejo de desechos animales.
- 3). El Factor de Ajuste Climático (CAF). Que se asocia al límite para el cual  $B_0$  es efectuada específicamente para un grupo de climas.

Tomando en consideración estos factores, se considera que las emisiones efectuadas están en función de los Sólidos Volátiles (VS) contenidos en los desechos, manejados éstos mediante un determinado sistema de manejo de desechos (MCF) y bajo condiciones climáticas (CAF) específicas, de modo que por cada Kilogramo de Sólidos Volátiles (kg VS) se tiene que:

$$\text{Emisiones Realizadas} = B_0 \cdot \text{MCF} \cdot \text{CAF} \quad (4)$$

Así entonces, el total de emisiones se obtiene al multiplicar la cantidad de sólidos volátiles manejados en cada sistema por las emisiones que provocan cada kg de sólidos volátiles.

Las emisiones totales anuales ( $TM_i$ ) para cada tipo de animal  $i$  en una región climática particular se calculan al sumar las emisiones al año sobre todos los sistemas de manejo de desechos  $j$ , así:

$$TM_i = \sum_j VS_i \cdot B_{oi} \cdot MCF_j \cdot CAF_j \cdot WS_{i,j} \quad (5)$$

donde cada uno de los factores que intervienen en la ecuación (5) se definen como sigue:

- $VS_i$  Total de sólidos volátiles producidos (en kg) por un animal  $i$ . Donde la  $i$  queda caracterizada por: tipo de explotación, función dentro del hato, estrato y región respectiva.
- $B_{oi}$  Capacidad máxima de producción de metano por kg de VS por animal  $i$ ; dada en  $m^3 CH_4/kg$  VS.
- $MCF_j$  Factor de conversión de metano para cada sistema de manejo de desechos  $j$ . Y en el que dicho factor puede tener valores entre 0 y 1.
- $CAF_j$  Factor de ajuste climático para cada sistema de manejo de desechos  $j$  en la región. Cuyos valores fluctúan entre 0 y 1.
- $WS_{i,j}$  Porcentaje de desechos manejados del animal  $i$ , usando el sistema de manejo de desechos  $j$ .

En este trabajo se ha considerado que la cantidad de sólidos volátiles ( $VS_i$ ) producidos depende del número de animales ( $N_i$ ), de la producción promedio de desechos ( $D_i$ ) al día por cabeza, los que a su vez dependen de la masa promedio ( $TAM_i$ ) de cada tipo de animal  $i$ , de modo que:

$$VS_i = VS_j [N_i, D_i (TAM_i)] \quad (6)$$

Las emisiones totales de metano (TM), en kg al año, para todos los animales es estimada como la suma sobre la producción de todos los tipos de animales, es decir:

$$TM = \sum_i \sum_j VS_i [N_i, D_i (TAM_i)] \cdot B_{oi} \cdot MCF_j \cdot CAF_j \cdot WS_{ij} \quad (7)$$

La ecuación anterior (7) es la expresión básica aplicable al cálculo de las emisiones de metano en México.

En este trabajo se consideran cinco estratos o tipos de animales de acuerdo a su edad, tres sistemas de manejo de desechos asociados cada uno de ellos a un tipo de explotación, y ocho grupos climáticos por sistema. Tomando en consideración las especificaciones mencionadas, la ecuación (7) se transforma en:

$$TM = \sum_{k=1}^8 \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^5 VS_i [N_i, D_i (TAM_i)] \cdot B_{oi} \cdot MCF_j \cdot WS_{ij} \cdot CAF_{jk} \cdot \rho_{CH_4} \quad \dots\dots(8)$$

donde  $\rho_{CH_4}$  es la densidad del metano, y los límites de las sumatorias: 5, 3 y 8, se refieren al número de estratos, sistemas de manejo de desechos y grupos climáticos, respectivamente.

La ecuación (8) antes descrita es la que aquí se aplica para calcular las emisiones de metano en cada una de las regiones geográficas consideradas.

## II.2. Información estadística.

De acuerdo a la ecuación (8), para poder cuantificar las emisiones de metano en el período comprendido entre 1982 y 1992, en las regiones norte, centro, sur, sureste y total del país, es necesario tener información por estrato (tipo de

animal), sistema de explotación, función dentro del hato y región climática, de datos relativos a:

$N_i$	Inventarios de bovinos en general y número de cabezas existentes en cada región climática.
$TAM_i$	Masas promedio.
$D_i$	Desechos producidos al día en promedio por tipo de animal.
$B_{oi}$	Capacidades máximas de producción de metano.
$MCF_j$	Factores de conversión de metano.
$WS\%_j$	Porcientos de desechos manejados.
$CAF_k$	Factores de ajuste climático y grupos de climas existentes en cada región geográfica.

Dada la diversidad de datos requeridos y las disparidades observadas en los mismos, el proceso de búsqueda y selección de información en las fuentes respectivas adquiere especial relevancia, toda vez que hay una fuerte dependencia en cuanto a la confiabilidad de la misma.

#### II.2.1. Fuentes y proceso de búsqueda.

Los datos recabados provienen de diversas fuentes, debido a ello la descripción del proceso de búsqueda y selección se hace, en lo posible, por separado para cada uno de los grupos que conforman el conjunto de datos aquí empleados.

Los datos relacionados a las existencias y características del ganado bovino en México se encuentran diseminados en diversas publicaciones oficiales, en trabajos inéditos de algunas Dependencias del Sector Público, revistas especializadas y trabajos desarrollados por investigadores de la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), y la propia Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) ha publicado datos de poblaciones totales y anuales de bovinos por Entidad Federativa, para los años 1985 a 1991<sup>(26)</sup>;



datos anteriores a 1985 existen parcialmente en algunas publicaciones tanto de la SARH<sup>(23, 24)</sup>, como del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).<sup>(27, 28)</sup> En torno a la información recabada se observa que los datos publicados por ambas Dependencias para los mismos años y los mismos Estados no concuerdan del todo. Más aún, en algunos datos publicados por la misma Dependencia pero en diferentes títulos, es notable la disparidad de algunos datos. Son notorias también las inconsistencias en la información proporcionada para los mismos años pero en épocas diferentes, en los mismos títulos, sean éstos de publicaciones de la SARH o del INEGI. No obstante, es importante resaltar que la mayoría de la información pecuaria que publica el INEGI es generada por la SARH a través de las Delegaciones Regionales que la Secretaría tiene distribuidas en cada uno de los Estados, de modo que se ha considerado como fuente primaria de información a la SARH.

En cuanto a datos oficiales desagregados por estrato están disponibles los correspondientes a los Censos Agrícola, Ganadero y Ejidal, 1950, 1960, 1970 y 1981.<sup>(17-22)</sup> Los datos desagregados del último de este tipo de censos (hecho por el INEGI en 1991) no han sido publicados a la fecha. Sin embargo, la Subsecretaría de Ganadería de la SARH, a través de su Coordinación de Asesores se encargó de recabar información para el año 1990<sup>(30)</sup> de cada una de sus Delegaciones Regionales sobre el inventario nacional de diversas especies pecuarias, entre ellas de ganado bovino, considerando para ello delegación, estrato, función, grupo de razas, carga, tasa de mortalidad, tasa de extracción, masa promedio en pie, masa promedio en canal, sistema de explotación lechera, nacimientos de hembras y machos, vacas en producción, producción de leche y días de lactancia. Es importante mencionar que esta información es inédita, y conforma una de las bases de datos en la que se sustentan algunos de los datos oficiales que publica la SARH a través de su Dirección General de

Estadística. Datos con este nivel de desagregación para cualquier otro año no existen.

Conviene señalar que toda la información a que se ha aludido no hace referencia alguna a las existencias de ganado en las distintas regiones climáticas que conforman cada Estado de la República. Tales datos sólo corresponden a la división política del país; de ahí la necesidad de efectuar una estimación al respecto.

La masa promedio fue obtenida principalmente de la base de datos de la Subsecretaría de Ganadería de la SARH<sup>(30)</sup>, notando que en este caso la base presenta algunos errores o deficiencias. Este inconveniente fue resuelto al cotejar tal información con la proporcionada en artículos científicos publicados en diversas revistas especializadas<sup>(44-82)</sup>; referentes éstos a estudios realizados en campos experimentales o estudios de casos en la mayoría de las regiones geoclimáticas de México.

En cuanto a la cantidad y clase de desechos producidos por tipo de animal, existen únicamente datos anuales estimados por Estado en forma global para ganado en corrales de engorda y ganado lechero estabulado, para un par de años de la década pasada, publicados por la SARH.<sup>(33,34)</sup> y datos a nivel nacional de producción de estiercol de ganado bovino lechero estabulado.<sup>(23)</sup> De modo que dicha información está lejos de servir a los objetivos que aquí se persiguen.

Por otro lado, en México no se han desarrollado trabajos tendientes a la determinación de las Capacidades Máximas de Producción y Factores de Conversión de Metano, ni porcentajes de desechos manejados en cada sistema; y menos aun la relación que guardan estos parámetros con los climas existentes en el país. Debido a esta situación, los valores correspondientes se toman de la bibliografía consultada, procurando siempre la mejor aproximación con las características que privan en el sector pecuario mexicano.

A fin de determinar los grupos de climas, se consideraron

diversas fuentes para cada Estado, como las Síntesis Geográficas locales<sup>(27)</sup>, los Anuarios Estadísticos<sup>(28)</sup> respectivos, y el Atlas Nacional de México<sup>(29)</sup>, entre otras publicaciones; ya que por si mismas ninguna de las fuentes relacionadas son suficientes para cubrir la información climática de cada Estado.

### II.2.2. Manejo Automatizado.

Dado el cúmulo de información recabada y el procesamiento de que es objeto en cuanto a la cantidad de operaciones a ejecutar entre las diversas variables que intervienen en los cálculos, se requirió de la aplicación de un sistema automatizado que permitiera un eficiente manejo de la misma. Se usó una microcomputadora 80386SX con 4 MB en RAM para la creación de archivos de datos en LOTUS 1-2-3, bases de datos en DBASE III PLUS y archivos gráficos en GRAPHER, LOTUS 1-2-3 y QUATTRO PRO.

La infraestructura computacional antes referida es suficiente para contar, en el corto plazo, con una base de datos actualizable, capaz de ejecutar los cálculos necesarios para la estimación de las emisiones de metano en alguna región y año determinados, siempre que se disponga de la información respectiva.

### II.3. Cálculo de las emisiones.

La estimación de las emisiones se realiza al introducir a la ecuación (8) los datos correspondientes a cada uno de los parámetros que intervienen en dicha ecuación; por ello se hace necesario describir la naturaleza de los mismos, a la vez que se justifica su confiabilidad.

#### II.3.1. Regiones geográficas del país.

La superficie de los Estados Unidos Mexicanos cuenta con 1,958,201 km<sup>2</sup>. Tiene 31 Entidades y un Distrito Federal.

En razón a las características y necesidades propias de este trabajo, se optó por considerar que el país está conformado por las regiones geográficas norte, centro, sur y sureste; debido fundamentalmente a que cada región presenta características muy similares en cuanto ecología, tipo de ganado, alimentación animal, especialización productiva y sistemas de comercialización; y debido además a que no se cuenta con detalles suficientes en la información como para diferenciar con propiedad cada una de las variables que intervienen en el cálculo de las emisiones a un nivel regional más reducido.

La región norte abarca una superficie de 1,214,955 km<sup>2</sup>, lo cual corresponde a un 62.04 % del total nacional. Está integrada por los Estados de Aguascalientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Nayarit, Nuevo León, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas.

La región centro cubre 235,558 km<sup>2</sup>, que representa el 12.03 %. Se compone por los Estados de Colima, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Querétaro y Tlaxcala.

La región sur tiene una superficie de 368,262 km<sup>2</sup>, misma que equivale al 18.81 %. Pertenecen a esta región los Estados de Chiapas, Guerrero, Morelos, Oaxaca, Puebla, Tabasco y Veracruz.

A la región del sureste corresponden 139,426 km<sup>2</sup>, que es el 7.12 % de la superficie del país. Aquí se localizan los Estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

### **II.3.2. Estratos del hato.**

La desagregación del hato es indispensable, ya que en cada estrato prevalecen características particulares que

conlleven a diferencias en el cálculo de las emisiones respectivas, además de lograr con ello, en consecuencia, que los resultados tengan una mayor aproximación a las emisiones reales.

Así entonces, tomando en consideración la función específica de cada hato (carne o leche), los sistemas de explotación existentes y las regiones geográficas escogidas; los estratos por edad o función del hato se conforman en general por animales de 0 a 3 o más años y vientres, lo cual se expresa en la tabla 1 que sigue.

TABLA 1: ESTRATOS DEL HATO
ANIMALES DE 0 A 1 AÑOS
ANIMALES DE 1 A 2 AÑOS
ANIMALES DE 2 A 3 AÑOS
ANIMALES DE MAS DE 3 AÑOS
VIENTRES

La razón de escoger este tipo de estratificación es que se considera que hay en esencia una proporcionalidad directa entre la edad y la masa; y entre la masa y los desechos producidos por cada animal. Estos últimos a su vez son directamente proporcionales a la cantidad de sólidos volátiles.

Por lo que respecta al estrato "vientres", éste incluye a vacas en producción y vacas secas, para ambas funciones (carne o leche); las cuales son animales adultos cuyas actividades primordiales son la producción de leche y la reproducción de la especie. Debido a ello este estrato ocupa

un lugar sobresaliente en las existencias de ganado en relación a los otros estratos.

Es importante mencionar que la información recabada en torno a los estratos no se encuentra por edades, sino que presenta en general otro tipo de clasificación. En este sentido, se observa que en los Censos Agrícola, Ganadero y Ejidal de 1950 a 1981<sup>(19-22)</sup> los estratos considerados en cada uno de ellos no son los mismos, además de que aparecen diferencias en el formato de presentación de resultados por estrato. Del mismo modo, los estratos considerados por la Subsecretaría de Ganadería de la SARH<sup>(30)</sup> difieren ligeramente de los de los censos antes relacionados.

Así, las equivalencias aquí adoptadas para la conformación del hato en estratos por edades, expresados en la tabla 1 anterior, se especifica en la tabla 2 que sigue:

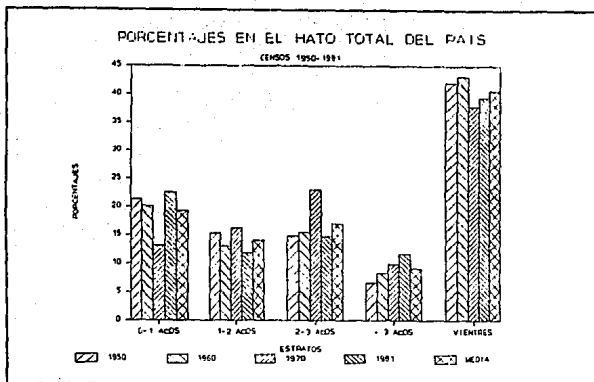
TABLA 2: EQUIVALENCIAS DE ESTRATOS POR EDADES	
ESTRUCTURA	EDAD DE LOS ANIMALES
CRIAS	0 A 1 AÑOS
BECCERROS	0 A 1 AÑOS
BECCERRAS	0 A 1 AÑOS
NOVILLOS	1 A 2 AÑOS Y 2 A 3 AÑOS
VAQUILLAS	1 A 2 AÑOS Y 2 A 3 AÑOS
TORRETES	MAS DE 3 AÑOS
SEMENTALES	MAS DE 3 AÑOS
ANIMALES DE TRABAJO	MAS DE 3 AÑOS
ANIMALES DE ENGORDA	MAS DE 3 AÑOS
VIENTRES	MAS DE 3 AÑOS

Es conveniente expresar, de acuerdo a la tabla 2 anterior, que no existen definiciones únicas en cuanto a la relación que guardan el nombre del estrato y el intervalo de edades asociado, ya que tales ideas están ligadas a la cultura antropológica de la región, al sistema de explotación ganadera y a la época que se viva. Sin embargo, la tabla 1 concuerda con la actual clasificación hecha por la Subsecretaría de Ganadería de la SARH.<sup>(30)</sup>

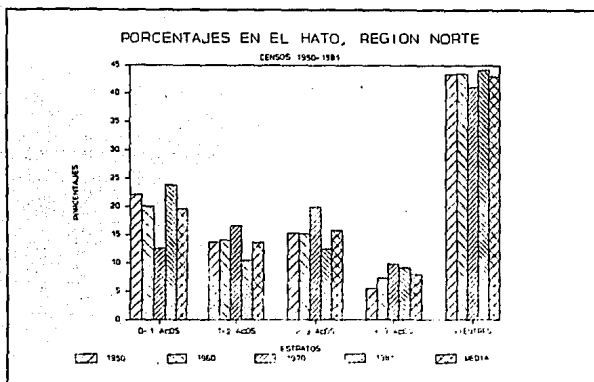
### II.3.3. Inventarios de ganado bovino.

Dado que se cuenta con datos desagregados únicamente para 1990 [SARH], es indispensable estimar la población de bovinos por estrato y región para cada uno de los años considerados; con este fin se procedió a desglosar la información que presentan los Censos Agrícolas, Ganaderos y Ejidales de 1950, 1960, 1970 y 1981 para las regiones norte, centro, sur, sureste y total del país (figuras 1 a 5); así mismo, para el ganado lechero se proporciona una gráfica (figura 6) de sus existencias durante los años 1986-1990, obtenida a partir de datos publicados por la SARH<sup>(23)</sup>.

A partir de ello se determinó que a cada uno de los estratos durante el período especificado, se puede ajustar una recta con pendiente cero (media), pues al considerar los censos en su conjunto, se observa que las variaciones en los porcentajes de la estructura del hato no presentan grandes diferencias, ya que las desviaciones (tabla 3) respecto a la media resultan ser pequeñas en general para todas las regiones. Debido a ello, se considera válida la siguiente hipótesis: "Los porcentajes de los estratos del hato para cada región geográfica durante el período que va de 1982 a 1992 pueden considerarse invariables". La hipótesis anterior se basa además en que la proporción que guardan tales porcentajes depende, en general, tanto del ciclo natural de reproducción como del control que ejercen los productores de ganado bovino sobre sus hatos.

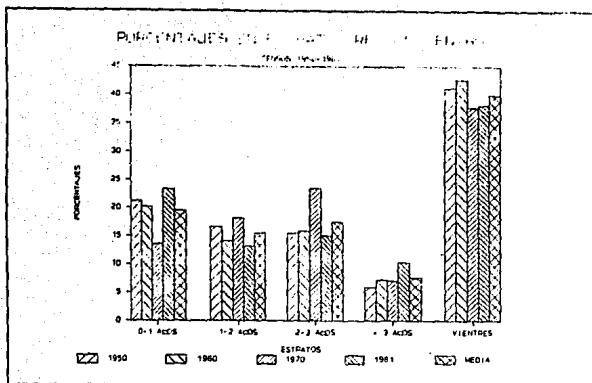


**Figura 1. Porcentajes en los estratos del hato a nivel nacional, para 1950-1981.**

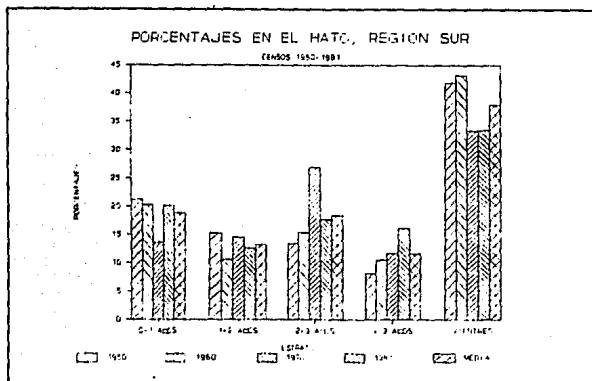


**Figura 2. Porcentajes en los estratos del hato en la región norte, para 1950-1981.**

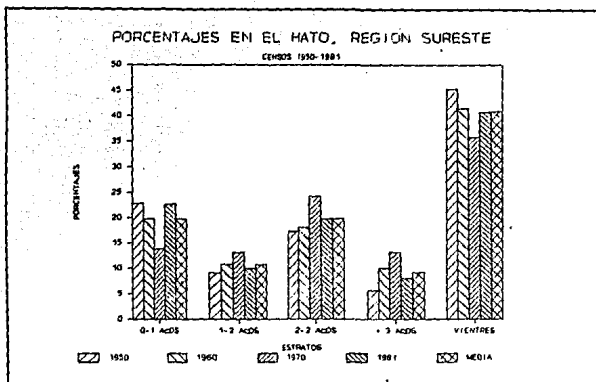




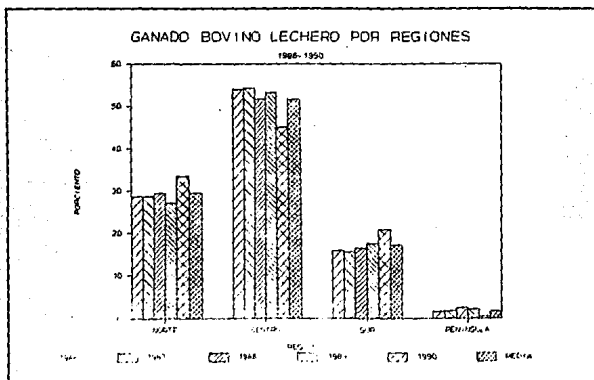
**Figura 3. Porcentajes en los estratos del hato en la región centro, para 1950-1981.**



**Figura 4. Porcentajes en los estratos del hato en la región sur, para 1950-1981.**



**Figura 5. Porcentajes en los estratos del hato en la región sureste, para 1950-1981.**



**Figura 6. Porcentajes en el ganado lechero por regiones, para 1986-1990.**

En cuanto a las desviaciones que presentan los porcentajes expresados en las figuras 1-5, éstas son resumidas en la tabla 3, para cada región durante cuatro décadas, considerando a la media como el 100 % de animales de cada región.

TABLA 3: DESVIACIONES NORMALES EN LOS PORCENTAJES DEL HATO PARA CADA REGION EN MEXICO.					
REGION	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
DESVIACION	5.78	6.04	8.04	6.24	5.94

El hecho de considerar que la pendiente en la tendencia de los porcentajes del hato es cero queda justificado al observar en la tabla 3 que las desviaciones respecto a la media no son grandes.

Con base en la justificación anterior, los porcentajes correspondientes a cada estrato, aplicados en la estimación de los inventarios desagregados de bovinos en cada uno de los años del período 1982-1992, aparecen en las tablas 4 y 5. Los inventarios desagregados correspondientes a cada año aparecen en las tablas A1 a A22 del apéndice A. Tales inventarios todavía no incluyen una distribución de bovinos por cada grupo de climas, ya que ello forma parte de los resultados obtenidos en este trabajo.

**TABLA 4: PORCENTAJES DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE, POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION.**

SISTEMA	ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	SUMA
INTEN-SIVO	0-1 AÑOS	0.924	0.269	1.354	0.003	2.550
	1-2 AÑOS	0.426	0.131	1.265	0.003	1.826
	2-3 AÑOS	0.287	0.119	1.235	0.003	1.644
	+ 3 AÑOS	0.121	0.042	0.194	0.000	0.357
	VIENTRES	1.493	0.352	2.701	0.005	4.552
	SUMA	3.252	0.914	6.749	0.015	10.93
SEMI-IN TENSIVO	0-1 AÑOS	2.800	1.281	4.262	1.093	9.437
	1-2 AÑOS	2.005	0.893	4.133	1.000	8.031
	2-3 AÑOS	1.237	0.759	3.835	0.938	6.768
	+ 3 AÑOS	0.562	0.249	1.309	0.224	2.344
	VIENTRES	6.271	2.716	8.632	1.822	19.44
	SUMA	12.87	5.898	22.17	5.077	46.02
EXTEN-SIVO	0-1 AÑOS	4.550	2.117	2.559	0.009	9.236
	1-2 AÑOS	2.732	1.834	2.072	0.008	6.646
	2-3 AÑOS	2.081	1.522	1.815	0.006	5.425
	+ 3 AÑOS	1.258	0.808	0.829	0.002	2.897
	VIENTRES	8.963	4.596	5.272	0.014	18.85
	SUMA	19.59	10.88	12.55	0.040	43.05
TOTAL		35.71	17.69	41.47	5.132	100.0

**TABLA 5: PORCENTAJES DE BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION.**

SISTEMA	ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	SUMA
INTEN- SIVO	0-1 AÑOS	2.456	2.923	0.598	0.000	5.977
	1-2 AÑOS	0.682	0.947	0.086	0.000	1.715
	2-3 AÑOS	0.682	0.947	0.086	0.000	1.715
	+ 3 AÑOS	0.127	0.191	0.140	0.000	0.458
	VIENTRES	6.210	7.902	1.474	0.000	15.59
	SUMA	10.16	12.91	2.384	0.000	25.45
SEMI-IN TENSIVO	0-1 AÑOS	1.480	5.782	1.258	0.325	8.845
	1-2 AÑOS	0.373	2.415	0.342	0.064	3.194
	2-3 AÑOS	0.373	2.415	0.342	0.064	3.194
	+ 3 AÑOS	0.112	0.614	0.096	0.023	0.844
	VIENTRES	2.604	12.74	2.429	0.528	18.30
	SUMA	4.942	23.96	4.466	1.004	34.37
EXTEN- SIVO	0-1 AÑOS	1.131	5.467	0.982	0.232	7.730
	1-2 AÑOS	0.791	4.340	0.692	0.125	5.648
	2-3 AÑOS	0.909	4.890	0.958	0.233	6.825
	+ 3 AÑOS	0.460	2.135	0.608	0.108	3.654
	VIENTRES	2.484	11.17	1.981	0.476	16.32
	SUMA	5.776	28.01	5.219	1.174	40.17
TOTAL		20.88	64.88	12.07	2.178	100.0

#### II.3.4. Masa promedio por estrato.

Bajo condiciones adecuadas de alimentación y desarrollo, comúnmente la masa de un animal está en función de su edad. En este sentido, la masa de un animal depende del tipo de dieta suministrada, es decir, de la cantidad y calidad del alimento consumido, además de las condiciones de salubridad que se le brindan durante su desarrollo. Así mismo, la dieta guarda una estrecha relación con la función dentro del hato, la raza, el sistema de explotación, los factores físicos y climáticos locales y la capacidad económica del productor. Debido a lo dinámico de los factores que intervienen en la actividad pecuaria, algunos de ellos, principalmente los climáticos y económicos, presentan fluctuaciones de un año a otro, trayendo como consecuencia que la masa promedio del ganado ( $TAM_i$ ) en cada estrato del hato tenga ligeras diferencias con el transcurso del tiempo, sin embargo son tan pequeñas<sup>(16,23)</sup> que se consideran despreciables; de modo que en este trabajo se tiene por válida la hipótesis de que la masa promedio permanece constante durante el período que aquí interesa.

En esta sección se proporciona la masa promedio de los bovinos según su función, sistema de explotación, estrato y región. La información que aquí se consigna fue obtenida de la Subsecretaría de Ganadería de la SARH, misma que fue confrontada y en algunos casos completada o corregida en base a numerosos artículos publicados en revistas especializadas<sup>(44-82)</sup>. Los datos correspondientes a la masa promedio de ganado bovino de carne y doble propósito por un lado, y ganado lechero por el otro, se presentan en las tablas 6 y 7 respectivamente.

TABLA 6: MASA PROMEDIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION.

SISTEMA	ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	PROM.
INTEN- SIVO	0-1 AÑOS	172.85	167.61	173.24	167.99	170.31
	1-2 AÑOS	257.03	278.76	262.25	302.39	277.12
	2-3 AÑOS	352.57	367.61	358.50	425.60	378.25
	+ 3 AÑOS	504.02	520.27	500.72	547.09	516.60
	VIENTRES	454.86	440.14	401.65	457.04	438.86
	PROMEDIO	348.27	354.88	339.27	380.02	356.23
SEMI-IN TENSIVO	0-1 AÑOS	159.05	154.28	159.83	151.66	156.76
	1-2 AÑOS	250.42	288.23	250.84	290.68	269.36
	2-3 AÑOS	323.93	359.56	338.51	401.87	357.16
	+ 3 AÑOS	408.78	413.95	409.98	447.96	422.98
	VIENTRES	385.31	391.27	368.24	461.93	401.12
	PROMEDIO	305.50	321.46	305.48	350.82	321.48
EXTEN- SIVO	0-1 AÑOS	144.30	132.66	140.48	138.44	138.53
	1-2 AÑOS	243.07	272.75	235.58	275.63	255.42
	2-3 AÑOS	321.78	345.11	321.35	381.50	339.06
	+ 3 AÑOS	390.66	404.36	388.10	424.05	400.41
	VIENTRES	340.05	351.13	335.49	369.69	349.21
	PROMEDIO	287.97	301.20	284.20	317.86	296.52
PROMEDIO REGIONAL	313.91	325.84	309.65	349.57	324.74	

**TABLA 7: MASA PROMEDIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION.**

SISTEMA	ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	PROM.
INTEN- SIVO	0-1 AÑOS	159.83	166.17	170.87	179.82	169.03
	1-2 AÑOS	257.03	278.76	262.25	302.39	277.12
	2-3 AÑOS	352.63	379.42	382.32	358.94	370.59
	+ 3 AÑOS	651.91	632.09	566.03	610.67	613.41
	VIENTRES	536.96	495.13	438.11	452.19	480.14
	PROMEDIO	391.67	390.31	363.91	380.80	382.06
SEMI-IN TENSIVO	0-1 AÑOS	147.08	152.95	157.64	162.34	155.59
	1-2 AÑOS	250.42	288.23	250.84	290.68	269.36
	2-3 AÑOS	323.98	371.10	361.00	338.92	349.92
	+ 3 AÑOS	528.73	502.93	463.46	500.01	502.25
	VIENTRES	454.85	440.15	401.66	457.04	438.86
	PROMEDIO	341.01	351.07	326.92	349.80	343.20
EXTEN- SIVO	0-1 AÑOS	133.43	131.52	138.56	148.19	137.49
	1-2 AÑOS	243.07	272.75	235.58	275.63	255.42
	2-3 AÑOS	321.83	356.19	342.70	321.74	332.18
	+ 3 AÑOS	505.29	491.27	438.72	473.32	475.45
	VIENTRES	401.42	395.00	365.94	365.77	382.06
	PROMEDIO	321.01	329.35	304.30	316.93	316.52
PROMEDIO REGIONAL		351.23	356.91	331.71	349.18	347.26



### II.3.5. Sistemas de producción de bovinos, manejo de desechos y Factores de Conversión de Metano.

La producción de ganado bovino en México se efectúa básicamente utilizando tres sistemas de explotación; el intensivo, el semi-intensivo y el extensivo; los cuales mantienen hatos estabulados o en corral, semi-estabulados y no estabulados, respectivamente.

En torno a la desagregación de la información recabada con este fin, la Subsecretaría de Ganadería de la SARH proporciona datos desglosados para tres grupos de bovinos, integrados respectivamente por animales de razas europeas, razas cebuínas y razas de cruza indefinidas.

Los sistemas intensivos mantienen hatos formados principalmente por ganado bovino de razas europeas y cruza especializadas en la producción de carne o leche. Los sistemas semi-intensivos agrupan en esencia ganado de razas cebuínas. En tanto que los sistemas extensivos generalmente mantienen hatos conformados por ganado de razas de cruza indefinidas.

En cuanto al manejo de desechos animales por cada uno de estos sistemas de explotación ganadera, en México no se tienen identificados ni ubicados claramente los tipos y la cantidad de sistemas de manejo de desechos, no obstante se consideró que en los sistemas de producción intensivos periódicamente se esparce el estiércol, lo que ocasiona una interacción directa de los desechos con el oxígeno, provocando de ese modo que la producción de metano se reduzca sensiblemente. En el sistema extensivo se considera que los desechos son excretados directamente por el animal sobre el terreno de agostadero o área de pastoreo, por lo cual las excretas permanecen sin remoción hasta perder toda su humedad por la evaporación; dándose ésta paulatinamente desde las capas externas de la excreta hacia las internas, evitando con ello la oxigenación del volumen interno del desecho; de ahí que la producción de metano sea mayor para los sistemas extensivos en comparación

a los intensivos. Por otro lado, se supone que los sistemas semi-intensivos exhiben un manejo de desechos que combina en un 50 % a los manejos de los otros dos sistemas, respectivamente. Así mismo, se considera que el 100 % de cada sistema de explotación conserva invariable el manejo de sus desechos. Es decir, WS% equivale al 100 % en cada sistema.

Por otro lado, a cada sistema de manejo de desechos se asocia un factor de conversión de metano (MCF), el cual depende de las características de los desechos y su entorno; y que a su vez determina en buena medida la cantidad de metano que puede ser emitida.

Es importante señalar que en nuestro país no se han llevado a cabo trabajos tendientes medir los MCF apropiados a las características de los desechos y su entorno, por lo que los valores de los Factores de Conversión de Metano para los sistemas intensivo y extensivo, consignados en la tabla 8, corresponden, la mayoría de ellos, a los estimados por la EPA<sup>(7)</sup> al ganado lechero estabulado y ganado de carne y doble propósito del país; ya que en ambos casos coinciden con los sistemas de explotación respectivos. El MCF asignado al sistema semi-intensivo es el promedio de los otros dos.

TABLA 8: FACTORES DE CONVERSION DE METANO			
SISTEMA DE PRODUCCION DE BOVINOS	SISTEMA DE MANEJO DE DESECHOS	USO DEL MANEJO DE DESECHOS	FACTOR DE CONVERSION DE METANO
INTENSIVO	ESPARCIDO PERIODICO	100 %	0.063
SEMI-INTENSIVO	SEMI-ESPARCIDO	100 %	0.082
EXTENSIVO	SIN MANEJO	100 %	0.100

### II.3.5. Capacidad de producción máxima de metano.

La capacidad de producción máxima de metano ( $B_0$ ) por cada kilogramo de sólidos volátiles (VS,) es el potencial de producción total de metano que tiene cada tipo de desechos.

Existen algunas mediciones relacionadas al cálculo de este factor, las cuales no se han realizado considerando la alimentación del ganado bovino en México, sino las dietas típicas de algunos hatos en Estados Unidos, India, América Latina y Africa, cuyas funciones son la producción de carne o la producción de leche. La tabla 9 exhibe los valores de  $B_0$  compilados o estimados por la EPA<sup>(7)</sup>.

TABLA 9: CAPACIDAD DE PRODUCCION MAXIMA DE METANO			
FUNCION	DIETA	$B_0$ *	LUGAR
CARNE	ENSILADO DE MAIZ (7 %), MAIZ (87.6 %)	0.29	ESTADOS UNIDOS
	MAIZ. ALTA ENERGIA	0.33	
	ENSILADO DE MAIZ (91.5 %), MAIZ (0 %)	0.17	
		0.23	
		0.33	
	PASTOS, RASTROJO Y ESQUILMOS DE BAJA CALIDAD	0.10**	PAISES EN DESARROLLO
LECHE	ENSILADOS (58-68 %)	0.24	ESTADOS UNIDOS
	PASTOS Y RASTROJO	0.17	
		0.14	
	RASTROJO Y ESQUILMOS DE BAJA CALIDAD	0.10	
	PASTOS, RASTROJO Y ENSILADOS	0.13**	PAISES EN DESARROLLO

\*  $B_0$  está dado en  $m^3 CH_4/Kg-VS$ .  
 \*\* Valores estimados por la EPA en base a la literatura.  
 Los valores dentro de las áreas sombreadas fueron adoptados por la EPA para los lugares correspondientes.

Al considerar los valores que aparecen en la literatura (tabla 9), los valores de  $B_0$  aplicables en el caso de México, tendrán como cota los expresados en dicha tabla. Dadas las dietas típicas por función y sistema, se estima que los valores de  $B_0$ , de la tabla 10, son los apropiados para aplicarse a los bovinos en México.

TABLA 10: CAPACIDAD DE PRODUCCION MAXIMA DE METANO EN MEXICO.			
SISTEMA	FUNCION	$B_0$	DIETA*
INTENSIVO	C y D P	0.20	MAIZ, SORGO, TRIGO, ENSILADOS, ALFALFA, MALTA, MELAZA, GALLINAZA,...
	LECHE	0.20	
SEMI-INTENSIVO	C y D P	0.12	FORRAJES, ENSILADOS, GRANOS, PASTOS INDUCIDOS, ALFALFA Y SUPLEMENTOS.
	LECHE	0.14	
EXTENSIVO	C y D P	0.10	FORRAJES SECOS, ESQUILMOS DE BAJA CALIDAD Y PASTOS NO INDUCIDOS.
	LECHE	0.10	
<p>* Alimento típico consumido en un sistema de producción de bovinos. Las proporciones en la dieta varían de acuerdo a la función del hato en general y la estación del año para los sistemas no intensivos. C y D P = Ganado bovino productor de Carne y Doble Propósito.</p>			

### II.3.7. Desechos y sólidos volátiles producidos.

Los desechos producidos por un animal en cuanto características y cantidad depende de la calidad y abundancia del alimento consumido, lo que a su vez está relacionado con el tipo de animal, su función en el hato y el entorno ecológico, entre otros factores; pero ante todo depende de su masa. Por otro lado, en relación al cálculo de la cantidad promedio de desechos producidos por los bovinos en cada estrato del hato en México, la literatura no reporta información al respecto. En este sentido la SARH publicó datos anuales y globales de excretas, considerando la base seca, de

ganado lechero estabulado para el periodo de 1972 a 1983. La misma dependencia publicó también datos sin desagregar para cada estrato, por Estado para los años 1980<sup>(32)</sup> y 1981<sup>(33)</sup>, de excretas de ganado bovino producido intensivamente; debido a esta situación ambos grupos de datos no sirven para el propósito de este trabajo.

Por otro lado, diversos autores<sup>(7)</sup> reportan algunos promedios generales para países en desarrollo, los cuales oscilan entre 8.0 kg y 13.7 kg de desechos por cabeza al día. Considerando estos promedios, la EPA estima que en general en los países en vías de desarrollo el ganado para carne y doble propósito produce 12.5 kg/día/cabeza, y el ganado lechero 15.6 kg/día/cabeza; lo cual representa el 60 % y el 70 % de los desechos producidos por el ganado bovino en Estados Unidos, respectivamente.

Por otro lado, en los países desarrollados se producen 58 kg de desechos al día por cada 1000 kg de masa del animal, para ganado productor de carne; y 86 kg de desechos al día por cada 1000 kg de masa del animal, para ganado lechero; estas cantidades sirven para el cálculo de la cantidad de desechos asociados a cada estrato, ya que en ambas la producción depende directamente de la masa del animal. Dadas las diferencias en alimentación animal que presentan los bovinos de países desarrollados y los bovinos en México, se supone, de acuerdo con la estimación de la EPA, que en general en México los bovinos producen el 60 % de los desechos producidos por los de los países desarrollados, o sea 34.8 kg/día/1000 kg de masa y 51.6 kg/día/1000 kg de masa, para ganado de carne y leche respectivamente; ello nos permite estimar el promedio de desechos producidos por estrato, sistema de producción, función dentro del hato y región geográfica; ya que se cuenta para ello con las masas típicas de cada animal, indicadas en las tablas 6 y 7. Las tablas 11 y 12 exhiben las cantidades promedio de desechos, en kg/día/cabeza, producidos por el ganado bovino en México.

**TABLA 11: DESECHOS DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE  
EN MEXICO. POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION.**

SISTEMA	ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	PROM.
INTEN- SIVO	0-1 AÑOS	6.02	5.83	6.03	5.85	5.93
	1-2 AÑOS	8.94	9.70	9.13	10.52	9.64
	2-3 AÑOS	12.27	12.79	12.48	14.81	13.16
	+ 3 AÑOS	17.54	18.11	17.43	19.04	17.98
	VIENTRES	15.83	15.32	13.98	15.90	15.27
	PROMEDIO	12.12	12.35	11.81	13.22	12.40
SEMI-IN TENSIVO	0-1 AÑOS	5.54	5.37	5.56	5.28	5.46
	1-2 AÑOS	8.71	10.03	8.73	10.12	9.37
	2-3 AÑOS	11.27	12.51	11.78	13.99	12.43
	+ 3 AÑOS	14.23	14.41	14.27	15.59	14.72
	VIENTRES	13.41	13.62	12.81	16.08	13.96
	PROMEDIO	10.63	11.19	10.63	12.21	11.19
EXTEN- SIVO	0-1 AÑOS	5.02	4.62	4.89	4.82	4.82
	1-2 AÑOS	8.46	9.49	8.20	9.59	8.89
	2-3 AÑOS	11.20	12.01	11.18	13.28	11.80
	+ 3 AÑOS	13.59	14.07	13.51	14.76	13.93
	VIENTRES	11.83	12.22	11.68	12.87	12.15
	PROMEDIO	10.02	10.48	9.89	11.06	10.32
PROMEDIO REGIONAL	10.92	11.34	10.78	12.16	11.30	

TABLA 12: DESECHOS DE BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE  
EN MEXICO. POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION.

SISTEMA	ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	PROM.
INTEN- SIVO	0-1 AÑOS	8.25	8.57	8.82	9.28	8.72
	1-2 AÑOS	13.26	14.38	13.53	15.60	14.30
	2-3 AÑOS	18.20	19.58	19.73	18.52	19.12
	+ 3 AÑOS	33.64	32.62	29.21	31.51	31.65
	VIENTRES	27.71	25.55	22.61	23.33	24.78
	PROMEDIO	20.21	20.14	18.78	19.65	19.71
SEMI-IN TENSIVO	0-1 AÑOS	7.59	7.89	8.13	8.38	8.03
	1-2 AÑOS	12.92	14.87	12.94	15.00	13.90
	2-3 AÑOS	16.72	19.15	18.63	17.49	18.06
	+ 3 AÑOS	27.28	25.95	23.91	25.80	25.92
	VIENTRES	23.47	22.71	20.73	23.58	22.64
	PROMEDIO	17.60	18.12	16.87	18.05	17.71
EXTEN- SIVO	0-1 AÑOS	6.89	6.79	7.15	7.65	7.09
	1-2 AÑOS	12.54	14.07	12.16	14.22	13.18
	2-3 AÑOS	16.61	18.38	17.68	16.60	17.14
	+ 3 AÑOS	26.07	25.35	22.64	24.42	24.53
	VIENTRES	20.71	20.38	18.88	18.87	19.71
	PROMEDIO	16.56	16.99	15.70	16.35	16.33
PROMEDIO REGIONAL		18.12	18.42	17.12	18.02	17.92

La ecuación usada para el cálculo de las cantidades de desechos, expresadas en las tablas anteriores, es la siguiente:

$$D_i = \text{TAM}_i \cdot 0.60 \cdot D_d / 1000 \quad (9)$$

donde  $D_d$  corresponde al promedio de desechos producidos por el ganado bovino en los países desarrollados.

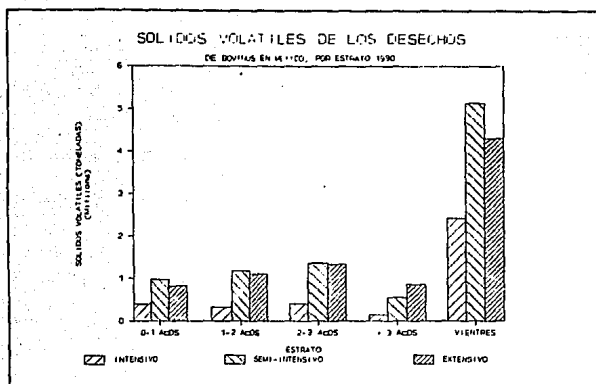
En relación a los sólidos volátiles ( $VS_i$ ) contenidos en los desechos de bovinos en México, tampoco se han hecho estudios tendientes a calcular su cantidad considerando las características de los desechos de bovinos del país, debido a ello se considera, de acuerdo con la EPA, que los sólidos volátiles equivalen al 15 % de los desechos producidos al día por cada animal. Así entonces, las tablas 11 y 12 anteriores son la base para el cálculo de este factor. En este trabajo se estiman datos de sólidos volátiles producidos durante cada año, desagregados por función, sistema de producción, estrato y región.

Como se indica en el modelo matemático, la cantidad de sólidos volátiles está en función del número de animales y de los desechos producidos en cada estrato, de modo que la siguiente ecuación es utilizada para calcular la producción de sólidos volátiles al año por cada estrato.

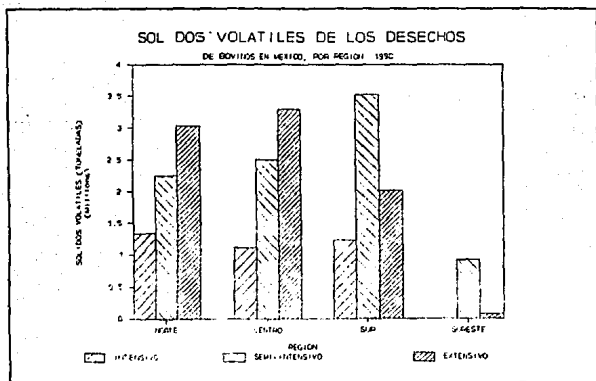
$$VS_i = N_i \cdot D_i \cdot 0.15 \cdot 365 \quad (10)$$

La producción de VS se esquematiza en las gráficas de las figuras 7, 8 y 9, en las cuales aparecen sólo las cantidades totales para 1990. Para los años 1982 a 1989, 1991 y 1992 las gráficas son similares, ya que se considera que la masa promedio por función y estrato se mantiene constante, quedando sólo las existencias de ganado durante cada año como variable independiente.

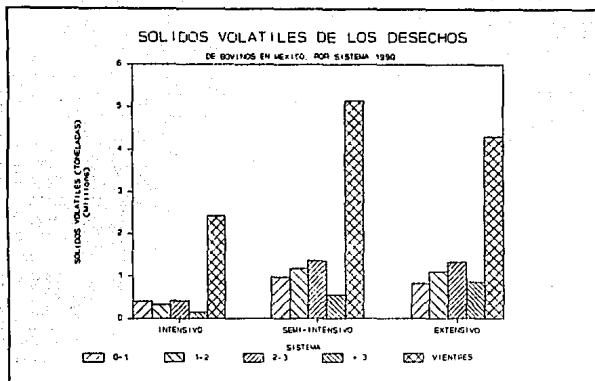




**Figura 7. VS de bovinos en México, por estrato y sistema de producción, para 1990.**



**Figura 8. VS de bovinos en México, por región y sistema de producción, para 1990.**



**Figura 9. VS de bovinos en México, por sistema de producción y estrato, para 1990.**

La cantidad de VS expresados en las figuras 7, 8 y 9 no involucran desagregaciones debidas a los climas existentes en el país, se trata simplemente de datos globales. No obstante, tales gráficas indican en forma clara las diferencias en la producción de sólidos volátiles al considerar por separado los estratos, las regiones geográficas y los sistemas de producción de bovinos en México.

Por lo tanto, debido a que los sólidos volátiles deben calcularse considerando el número de animales que haya en cada grupo de climas existentes en las regiones geográficas, es indispensable la estimación previa de la población animal asociada a los climas, lo cual será determinado después de conocer la distribución de climas en cada región.

### II.3.8. Distribución regional de los climas en México y Factores de Ajuste Climático.

La humedad y la temperatura juegan un importante papel en las reacciones anaeróbicas productoras de metano, toda vez que se ha observado que a temperaturas extremas la producción de metano se inhibe. En este sentido, Stevens and Schulte (1977) encontraron que a temperaturas menores de 4°C no se produce este gas y que de los 4°C hasta los 25°C la producción se incrementa drásticamente<sup>(7)</sup>; observándose, sin embargo, que hay producción de metano a temperaturas hasta de 75 °C<sup>(14)</sup>. Por otro lado, la humedad contenida en los desechos está relacionada con la precipitación media anual, la humedad del entorno ecológico y el sistema de manejo de desechos. Así mismo, el contenido de humedad en los desechos determina la razón de crecimiento de las colonias de bacterias y en consecuencia, la descomposición anaeróbica de los desechos.

Dada la importancia de la temperatura y humedad, se han considerado los grupos de climas de cada región del país atendiendo a la necesidad de aplicar un factor de ajuste (CAF) en las emisiones. Así entonces, en la clasificación que aquí se presenta se han tomado en cuenta tanto a la temperatura como a la humedad. Se ha considerado que en general las variaciones de humedad tienen un efecto más pronunciado sobre la producción de metano, en comparación a las variaciones de temperatura, a excepción de los climas fríos.

El sistema de clasificación climática adoptado está de acuerdo al sistema de Köppen, modificado por Enriqueta García y publicado en la carta de climas del Atlas Nacional de México<sup>(29)</sup>. La tabla 13 muestra los grupos climáticos considerados, así como los factores de ajuste aplicados, mismos que han sido propuestos por la EPA, a excepción del correspondiente a los climas templados (Cf, Cm, Cw) que es un factor no contemplado por ellos, ya que su intervalo de temperaturas no corresponde al de los climas tropicales y

húmedos. La razón de adoptar los factores propuestos por la EPA, es que son los únicos disponibles en la actualidad, pues en nuestro país no se ha hecho investigación en esa línea de trabajo.

TABLA 13: CLASIFICACION DE LOS CLIMAS Y FACTORES DE AJUSTE CLIMATICOS.		
CLASIF.	TIPOS DE CLIMAS	CAF
Af, Am, Aw	CALIDOS Y MUY CALIDOS *	1.0
A(C), (A)C	SEMICALIDOS *	1.0
Cf, Cm, Cw	TEMPLADOS *	0.9
BS1	SEMIARIDOS **	0.5
BS <sub>0</sub>	ARIDOS **	0.5
BW	MUY ARIDOS **	0.5
Cs	SEMIFRIOS *	0.8
ET, EF	FRIOS Y MUY FRIOS	0.8
* Húmedos y subhúmedos.		
** Cálidos, semicálidos y templados.		

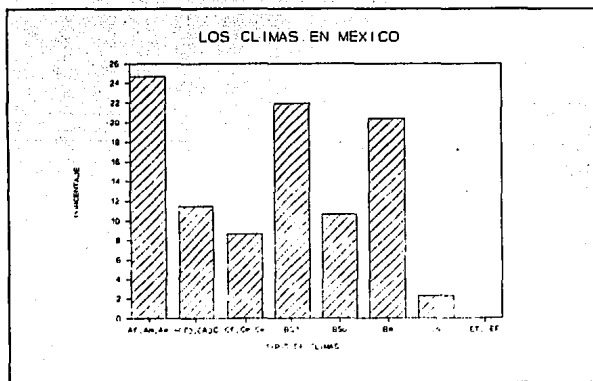
Con base en la clasificación descrita en la tabla 13, la distribución porcentual de los climas en México para cada una de las regiones se realizó considerando los porcentajes de climas existentes en cada uno de los Estados de la República. Esta información se obtuvo de las Síntesis Geográficas<sup>(27)</sup> de algunos de los Estados, de los Anuarios Estadísticos<sup>(28)</sup>, publicados en diferentes años, de 1984 en adelante, y del Atlas Nacional de México<sup>(29)</sup>. Para obtener la información de algunos de los Estados fue necesario aplicar el "método de las pesadas", partiendo de la carta de climas presentada por el Atlas Nacional de México.

La tabla 14 exhibe los porcentajes de superficie de cada región geográfica, cubierta por los climas en México.

**TABLA 14: SUPERFICIE REGIONAL CUBIERTA (%) POR LOS CLIMAS EN MEXICO.**

CLIMAS	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	6.38	6.32	69.42	96.92	24.67
A (C), (A)C	5.39	32.85	22.13	0.00	11.46
Cf, Cm, Cw	7.46	28.80	2.93	0.00	8.64
BS1	29.11	23.28	4.47	3.08	21.92
BSo	16.32	2.65	1.00	0.00	10.63
BW	31.96	4.53	0.00	0.00	20.38
Cs	3.37	1.47	0.03	0.00	2.28
ET, EF	0.00	0.11	0.02	0.00	0.02

A nivel nacional, la distribución de climas en México se presenta en la figura 10 que sigue.



**Figura 10. Distribución de los grupos de climas a nivel nacional en México.**

### **III. RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos, así como las conclusiones a que se llega en base al análisis de los resultados, sus incertidumbres y los objetivos establecidos. Se proporciona también una perspectiva al año 2025 de las emisiones de metano bajo tres escenarios hipotéticos en el contexto del Cambio Climático Global. Se sugieren además algunas estrategias tendientes al control de emisiones relacionadas con el crecimiento armónico de la ganadería local y las actividades forestales y agrícolas, dentro del entorno ecológico de cada región geográfica y a nivel nacional en México.

#### **III.1. RESULTADOS**

Los resultados se obtienen al introducir al modelo teórico expresado por las ecuaciones 8, 9 y 10, los datos contenidos en las tablas 4 a la 14 y A1 a A22 del apéndice A. Los resultados contemplan las emisiones a nivel global, por función, sistema de producción de bovinos, estrato, región y grupos climáticos, de 1982 a 1992. En particular se presentan las gráficas de resultados para 1990, debido a que las gráficas para cualquier otro año son similares.

##### **III.1.1. Relación entre región geográfica, climas e inventario de bovinos.**

Las tablas A1 a A22 del apéndice A contienen información sobre las poblaciones de ganado bovino para cada año, clasificadas por función, sistema de producción, estrato y región, pero no relacionan el número de animales que se producen en determinado clima para cada región geográfica, lo cual es indispensable a fin de poder aplicar los factores de ajuste climático (CAF). En este sentido, es importante resaltar que no existen publicaciones, censos o estadísticas que aludan a este tipo de necesidad informativa. Así entonces, a fin de establecer una correlación entre la superficie

cubierta (km<sup>2</sup> y %) por cada uno de los grupos de climas y el número de cabezas de ganado asociado a tales climas, se procedió a analizar el comportamiento estadístico de datos de existencias de bovinos para los municipios con mayor producción de cada Estado de la República, así como sus climas y la superficie (%) que cubren.

Los datos desagregados de población animal por municipio se obtuvieron de los V Censos Agrícola, Ganadero, y Ejidal, 1970<sup>(20)</sup>, que es el más completo y reciente; ya que de los censos de 1981 sólo existe el resumen general. En este caso nuevamente se aplicó la hipótesis, como en la sección II.3.3. (Inventarios de Ganado Bovino), de que los porcentajes en la población por estratos de ganado bovino, se mantienen invariantes al paso del tiempo.

En cuanto a los climas existentes en cada municipio, se procedió a combinar las cartas de climas de cada Estado con los mapas de división política municipal respectiva y así, después de dibujar las líneas de contorno de los climas sobre las de división política, se determinó cuáles climas hay en cada municipio. Posteriormente, para cada municipio se aplicó el "método de las pesadas" y con ello se pudo estimar el porcentaje de superficie que abarca cada clima en el municipio correspondiente.

Ya con la información disponible de existencias de ganado y climas por municipio, se procedió a comparar ambas variables en relación al total de cada Estado, y se observó que, para 313 municipios analizados de las regiones norte, centro, sur y sureste del país, al clima que predomina en la Entidad le corresponde la mayor parte de la población de ganado bovino. Esto se cumple con menor exactitud para los Estados con climas extremos (muy cálido y húmedo, o muy árido).

El análisis efectuado indica una correspondencia directa, en cuanto porcentajes, entre el clima y el número de cabezas de ganado, con una desviación estándar global del 9.38 %. En virtud de ello, para poder estimar la población animal

asociada a un determinado grupo de climas en una región, se acepta como válida la hipótesis siguiente: "Al porcentaje de superficie correspondiente a cada clima en cada Estado, le corresponde igual porcentaje del ganado de la Entidad".

La hipótesis anterior nos permite aplicar los datos de porcentajes de área cubierta por cada clima en cada región, contenidos en la tabla 14, a los datos de inventarios de bovinos para cada año y región, contenidos en las tablas A1 a A22, del apéndice A, y con ello calcular las cabezas de bovinos asociadas a cada clima de las regiones consideradas.

Los datos de climas y número de animales por cada Estado se presentan en las tablas B1 a B32 del apéndice B. A manera de ejemplo, a continuación se proporcionan, en la tabla 15, los datos para el Estado de Colima y sus municipios.

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	Aw	78.8	64,560	91.0	12.2
	A(C)	7.8	3,906	5.5	-2.3
	Cw	2.6	0	0.0	-2.6
	BS1	10.8	2,498	3.5	-7.3
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	COLIMA	28,788	Aw	95.0	27,349
			BS1	5.0	1,439
	MANZANILLO	17,642	Aw	94.0	16,583
			BS1	6.0	1,059
	CUAUHTEMOC	14,530	A(C)	20.0	2,906
			Aw	80.0	11,624
	TECOMAN	10,004	Aw	90.0	9,004
			A(C)	10.0	1,000
	TOTAL	70,964			

\* Fuente: Censos, 1970.



La tabla 15 anterior está seccionada en dos partes, una para datos globales del Estado de Colima, y la otra para datos de sus municipios. En cuanto a datos globales, los climas y sus áreas cubiertas (%), se obtuvieron sin tomar en cuenta los municipios en particular, sino al Estado en general. Las cabezas correspondientes a cada clima representan la suma de las cabezas existentes en dicho clima por cada municipio, de acuerdo a la otra parte de la tabla. Los porcentajes de cabezas son calculados respecto al total de cabezas de los municipios considerados en conjunto. La diferencia porcentual (DIF. %) es la resta del por ciento de área cubierta por cada clima y el porcentaje de cabezas existentes en el mismo clima.

Por lo que respecta a la parte de la tabla dividida en municipios, la primera columna de datos de cabezas (con asterisco), fueron obtenidos de los censos agropecuarios de 1970. Los climas y el área que cubren fueron estimados acorde a lo expuesto en la sección II.3.8.; y la última columna (cabezas), se obtiene al aplicar el porcentaje del área cubierta por cada clima (columna anterior), al total de cabezas existentes en el municipio correspondiente.

Como puede verse, la columna de diferencias porcentuales informa sobre la desviación de porcentajes. Posteriormente se proporciona una tabla de estas desviaciones para cada región y a nivel nacional, a fin de estimar las incertidumbres involucradas en los resultados obtenidos.

Por otro lado, una vez que se aplican los porcentajes de la tabla 14, se obtienen los inventarios de bovinos asociados con cada grupo de climas en las regiones respectivas, para cada año. No obstante, los datos correspondientes a dichos inventarios no se incluyen debido al volumen de los mismos, y a que se aplican directamente, para cada clima, en el cálculo de desechos ( $D_i$ ) y sólidos volátiles ( $VS_i$ ), los cuales a su vez se aplican en la ecuación (8) para calcular las emisiones respectivas, mismas que se expresan en las secciones siguientes.

### III.1.2. Emisiones de metano por función en el hato.

El ganado bovino puede cumplir con una de dos funciones fundamentales en todo hato, que son: la producción de carne, también llamado ganado bovino de carne y doble propósito; o bien la producción de leche, llamado ganado bovino lechero.

Dada la importancia y características especiales que privan, desde los puntos de vista económico y ecológico, en estos dos tipos de ganado, se presentan a continuación las gráficas de los resultados obtenidos para cada función, en 1990 por región y estrato (figuras 11 y 12). Se exhiben también las gráficas que especifican el comportamiento global en las emisiones de metano a lo largo de 11 años (figura 13). Las emisiones para cada uno de los años aparecen en el apéndice C.

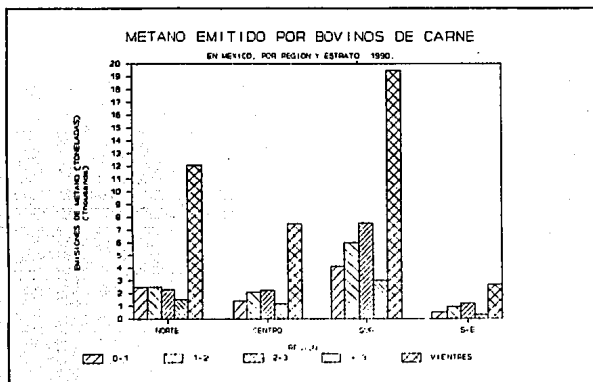
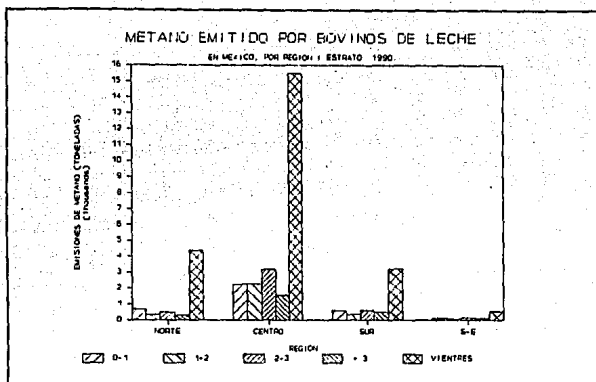
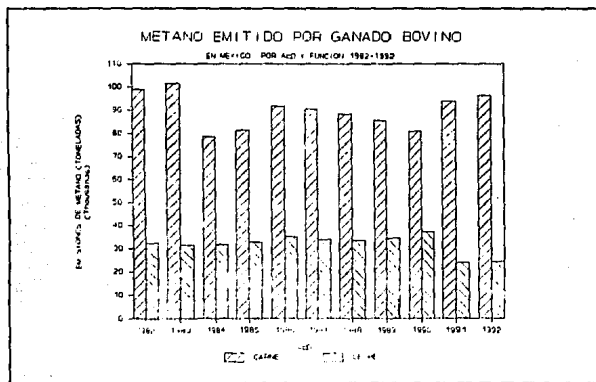


Figura 11. Metano emitido en 1990 por desechos de bovinos productores de carne en México, por región y estrato.



**Figura 12. Metano emitido en 1990 por ganado lechero en México, por región y estrato.**



**Figura 13. Metano emitido de 1982 a 1992 por ganado bovino en México, por función.**

### III.1.3. Emisiones de metano por sistema de producción de bovinos.

Así como el hato puede estar integrado por ganado productor de carne o leche, del mismo modo, el hato corresponde a un determinado sistema de producción o explotación ganadera. Los sistemas aquí considerados son el intensivo, el semi-intensivo y el extensivo. A continuación se presentan las gráficas de emisiones de metano para cada sistema, durante 1990 (figuras 14 y 15). Posteriormente se exhiben las gráficas de los resultados respectivos para el periodo 1982-1992 (figura 16).

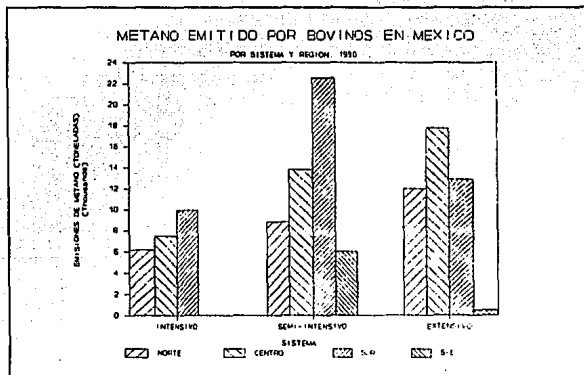
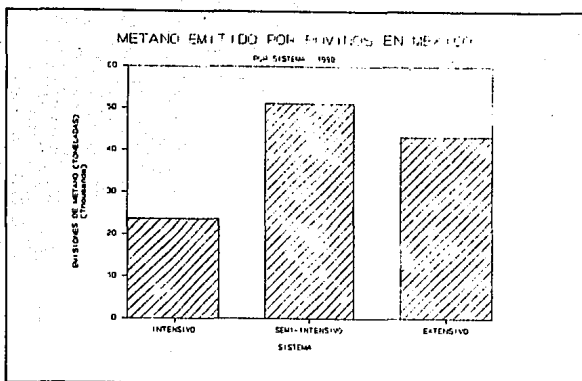
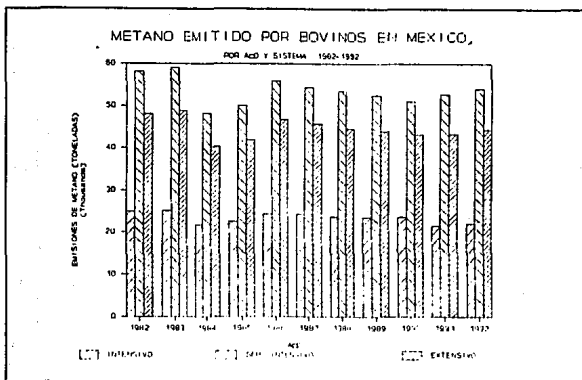


Figura 14. Metano emitido en 1990 por ganado bovino en México, por sistema y región.



**Figura 15. Metano emitido en 1990 por ganado bovino en México, por sistema de producción.**



**Figura 16. Metano emitido de 1982 a 1992 por bovinos en México, por función.**

### III.1.4. Emisiones de metano por estrato.

Además de existir ganado bovino especializado en una función, y de pertenecer a algún sistema de producción, el hato se divide en general en varios estratos, mismos que corresponden a animales agrupados por edades principalmente, y como excepción se clasifica por separado a las vacas, estén o no en producción, también llamado a este estrato "vientres".

Debido esencialmente a la diferencia de poblaciones y la masa característica de cada estrato, la producción de metano por los desechos de cada uno de ellos varía considerablemente. A continuación se exhiben las gráficas de los resultados obtenidos en las emisiones de metano por estrato para 1990 (figuras 17 y 18), así como los correspondientes al período 1982-1992, en forma global (figuras 19 a 21).

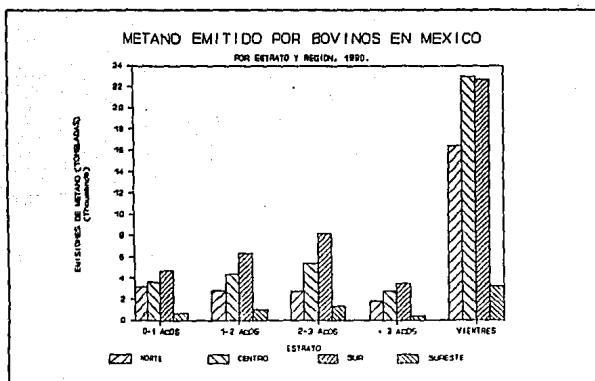


Figura 17. Metano emitido en 1990 por ganado bovino en México, por estrato y región.

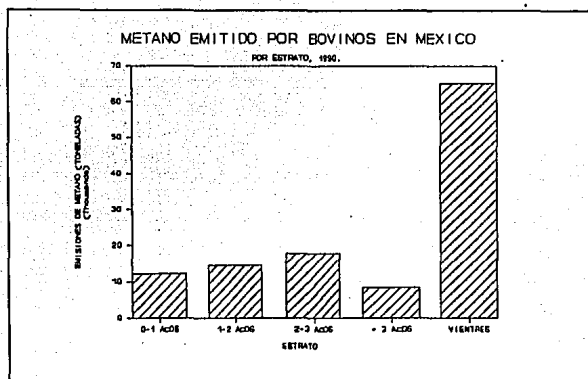


Figura 18. Metano emitido en 1990 por ganado bovino en México, por estrato.

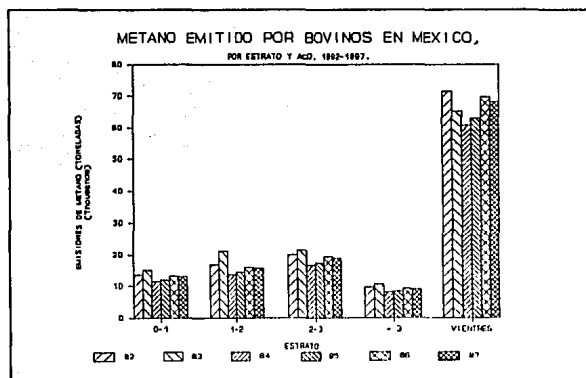
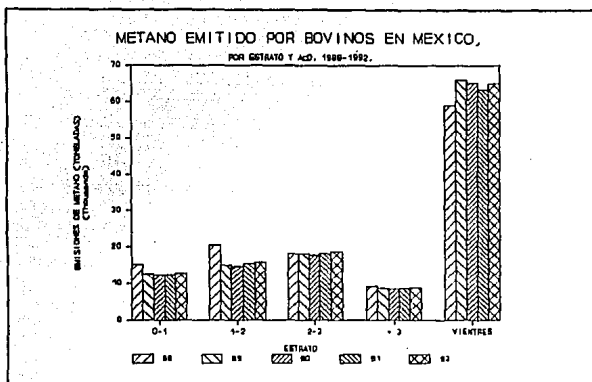
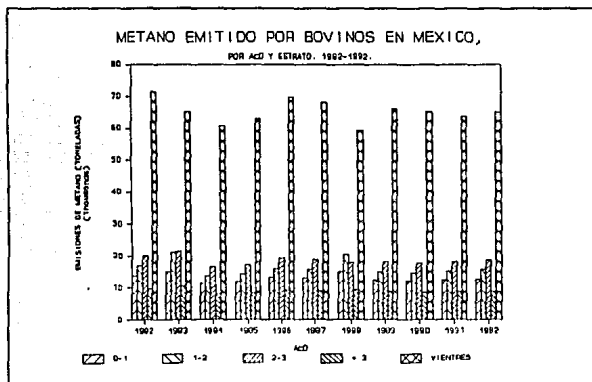


Figura 19. Metano emitido de 1982 a 1987 por bovinos en México, por estrato.



**Figura 20. Metano emitido de 1988 a 1992 por bovinos en México, por estrato.**



**Figura 21. Metano emitido por bovinos en México, por año y estrato, 1982-1992.**



### III.1.5. Emisiones de metano por región geográfica.

Las características de cada región geográfica difieren unas de otras en cuanto producción, tipos de ganado, alimentación animal y sistemas de comercialización, pero sobre todo las diferencias se agudizan en los climas existentes. Debido a ello es importante conocer la cantidad de metano que cada región produce en virtud del ganado bovino que mantiene.

Las regiones están integradas por los Estados de la zona respectiva; y las que aquí se han considerado son las regiones Norte, Centro, Sur y Sureste del país.

A continuación se presentan los resultados en las emisiones de metano por desechos del ganado bovino durante 1990 en particular (figuras 22 y 23) y para el período que va de 1982 a 1992 (figuras 24 y 25), para cada una de las regiones consideradas.

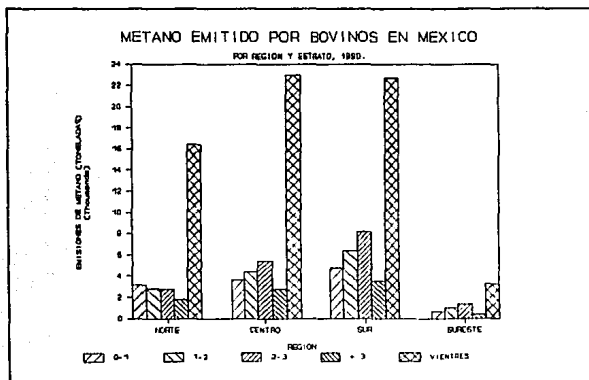


Figura 22. Metano emitido en 1990 por ganado bovino en México, por región y estrato.

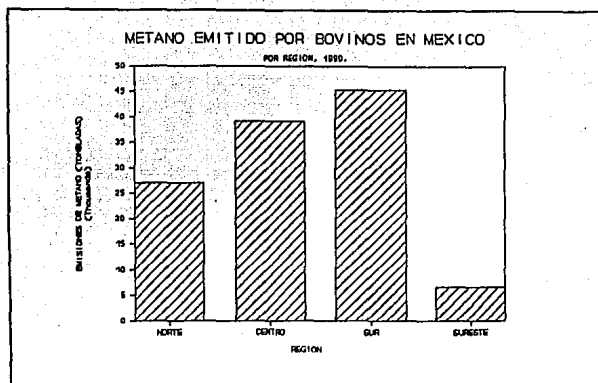


Figura 23. Metano emitido en 1990 por ganado bovino en México, por región.

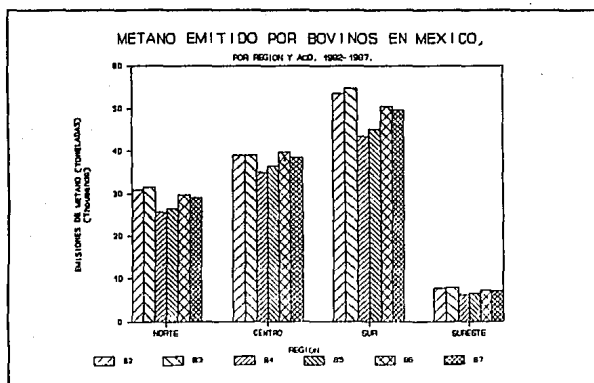
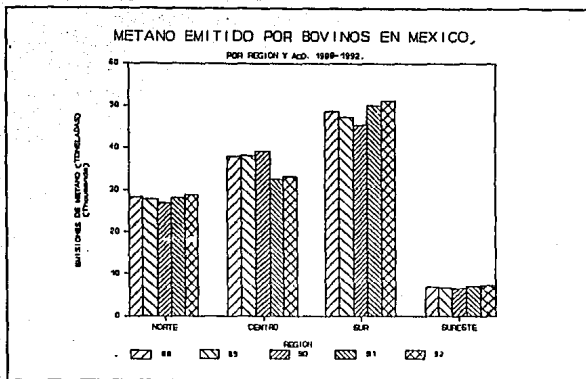


Figura 24. Metano emitido de 1982 a 1987 por bovinos en México, por región.



**Figura 25. Metano emitido de 1988 a 1992 por bovinos en México, por región.**

### III.1.6. Emisiones de metano por grupos de climas.

Los climas existentes en cada región geográfica juegan un papel decisivo en la producción de metano por la descomposición anaeróbica de los desechos animales. Debido a ello es que se ha hecho una clasificación de los climas de las regiones, así como la correspondiente estimación de las poblaciones de bovinos asociadas a cada grupo de climas de las regiones del país. Con esa base se ha podido calcular el metano que se emite en cada grupo climático de cada región, por los desechos del ganado bovino.

Las gráficas que aparecen a continuación expresan las cantidades de metano que se produjeron en particular durante 1990 (figuras 26 y 27), así como las del período 1982-1992 (figuras 28 a 31), en forma global estas últimas.

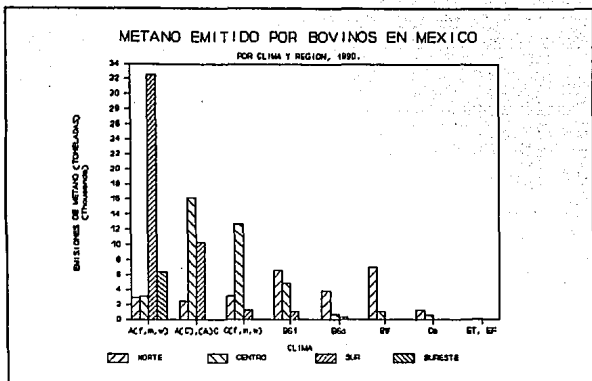


Figura 26. Metano emitido en 1990 por ganado bovino en México, por clima y región.

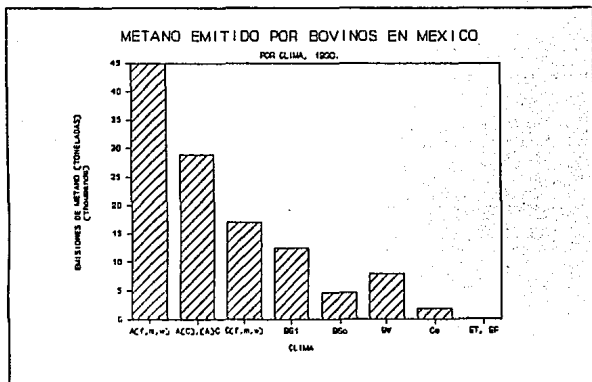


Figura 27. Metano emitido en 1990 por ganado bovino en México, por clima.

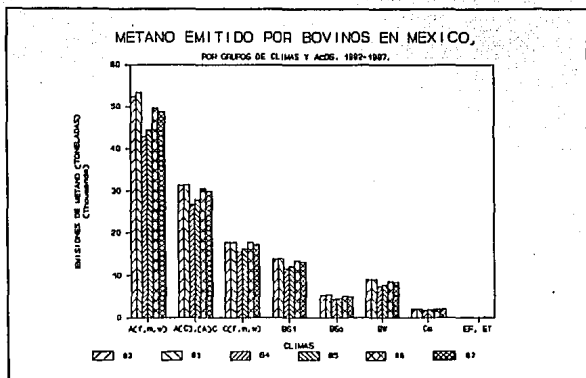


Figura 28. Metano emitido de 1982 a 1987 por ganado bovino en México, por clima.

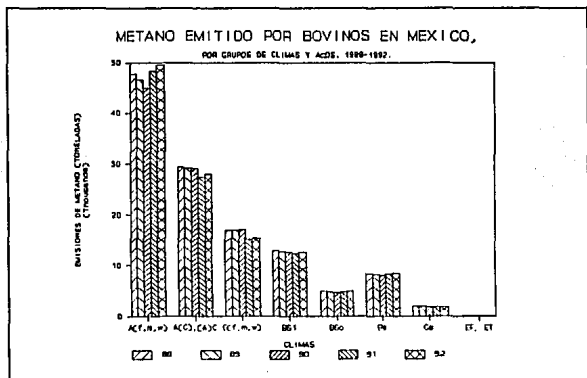
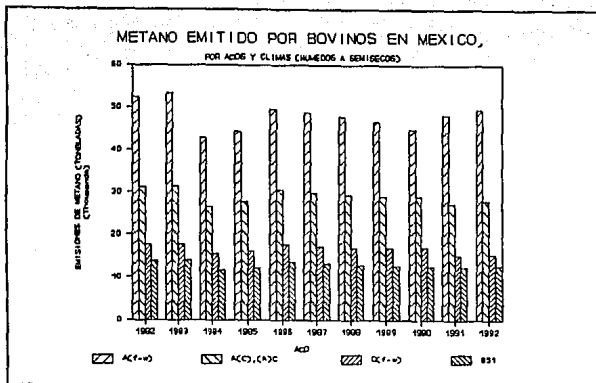
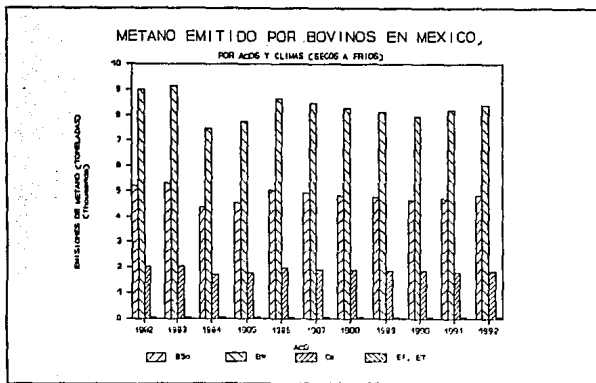


Figura 29. Metano emitido de 1988 a 1992 por ganado bovino en México, por clima.



**Figura 30. Metano emitido por bovinos en México, por año y climas (húmedos a semiáridos).**



**Figura 31. Metano emitido por bovinos en México, por año y climas (áridos a fríos).**

### III.1.7. Emisiones promedio de metano durante 1982-1992.

En las secciones anteriores se proporcionaron los resultados obtenidos para las emisiones de metano en 1990, considerando cada uno de los parámetros involucrados (función, sistema, estrato, región y clima); así mismo, se proporcionaron las emisiones globales para cada año.

A fin de tener una visión general del comportamiento estadístico de las emisiones de metano a lo largo de los 11 años que abarca este estudio, se procedió a calcular la media en las emisiones durante ese lapso, es decir, conocer el valor central del conjunto de valores, lo cual no implica afirmar que no exista una tendencia definida por parámetro.

A continuación se proporciona la gráfica de emisiones promedio (figura 32) y una tabla que indica los parámetros que intervienen en la dicha gráfica (tabla 16), además de las tablas de resultados globales para cada año, por parámetro.

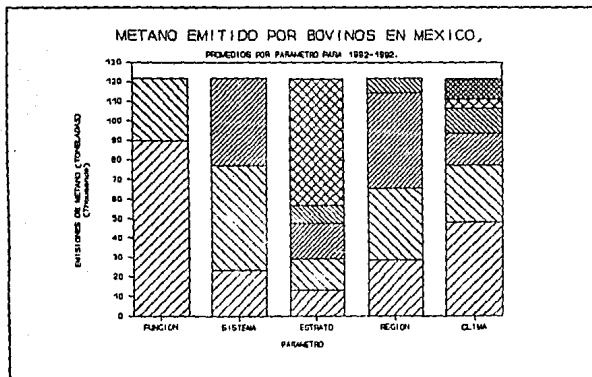


Figura 32. Promedio en las emisiones de metano por bovinos en México, durante 1982-1992.

TABLA 16. VARIABLES QUE INTERVIENEN EN LA FIGURA 32,  
EN EL ORDEN RESPECTIVO.

FUNCION	SISTEMA	ESTRATO	REGION	CLIMAS
LECHE	EXTENSIVO	VIENTRES	SURESTE	E, Cs, BW
			SUR	BSo
SEMI-INTENSIVO	+ 3 AÑOS	BS1		
	2-3 AÑOS	Cf, Cm, Cw		
CARNE	SEMI-INTENSIVO	1-2 AÑOS	CENTRO	A(C), (A)C
		INTENSIVO	0-1 AÑOS	NORTE

TABLA 17. EMISIONES DE METANO (TON) POR DESECHOS DEL  
GANADO BOVINO EN MEXICO, POR FUNCION Y AÑO.  
1982-1992.

AÑO	CARNE	LECHE	NACIONAL
1982	98,766	32,335	131,101
1983	101,468	31,445	132,912
1984	78,471	31,712	110,183
1985	81,353	33,024	114,376
1986	91,723	35,174	126,898
1987	90,448	33,835	124,283
1988	88,337	33,433	121,770
1989	85,547	34,480	120,027
1990	80,839	37,063	117,902
1991	93,818	23,860	117,678
1992	96,180	24,208	120,388
PROMEDIO	89,723	31,870	121,592
± $\sigma$	7,247	3,396	6,530



**TABLA 18. EMISIONES DE METANO (TON) POR DESECHOS DEL  
GANADO BOVINO EN MEXICO, POR SISTEMA DE  
PRODUCCION Y AÑO. 1982-1992.**

AÑO	INTENSIVO	SEMI-INTENSIVO	EXTENSIVO
1982	24,897	58,067	48,137
1983	25,035	59,049	48,828
1984	21,669	48,240	40,275
1985	22,463	50,010	41,903
1986	24,296	55,879	46,722
1987	24,218	54,347	45,717
1988	23,649	53,475	44,645
1989	23,546	52,504	43,977
1990	23,622	51,144	43,136
1991	21,551	52,818	43,309
1992	22,016	54,061	44,310
PROMEDIO	23,360	53,599	44,633
± $\sigma$	1,195	3,091	2,457

**TABLA 19. EMISIONES DE METANO (TON) POR DESECHOS DEL  
 GANADO BOVINO EN MEXICO, POR ESTRATO Y AÑO.  
 1982-1992.**

AÑO	0-1	1-2	2-3	+ 3	VIENTRES
1982	13,563	16,656	19,971	9,508	71,403
1983	14,999	21,111	21,331	10,402	65,071
1984	11,367	13,719	16,573	7,939	60,584
1985	11,796	14,241	17,210	8,250	62,880
1986	13,099	15,908	19,190	9,184	69,516
1987	12,833	15,600	18,799	8,995	68,056
1988	15,007	20,371	17,993	9,240	59,158
1989	12,380	14,955	18,068	8,659	65,965
1990	12,137	14,498	17,606	8,476	65,186
1991	12,214	15,262	18,155	8,583	63,464
1992	12,497	15,626	18,582	8,782	64,901
PROM.	12,899	16,177	18,498	8,911	65,108
$\pm \sigma$	1,143	2,293	1,261	642	3,465

**TABLA 20. EMISIONES DE METANO (TON) POR DESECHOS DEL  
GANADO BOVINO EN MEXICO, POR REGION Y AÑO.  
1982-1992.**

AÑO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE
1982	30,832	39,088	53,560	7,621
1983	31,380	38,974	54,774	7,785
1984	25,507	35,063	43,407	6,206
1985	26,459	36,456	45,023	6,439
1986	29,586	39,637	50,453	7,222
1987	28,971	38,590	49,642	7,080
1988	28,327	37,968	48,544	6,930
1989	27,782	38,171	47,309	6,764
1990	26,999	39,057	45,341	6,505
1991	28,147	32,560	49,906	7,066
1992	28,813	33,211	51,126	7,238
PROMEDIO	28,437	37,161	49,008	6,987
± σ	1,685	2,376	3,378	464

**TABLA 21. EMISIONES DE METANO (TON) POR DESECHOS DEL  
 GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMAS  
 (HUMEDOS A SEMIARIDOS) Y AÑO. 1982-1992.**

AÑO	Af, Am, Aw	A(C), (A)C	Cf, Cm, Cw	BS1
1982	52,302	31,131	17,663	13,759
1983	53,377	31,400	17,712	13,925
1984	42,759	26,707	15,506	11,644
1985	44,360	27,737	16,110	12,091
1986	49,610	30,569	17,645	13,385
1987	48,733	29,879	17,199	13,127
1988	47,683	29,323	16,901	12,841
1989	46,597	29,086	16,881	12,685
1990	44,930	28,954	17,047	12,518
1991	48,310	27,324	15,102	12,256
1992	49,475	27,929	15,420	12,535
PROMEDIO	48,012	29,094	16,653	12,797
$\pm \sigma$	3,090	1,488	916	670

**TABLA 22. EMISIONES DE METANO (TON) POR DESECHOS DEL  
GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMAS  
(ARIDOS A FRIOS) Y AÑO. 1982-1992.**

AÑO	BSO	BW	Cs	EF, ET
1982	5,201	8,990	2,004	51
1983	5,277	9,142	2,027	51
1984	4,356	7,462	1,703	46
1985	4,520	7,743	1,768	47
1986	5,033	8,646	1,959	52
1987	4,923	8,458	1,914	50
1988	4,819	8,280	1,875	50
1989	4,744	8,130	1,854	50
1990	4,649	7,919	1,834	50
1991	4,687	8,177	1,778	44
1992	4,795	8,370	1,819	44
PROMEDIO	4,819	8,302	1,867	49
± $\sigma$	264	480	97	3

### III.2. Incertidumbres asociadas.

De acuerdo a la ecuación (8) del modelo matemático, las variables que intervienen en el cálculo de las emisiones de metano son: VS, N, D, TAM, B<sub>o</sub>, MCF, WS% y CAF.

Según fue expuesto en las secciones respectivas, los valores de B<sub>o</sub>, MCF, WS% y CAF, fueron asignados acorde a los valores adoptados por la EPA, pero considerando las características específicas, asociadas a esas variables, para México; los valores estimados para dichas variables en este trabajo no reportan incertidumbres; estas podrán expresarse con propiedad cuando se desarrollen trabajos experimentales de campo, tendientes a determinar los valores respectivos en cada una de las regiones geográficas y climáticas del país. Las demás variables (VS, N, D y TAM) se relacionan con datos estadísticos bien determinados (sin reporte original de sus incertidumbres asociadas) al caso de nuestro país.

Por otro lado, las variables: VS, N, D y TAM, guardan una estrecha relación, ya que la cantidad de Sólidos Volátiles (VS) depende del Número de animales (N) y de los desechos producidos (D). A su vez la cantidad de desechos está en función de la masa del animal (TAM). Esta interdependencia quedó expresada por las ecuaciones (9) y (10), de la sección II.3.7. De estos parámetros, los que presentan incertidumbres son los inventarios de ganado bovino; dichas incertidumbres están relacionadas directamente con las hipótesis hechas al estimar los inventarios respectivos. Tales hipótesis son:

1. "Los porcentajes de los estratos del hato para cada región geográfica durante el periodo que va de 1982 a 1992, pueden considerarse invariables".
2. "Al porcentaje de superficie correspondiente a cada clima en cada Estado, le corresponde igual porcentaje de ganado bovino de la Entidad".

Las dos hipótesis anteriores tienen intervalos de validez expresados a través de las cotas que imponen las incertidumbres asociadas a cada una de ellas. En este sentido, las tablas 23 y 24 exhiben las desviaciones correspondientes.

**TABLA 23: DESVIACION NORMAL, ACORDE A LOS CENSOS, EN LOS PORCENTAJES DEL HATO; POR ESTRATO Y REGION. 1982-1992.**

ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NACIONAL
0-1 AÑOS	4.29	3.64	3.03	3.66	3.64
1-2 AÑOS	2.18	1.99	1.82	1.49	1.77
2-3 AÑOS	2.70	3.46	5.14	2.69	3.46
+ 3 AÑOS	1.29	1.78	2.13	2.17	1.57
VIENTRES	1.15	2.04	4.60	3.38	2.11

**TABLA 24: DESVIACION NORMAL EN LA RELACION CLIMA-GANADO BOVINO, POR GRUPOS DE CLIMAS Y REGIONES.**

CLIMAS	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	9.21	3.19	12.59	1.04	9.76
A(C), (A)C	6.73	9.49	12.00		9.52
Cf, Cm, Cw	3.13	6.41	3.55		5.44
BS1	6.75	7.69	7.99	2.21	7.52
BS0	11.28	2.01	1.10		9.83
BW	8.90	7.51			9.03
Cs	0.46	1.98	2.50		2.71
ET, EF		0.00	1.50		0.24
REGIONAL	9.05	7.69	12.58	1.56	9.37

En la tabla anterior, las celdas en blanco indican que ese clima no existe en la región correspondiente.

Existe una fuente adicional de incertidumbre, la cual está relacionada con el "método de las pesadas", aplicado en la estimación del área cubierta por cada clima en Estados y municipios. A continuación se describe el procedimiento para encontrar dicha incertidumbre.

En general, si se considera un cuerpo de masa (M) y volumen (V), su densidad está dada por:

$$\rho = M/V \quad (9)$$

y con  $V = Ah$ , donde A es el área de la base regular de un cilindro, y h su espesor o altura, entonces la densidad se expresa mediante:

$$\rho = M/Ah \quad (10)$$

Por otro lado, si se tiene un cilindro con una base irregular (A'), de masa (M') y el mismo espesor (h), entonces la densidad en ese caso se expresa por:

$$\rho = M'/A'h \quad (11)$$

Igualando las ecuaciones (10) y (11), se obtiene:

$$A' = AM'/M \quad (12)$$

que es la ecuación utilizada para calcular el área de superficies irregulares.

La incertidumbre relativa en la ecuación (12), se obtiene mediante la relación:

$$\delta A' = \delta M/M + \delta (AM')/AM' \quad (13)$$

pero  $\delta (AM') = A(\delta M') + M'(\delta A)$ , entonces:

$$\delta A' = \delta M'/M' + \delta M/M + \delta A/A \quad (14)$$

y como los dos últimos términos son constantes, entonces:

$$\delta A' = \delta M'/M' + \text{constante} \quad (15)$$

que es la ecuación aplicada en la obtención de las incertidumbres respectivas.

La ecuación (15) anterior se aplicó al cálculo de las incertidumbres de las superficies cubiertas por diversos grupos de climas en el país, considerando para ello los esquemas geográficos respectivos, dibujados sobre papel albanene; y donde las incertidumbres absolutas, de acuerdo a la precisión de los instrumentos usados, para la masa y la



longitud se expresan por:

$$\delta M = 0.0005 \text{ g} \quad \text{y} \quad \delta L = 0.05 \text{ cm}$$

Utilizando una hoja de papel albanene de dimensiones regulares, con una masa (M) de 3.267 g, y una área (A) de 599.2 cm<sup>2</sup>, se obtuvieron las incertidumbres porcentuales exhibidas en la tabla 25 que sigue.

TABLA 25: INCERTIDUMBRES PORCENTUALES EN LA SUPERFICIE CUBIERTA POR LOS CLIMAS EN MEXICO.					
CLIMAS	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	0.5084	0.5092	0.4350	0.4328	0.4484
A(C), (A)C	0.5232	0.4432	0.4508		0.4725
Cf, Cm, Cw	0.4967	0.4454	0.6034		0.4872
BS1	0.4452	0.4497	0.5430	0.5953	0.4511
BS0	0.4591	0.6226	0.9449		0.4761
BW	0.4437	0.5414			0.4528
Cs	0.5805	0.7783	15.7840		0.6542
ET, EF		5.2187	26.0217		31.2394
REGIONAL	0.4397	0.4905	0.4678	0.5340	0.4351

Ahora bien, los inventarios de ganado bovino o número de animales, al incluir las incertidumbres respectivas, se expresan mediante la ecuación:

$$N = N_0 \pm \sqrt{(\delta N_1)^2 + (\delta N_2)^2 + (\delta N_3)^2} \quad (16)$$

Donde  $N_0$  es el número de animales; y  $\delta N_1$ ,  $\delta N_2$  y  $\delta N_3$ , son las incertidumbres expresadas mediante las tablas 23, 24 y 25, respectivamente.

Dado que las tablas 24 y 25 se refieren ambas a las incertidumbres en los climas de cada región, la incertidumbre acumulada, está dada por:

$$\delta N_{2,3} = \sqrt{(\delta N_2)^2 + (\delta N_3)^2} \quad (17)$$

y cuyos valores se proporcionan en la tabla 26 que sigue.

TABLA 26: INCERTIDUMBRE ACUMULADA EN LA RELACION CLIMA-GANADO BOVINO, POR REGIONES Y CLIMAS.					
CLIMAS	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	9.23	3.23	12.60	1.13	9.77
A(C), (A)C	6.75	9.50	12.01		9.53
Cf, Cm, Cw	3.17	6.42	3.60		5.46
BS1	6.77	7.71	8.01	2.29	7.53
BSo	11.29	2.11	1.45		9.84
BW	8.91	7.53			9.05
Cs	0.74	2.13	15.98		2.79
ET, EF		5.22	26.06		31.24
REGIONAL	9.06	7.70	12.58	1.62	9.38

Debido a que en cada clima se encuentran todos los estratos, para saber la incertidumbre asociada a cada estrato en relación al clima, se toman las desviaciones para cada región de la tabla 26 anterior, y se combinan con las de la tabla 23, a través de la ecuación:

$$\delta N_{1,2,3} = \sqrt{(\delta N_1)^2 + (\delta N_{2,3})^2} \quad (18)$$

con la cual se obtiene la incertidumbre porcentual total de los inventarios de ganado bovino en México.

Por otro lado, la ecuación (8) establece la relación que guarda el número de animales (N) con las demás variables, a través de varias sumas de productos, de los cuales sólo N presenta incertidumbre ( $\delta N$ ). Debido a ello, al considerar constante (k) al producto total de las otras variables, se puede observar lo siguiente:

$$\text{Sea } N = N_0 \pm \delta N, \text{ entonces } kN = kN_0 \pm k(\delta N)$$

luego, la incertidumbre relativa de kN se expresa por:

$$\delta(kN)_r = k(\delta N)/kN_0 = \delta N/N_0$$

$$\text{pero } \delta N/N_0 = \delta N_r, \text{ entonces } \delta(kN)_r = \delta N_r,$$

y como la incertidumbre porcentual está dada por:

$$\delta N_x = \delta N_p \times 100\% , \text{ de ahí que:}$$

$$\delta N_x = \delta (KN)_x \quad (19)$$

La ecuación (19) muestra que la incertidumbre porcentual de una cantidad es igual a la incertidumbre porcentual de k-veces dicha cantidad, cuando k es una constante. En virtud de lo anterior, se tiene que las incertidumbres asociadas a los inventarios de ganado bovino, expresadas en las tablas 23 y 26, son aplicables, a través de la ecuación (18), al cálculo de las incertidumbres totales en las emisiones de metano respectivas. La tabla 27 exhibe las incertidumbres totales en las emisiones de metano por desechos del ganado bovino en México.

TABLA 27: INCERTIDUMBRE PORCENTUAL TOTAL EN LAS EMISIONES ANUALES DE METANO, POR ESTRATO Y REGION. 1982-1992.					
ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
0-1 AÑOS	10.03	8.52	12.94	4.00	10.06
1-2 AÑOS	9.32	7.96	12.71	2.20	9.54
2-3 AÑOS	9.45	8.44	13.59	3.14	10.00
+ 3 AÑOS	9.06	7.70	12.58	1.62	9.38
VIENTRES	9.13	7.97	13.40	3.75	9.61
PROMEDIO	9.29	8.02	12.92	2.77	9.63

### III.3. Análisis del inventario de emisiones de metano.

Para obtener los resultados en las emisiones de metano fue necesario estimar el número de animales que componían cada estrato, en las regiones norte, centro, sur y sureste del país, durante los años 1982-1992. Ello se logró al analizar el comportamiento estadístico de los datos publicados en los

censos agropecuarios de 1950 a 1981, los cuales presentaron una variabilidad mínima en los porcentajes de ganado en cada censo. Debido a que no se presentan cambios significativos en los porcentajes durante esas cuatro décadas, se acepta la hipótesis (1) de que durante los 11 años posteriores a 1981, se conservarán dichos porcentajes. La validez de esta hipótesis se manifiesta al obtener las desviaciones normales respectivas, mismas que aparecen en la tabla 23. Esta tabla indica que a nivel nacional la desviación es pequeña, lo cual indica que aun cuando existan diferencias significativas, de un año a otro, en las existencias de bovinos, los porcentajes de animales que componen cada estrato del hato permanecen invariables en buena medida, debido entre otras causas, al proceso natural de reproducción y desarrollo del ganado, así como al control tradicional de la producción que sobre los hatos ejercen los ganaderos.

Una vez conocidos los inventarios de bovinos por región y estrato (tablas A1 a A22), fue necesario estimar la cantidad de animales que existen en cada región climática del país. En este sentido se observó que hay una gran concordancia entre los porcentajes de áreas cubiertas por determinados grupos de climas y los porcentajes de cabezas asociados a tales climas, de ahí que la hipótesis (2) sea de gran importancia, ya que nos permite tener una idea clara del número de cabezas que existen en cada grupo de climas. Así mismo, el aplicar con éxito al caso de México la hipótesis (2), es decir, que "al porcentaje de superficie correspondiente a cada clima en cada Estado, le corresponde igual porcentaje de ganado bovino de la Entidad", y dado que las características climatológicas del país, así como la escasa disponibilidad de datos estadísticos, son parecidas a las de otros países en vías de desarrollo, entonces se podría, tal vez, aplicar la misma hipótesis en esos países y por tanto, efectuar los inventarios de emisiones de metano por desechos de bovinos con una buena aproximación a las emisiones reales, sin necesidad de contar con los

inventarios de bovinos por clima.

Las incertidumbres que se reportan en la relación clima-ganado bovino (tabla 24), muestran que son los climas áridos [cálidos, semicálidos y templados, (BSO)] de la región norte, con el 11.28 %, y los climas cálidos [húmedos y subhúmedos, (Af, Am, Aw)] y semicálidos [húmedos y subhúmedos, (A(C), (A)C)] de la región sur, con el 12.59 % y el 12.00 % respectivamente, los que mayor incertidumbre presentan. Por otro lado, se observa que en el norte existen vastas zonas áridas que carecen de agua, por lo que es difícil el desarrollo sostenido de la actividad ganadera en esas zonas. Así mismo, en el sur, aun cuando hay suficiente agua, se observa que una gran parte de su territorio está cubierto de selvas y bosques, que no permiten el desarrollo de la ganadería sin el consecuente perjuicio a los ecosistemas. Se piensa que estas son las causas por las que la incertidumbre en la relación clima-ganado bovino son mayores en dichas regiones. En aquellas zonas donde hay una menor incertidumbre posiblemente existe una relación mejor equilibrada entre la producción ganadera y otras actividades agropecuarias, el uso del suelo, el clima y la ecología de la región. A nivel Nacional, la incertidumbre promedio en la misma relación clima-ganado bovino es de 9.37 %, la cual puede considerarse de magnitud moderada, en virtud del alcance, en cuanto aplicación práctica -por el tiempo, recursos económicos y trabajo que ahorra- de la hipótesis que la origina.

Las emisiones de metano por desechos del ganado bovino se clasifican como sigue: por función en el hato (bovinos productores de carne o leche), por sistema de producción de bovinos, por estrato, por región, por grupo de climas y por promedios para el país. Los resultados están representados en las figuras 11 a 32 y las tablas 16 a 22, además de las tablas del apéndice C. Algunas gráficas expresan los resultados desagregados para 1990 únicamente, toda vez que las correspondientes a otros años son similares; otras gráficas

presentan los resultados globales para el periodo 1982-1992.

Las figuras 11 y 12 se refieren a las emisiones en 1990 por ganado para carne y leche, respectivamente. En la figura 11 se observa que respecto al ganado productor de carne, el sur del país es el que más metano produce, alcanzando un 49.59 % del total con esa función, y además se nota que son los vientres de carne y doble propósito de esa región y las restantes, con un 51.46 %, las que producen una cantidad mayor de metano. Los porcentajes en las emisiones por función se presentan en la siguiente tabla.

TABLA 28: PORCENTAJES DE METANO EMITIDO POR BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE EN MEXICO, POR REGION Y ESTRATO, 1990.

ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
0-3 AÑOS	10.86	8.52	25.52	3.63	48.54
VIENTRES	14.91	9.23	24.07	3.26	51.46
REGIONAL	25.77	17.75	49.59	6.89	100.00

La figura 12 indica que en relación al metano emitido por el ganado lechero, es la región del centro la que tiene el primer lugar con un 66.66 % , correspondiendo también a los vientres contribuir con un 63.63 % del total con esa función. La tabla 29 exhibe los porcentajes en las emisiones para ganado lechero.

TABLA 29: PORCENTAJES DE METANO EMITIDO POR BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE EN MEXICO, POR REGION Y ESTRATO, 1990.

ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
0-3 AÑOS	4.83	24.95	5.55	1.04	36.37
VIENTRES	11.81	41.71	8.62	1.49	63.63
REGIONAL	16.64	66.66	14.18	2.53	100.00

Por otro lado, la figura 13 y la tabla 17 muestran las variaciones en las emisiones de metano por función a lo largo de 11 años, y en la cual se observa que las emisiones del ganado productor de carne tuvieron un máximo en 1983 con un total de 101,468 Ton y un mínimo al año siguiente, con un total de 78,471 Ton, lo cual coincide con el hecho de que en esos años se presentaron las variaciones más grandes en la población de bovinos. De 1984 a 1986 hay un incremento año con año, sin embargo, en 1987 y hasta 1990 hay un ligero descenso continuo; en 1991 y 1992 nuevamente crecen las emisiones desde 80,839 Ton durante 1990 hasta 96,180 Ton en 1992.

En cuanto a las emisiones por desechos del ganado lechero, se observa un pequeño y continuo incremento, ya que en 1982 se emitieron 32,335 Ton, y en 1990 se alcanzaron las 37,063 Ton. En contraposición con las emisiones del ganado productor de carne, el ganado lechero disminuyó sus emisiones en 1991 y 1992 en comparación con 1990, ya que hubo una reducción de 13,203 Ton y 12,855 Ton, respectivamente.

Aun cuando la figura 13 sugiere que hay una tendencia a incrementarse las emisiones de metano para ambas funciones en el hato a partir de 1984, la figura 32, que representa los promedios para 11 años en las emisiones para diversas variables, da una idea clara acerca de las proporciones que guardan tales emisiones. Según dicha figura 32 y la tabla 17, para el ganado productor de carne, se indica que sus desechos producen el 73.79 % de las 121,592 Ton que se emiten al año en promedio. El ganado lechero emite el 26.21 % del promedio total. De ahí que las emisiones del ganado productor de carne excede a las emisiones del ganado lechero en un 47.58 %. Se debe notar además, que el porcentaje promedio de cabezas de bovinos dedicados a la producción de carne, alcanza el 83.05 %, con una masa promedio de 324.74 kg; en tanto que el ganado lechero cubre el 16.95 % de cabezas, con una masa promedio de 347.26 kg, lo cual está de acuerdo con el hecho de que las emisiones están en función de la masa del animal.

En relación a las emisiones de metano por sistema de producción de bovinos, las figuras 14, 15, 16 y 32, así como la tabla 18 y el apéndice C, proporcionan los resultados obtenidos. La figura 14 señala que el ganado de la región sur mantenido bajo un sistema de producción semi-intensivo es el que más metano produce, pues este emite el 19.11 % del total nacional, y quien tiene las emisiones menores es el ganado de los sistemas intensivos de la región sureste, ya que llegó apenas a producir un 0.02 % del metano emitido en el país, durante 1990. La tabla 30 que sigue resume los porcentajes en las emisiones para 1990, por sistema y región.

SISTEMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
INTENSIVO	5.25	6.35	8.41	0.02	20.03
S-INTENS.	7.47	11.72	19.11	5.08	43.38
EXTENSIVO	10.18	15.05	10.94	0.42	36.59
REGIONAL	22.90	33.13	38.46	5.52	100.00

A nivel nacional, durante 1990 los desechos del ganado mantenido en sistemas semi-intensivos fueron los que más metano generaron, pues de acuerdo a la tabla 30 y a la figura 15, estas llegaron al 43.38 %, mientras que los sistemas intensivos y extensivos al 20.03 % y 36.59 %, respectivamente; esto último puede notarse también de la figura 32, en la cual se exhiben los promedios para 11 años.

La figura 16 y la tabla 18 muestran las variaciones que se presentaron de un año a otro, notándose siempre que el sistema semi-intensivo fue a la cabeza en las emisiones, seguido del sistema extensivo y por último el sistema intensivo. Es notorio también que tales variaciones concuerdan aproximadamente con las que fueron observadas en los inventarios de cada año, lo cual era de esperarse puesto que



las emisiones están en función del número de animales.

Los resultados en las emisiones por estrato se ubican en las figuras 17 a 21 y 32, la tabla 19 y el apéndice C. Según la figura 17, el estrato "vientres" de las regiones centro y sur y norte son los que emiten mayores cantidades de metano, ya que juntos llegan al 52.58 % del total nacional; este comportamiento se debe a que este estrato es mayor en número de animales y cada animal tiene una masa superior respecto a los demás estratos, excepto a los sementales (más de tres años). Son los animales de más de tres años los que menos emiten en todas las regiones, pues este estrato produce el 7.19 %, ello se debe a que este estrato posee el menor número de animales. A nivel nacional, según la figura 18, sucede algo similar, ya que los vientres son los mayores productores, notándose además que conforme la edad es mayor, también lo son las emisiones, a excepción de los animales de más de tres años. La tabla 31 presenta los porcentajes en las emisiones para 1990, en el entendido de que para los demás años el comportamiento estadístico de los porcentajes es prácticamente el mismo, como puede observarse en las figuras 19, 20 y 21.

**TABLA 31: PORCENTAJES DE METANO EMITIDO POR EL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR ESTRATO Y REGION, 1990.**

ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
0-1 AÑOS	2.68	3.09	3.99	0.54	10.29
1-2 AÑOS	2.40	3.70	5.37	0.83	12.30
2-3 AÑOS	2.36	4.58	6.89	1.11	14.93
+ 3 AÑOS	1.54	2.33	2.99	0.33	7.19
VIENTRES	13.93	19.44	19.21	2.70	55.29
REGIONAL	22.90	33.13	38.46	5.52	100.00

La tabla 31 anterior muestra además que para los estratos

clasificados por edades desde 0 hasta 3 años, conforme la latitud baja, las emisiones aumentan, si es que se trata de regiones ganaderas, es decir, esto se cumple para todas las regiones, excepto para el sureste. Lo anterior queda ratificado por las figuras 22, 23, 24 y 25.

En particular se debe notar que para animales entre 0 y 2 años de edad, la figura 22 muestra que en el centro y en el sur las emisiones tienden a aumentar con la edad del animal, mientras que en el norte la tendencia es inversa, lo cual viene a corroborar que los Estados de esa región del país son exportadores de ganado joven, principalmente de animales entre 1 y 2 años de edad. Las figuras 24 y 25 muestran de nuevo que existe una relación directa entre las emisiones de metano y los inventarios de ganado de cada región geográfica del país, a lo largo del período en consideración.

En lo concerniente a las emisiones de metano asociadas a los grupos de climas, las figuras 26 a 32 dan cuenta de ello, así como las tablas 18, 21 y 22 y el apéndice C.

Como fue mencionado en su oportunidad, la clasificación climática aquí considerada está en función de las necesidades específicas del presente estudio, toda vez que se tuvieron que tomar en cuenta los factores de ajuste climático (CAF) propuestos por la EPA. En este sentido, las gráficas señaladas contemplan climas clasificados por temperatura unos, y por humedad otros. Los clasificados por temperatura son los climas cálidos y muy cálidos, los semicálidos, los templados, los semifríos, y los fríos y muy fríos. Los clasificados por humedad son los climas semiáridos, los áridos y los muy áridos. La figura 26 contiene información sobre las emisiones por clima y región durante 1990. En esta gráfica se observa que los climas cálidos y muy cálidos de la región sur son los que mayoritariamente emiten metano, seguidos de los climas semicálidos y templados de la región centro. Así mismo, la región del norte con sus climas semiáridos, áridos y muy

áridos también contribuye en buena medida, aunque por abajo de los otros climas. Son los climas semifríos, fríos y muy fríos los que contribuyen en una mínima parte a las emisiones en el país. La tabla 32 que sigue exhibe los porcentajes correspondientes.

CLIMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	2.50	2.63	27.55	5.44	38.11
A(C), (A)C	2.11	13.66	8.78	0.00	24.56
Cf, Cm, Cw	2.63	10.78	1.05	0.00	14.46
BS1	5.55	4.12	0.86	0.08	10.62
BSo	3.19	0.55	0.20	0.00	3.94
BW	5.86	0.86	0.00	0.00	6.72
Cs	1.06	0.49	0.01	0.00	1.56
ET, EF	0.00	0.04	0.01	0.00	0.04
REGIONAL	22.90	33.13	38.46	5.52	100.00

De la tabla 32 anterior, si se reordenan los climas húmedos y subhúmedos por temperatura media, entonces a nivel nacional se tienen los datos consignados en la tabla 33.

CLIMAS	TEMPERATURA (C)	EMISIONES (%)
ET, EF	3.5	0.05
Cs	8.5	1.98
Cf, Cm, Cw	15.0	18.37
A(C), (A)C	20.0	31.20
Af, Am, Aw	26.0	48.41

Al graficarse los datos que contiene la tabla 33 anterior se puede tener una idea clara de la tendencia que presenta la relación emisiones-temperatura; sin embargo no es posible hacer lo propio con los datos restantes de la tabla 32 relacionados con climas áridos, ya que son insuficientes para observar su tendencia. A continuación se presenta la gráfica correspondiente a la tabla 33.

### CH<sub>4</sub> EMITIDO (%) vs TEMPERATURA

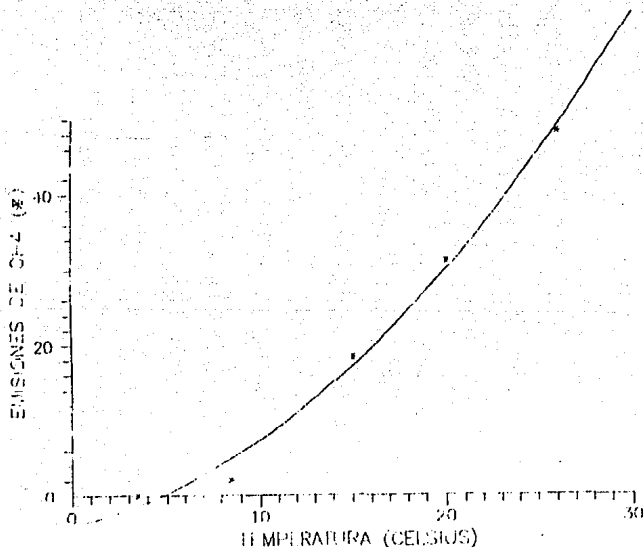
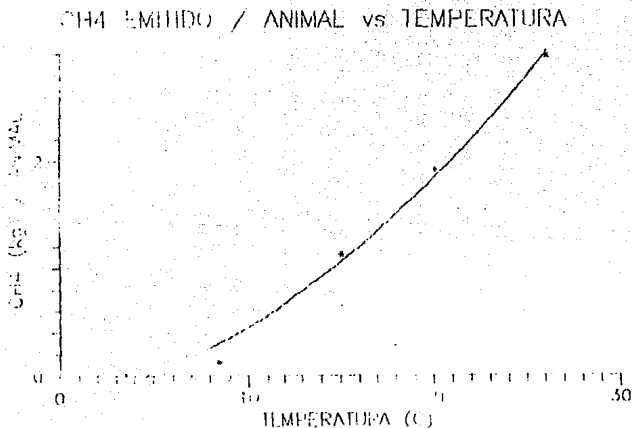


Figura 33. Porcentaje de emisiones de metano como función de la temperatura media asociada a los climas húmedos y subhúmedos en México.

En la figura 33 anterior la línea sólida representa la curva de mejor ajuste a los datos considerados, la cual corresponde a un polinomio de grado 2. En dicha gráfica se observa que el porcentaje de emisiones se anula para temperaturas menores a 5 °C. El extremo inferior que está por debajo del eje de temperaturas no tiene ningún significado físico, ya que emisiones negativas no existen.

Así mismo, a partir de los datos de emisiones de la figura 27, y de las tablas 32, A9 y A20, es posible obtener las emisiones de metano, en kg/año por animal, como función de la temperatura media asociada a los climas húmedos y subhúmedos en México. La gráfica de emisiones se da en la figura 34 que sigue.



**Figura 34.** Emisiones anuales de metano, en kg, por cabeza, como función de la temperatura media asociada a los climas húmedos y subhúmedos en México.

En la figura 34 anterior, nuevamente la línea sólida es la curva que mejor se ajusta a los datos respectivos, y está dada matemáticamente por:

$$C_1 T^2 + C_2 T + C_3 = CH_4/\text{Cabeza} \quad (20)$$

donde:

$$C_1 = 0.00350664$$

$$C_2 = 0.0347046$$

$$C_3 = -0.247977$$

y también

$$C_3 \approx -7C_2$$

De la ecuación 20 anterior, si  $CH_4/\text{Cabeza} = 0$ , entonces al resolver para T se obtiene que la temperatura es igual a 4.8 °C, lo cual coincide en gran medida con los resultados experimentales de Stevens y Schulte (1977)<sup>(7)</sup>, quienes al trabajar con desechos de cerdo, reportan que la metanogénesis es inhibida a temperaturas menores de 4 °C. Tal similitud encontrada en ambos resultados puede considerarse como un indicador de que la metodología (en particular los CAF asociados a cada grupo climático) y las hipótesis aplicadas en este trabajo son aceptables. Así mismo, la ecuación (20) asociada a la hipótesis (2) que relaciona la población de bovinos y los climas del país, permitirían estimar las emisiones de metano para climas húmedos y subhúmedos en países subdesarrollados, con carencias de información, que presenten características climáticas y de producción de bovinos similares a las de México.

### III.4. Escenarios y pronosis.

Al considerar los inventarios nacionales de bovinos desde 1930 hasta 1992, se obtiene la gráfica que muestra las variaciones habidas durante ese período, así como la tendencia que presentan las existencias de esta especie ganadera; misma que se presenta en la figura 35 que sigue.

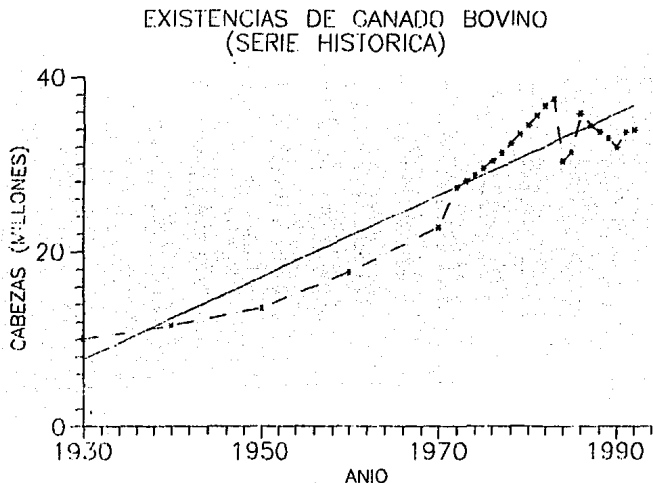


Figura 35. Existencias de ganado bovino de 1930 a 1992. La línea sólida representa la tendencia respectiva.

De la gráfica anterior, se considera que los inventarios de bovinos de 1985 a 1992 son los más representativos de las fluctuaciones contemporaneas en la producción de ganado bovino, como una actividad sujeta a las políticas económicas neoliberales impulsadas por el gobierno mexicano en los

Últimos dos sexenios.

#### Primer escenario.

Bajo el contexto anterior, un primer escenario consiste en suponer que no habrá cambios significativos en la ecología, ni en los métodos y sistemas de producción ganadera, ni en las políticas gubernamentales relacionadas con la economía ganadera a nivel regional o nacional; si estas condiciones se dan en el país, es posible estimar entonces, como primera aproximación, las existencias de ganado bovino para el año 2025; y calcular posteriormente las emisiones de  $CH_4$  para ese año.

Si se parte de la ecuación aplicable a la tasa de crecimiento media anual de las existencias de bovinos, dada por:

$$C = \exp\left[\frac{(\ln A_f - \ln A_i)}{n}\right] - 1 \quad (22)$$

Donde: C es la tasa de crecimiento media anual del número de animales sujeto de la prognosis.  
A<sub>i</sub> es el año inicial del período base.  
A<sub>f</sub> es el año final del período base.  
n es el número de años que abarca el período base.

entonces, al considerar el período base comprendido entre 1985 y 1991 se obtiene una tasa global de crecimiento media anual dada por:  $C = 0.012$ , la cual será aplicada a ambos tipos de ganado, lechero y no lechero.

Así mismo, considerando que los pronósticos en las existencias de ganado se obtienen mediante la ecuación:

$$N' = N(C + 1) \quad (23)$$

donde: N' es el número de animales estimado para el año de pronóstico.  
N es el número de animales del año anterior al año de pronóstico.



se calcula que para el año 2025 se tendrán en existencia 44,310,606 cabezas de bovinos productores de carne, así como 5,661,727 cabezas de bovinos productores de leche, lo cual al sumarse alcanza un total de 49,972,333 cabezas (46.69 % más que en 1992) para ese año en México.

Al aplicarse a las cantidades anteriores los datos y valores exhibidos en las tablas 4 a la 14, y las ecuaciones (8) a la (10), se obtienen las emisiones de metano causadas por la descomposición de desechos del ganado bovino en el año 2025. A continuación se presentan las tablas de emisiones para este primer escenario.

**TABLA 34: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR ESTRATO Y REGION. PRIMER ESCENARIO AL AÑO 2025.**

ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
0-1 AÑOS	4,907	4,336	7,687	1,007	17,938
1-2 AÑOS	4,629	5,573	10,738	1,653	22,593
2-3 AÑOS	4,408	6,571	13,634	2,166	26,779
+ 3 AÑOS	2,906	3,399	5,697	617	12,619
VIENTRES	24,746	26,153	36,671	5,072	92,641
REGIONAL	41,596	46,031	74,426	10,515	172,569

**TABLA 35: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR SISTEMA Y REGION. PRIMER ESCENARIO AL AÑO 2025.**

SISTEMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
INTENSIVO	7,667	7,251	16,108	36	31,062
S-INTENS.	14,232	16,102	37,566	10,028	77,928
EXTENSIVO	19,697	22,678	20,752	451	63,578
REGIONAL	41,596	46,031	74,426	10,515	172,569

**TABLA 36: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y REGION. PRIMER ESCENARIO AL AÑO 2025.**

CLIMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	4,489	3,626	53,299	10,355	71,769
A(C), (A)C	3,795	18,859	16,995	0	39,648
Cf, Cm, Cw	4,723	14,884	2,028	0	21,635
BS1	10,098	5,961	1,690	160	17,910
BSo	5,743	759	383	0	6,885
BW	10,850	1,215	0	0	12,065
Cs	1,898	676	21	0	2,594
ET, EF	0	51	11	0	62
REGIONAL	41,596	46,031	74,426	10,515	172,569

**TABLA 37: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y FUNCION. PRIMER ESCENARIO AL AÑO 2025.**

CLIMAS	CARNE	LECHE	NACIONAL
Af, Am, Aw	65,467	6,302	71,769
A(C), (A)C	29,329	10,319	39,648
Cf, Cm, Cw	13,940	7,695	21,635
BS1	14,176	3,734	17,910
BSo	5,721	1,164	6,885
BW	10,399	1,666	12,065
Cs	2,018	576	2,594
ET, EF	37	25	62
TOTAL	141,088	31,480	172,569

### Otros parámetros en los escenarios.

A fin de establecer dos escenarios hipotéticos diferentes al anterior, es conveniente indicar primero que de los factores que intervienen en el cálculo de las emisiones, expresados en las ecuaciones (8) a la (10), a algunos de ellos no es posible asignar apropiadamente, por el momento, el cambio respectivo para el año 2025, debido a que tales factores no son el resultado de trabajos experimentales en nuestro país; en tal situación se encuentran el Factor de Conversión de Metano (MCF), la Capacidad de Producción Máxima de metano ( $B_0$ ), los Sistemas de Manejo de Desechos (WS%) y los Factores de Ajuste Climático (CAF). Los valores que se asignen a estos parámetros serán iguales a los manejados hasta 1992.

Para los dos escenarios a proponerse, se considerarán cambios en los siguientes factores:

- C tasa de crecimiento.
- N número de animales en función de la tasa de crecimiento y de la redistribución de cabezas debida a posibles cambios climáticos.
- TAM masa promedio por tipo de animal asociada a cada sistema de producción de bovinos.
- D desechos producidos por tipo de animal.
- VS Sólidos Volátiles por Kg de desechos.

En relación a las variables anteriores, se debe notar que la población animal depende de la tasa de crecimiento y de los cambios climáticos, según se desprende de la ecuación (21); la masa del animal depende del tipo de alimentación, lo que a su vez está en función del sistema de producción animal. Así mismo, los sólidos volátiles tienen relación con la cantidad de desechos producidos, los que a su vez dependen de la masa del animal, el alimento consumido y el sistema de producción del hato. Por lo tanto, se deben cuantificar los cambios posibles en la tasa de crecimiento, los cambios climáticos, los cambios en los regímenes alimenticios como función de los cambios climáticos, el interés y la capacidad de desarrollo de

los ganaderos, y los cambios de sistemas de producción bovina.

Para determinar los posibles cambios, debe tomarse como punto de partida el interés de las comunidades sobre la ecología de su entorno y el interés económico de los productores de ganado; lo cual está directamente relacionado con los efectos provenientes de la aplicación del Tratado de Libre Comercio (TLC) entre México, Estados Unidos y Canadá, así como con los posibles efectos en el sector agropecuario de las recientes reformas al Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Dentro del contexto de un segundo escenario, en el cual se vislumbraría un panorama favorable al sector pecuario en México por la aplicación de las prácticas internacionales de libre comercio, y por el incremento de la producción ganadera al llevar a efecto las reformas Constitucionales antes señaladas, los pronósticos globales de cambio en los factores que intervienen en el cálculo de las emisiones de metano, deben cumplir condiciones específicas. En este sentido, la tasa de crecimiento media anual sería mayor a la propuesta para el primer escenario, por lo que el número de animales se incrementaría; la dieta consumida sería de mejor calidad, y entonces la masa promedio por estrato en cada uno de los sistemas de producción sería mayor; así mismo, existirían posibles cambios climáticos debido, entre otras causas, al aumento del CO<sub>2</sub> antropogénico en la atmósfera.

A fin de estimar la tasa de crecimiento para el segundo escenario, se observa en la figura 35 que de 1930 a 1983 hubo, según los datos oficiales, un crecimiento continuo de la población de bovinos en el país, lo cual estaba de acuerdo con las declaraciones oficiales en relación al crecimiento sostenido de la economía nacional a lo largo de ese período. Sin embargo, entre 1983 y 1986 se presentaron variaciones abruptas hasta de -7,148,143 cabezas de 1983 a 1984, y de 3,747,563 cabezas de 1985 a 1986. A partir de entonces y hasta 1990 la población de bovinos fue descendiendo, para volver a

recuperarse un poco en los siguientes dos años. Así entonces, el crecimiento promedio del hato nacional de 1930 a 1992 ha sido bastante bueno, a pesar de las caídas registradas en la década inmediata anterior, como lo demuestra la tendencia expresada por la línea sólida de la misma figura 35. Si se supone que por lo menos esta tendencia favorable se mantendrá sin variaciones importantes hasta el año 2025, entonces, de acuerdo a la ecuación (21), se tendría una tasa de crecimiento media anual de 0.020006, misma que al aplicarse usando la ecuación (22), resultan 58,075,013 cabezas de ganado productor de carne y 7,420,455 cabezas de ganado lechero, lo que da un total de 65,495,468 cabezas de bovinos en el país, mismo que representa un incremento de cabezas de ganado del 92.26 % respecto a 1992.

En cuanto al posible cambio climático, a través del Modelo Termodinámico del Clima (1994)<sup>(35)</sup>, se han estimado las variaciones de temperatura, suponiendo la duplicación del bióxido de carbono en la atmósfera planetaria, que habrán en diversas regiones del hemisferio norte, durante los meses de enero y julio, aproximadamente en el año 2050, con una incertidumbre del orden de  $\pm 40$  años; lo cual indica que dichos cambios podrían empezar a ocurrir desde el año 2010; por lo tanto, dichos pronósticos pueden considerarse válidos para el año 2025.

Al aplicar las predicciones sobre los cambios de temperatura en las regiones norte, centro, sur y sureste del territorio nacional, se obtienen las variaciones aproximadas que sufrirán los diferentes grupos de climas existentes en el país como efecto de las variaciones en esta componente del clima. La tabla 38 muestra los incrementos estimados de temperatura, en °C, para cada región del país, por grupos de climas; para lo cual se tomaron como base las isolíneas que cubren a México, según el Modelo Termodinámico del Clima. Estas estimaciones fueron hechas de modo subjetivo, al trazar las isolíneas y sobreponerlas en un mapa de la República

Mexicana dividido en las cuatro regiones que interesan; debido a ello los datos de esta tabla podrán mejorarse al aplicar métodos automatizados.

TABLA 38: INCREMENTOS APROXIMADOS DE TEMPERATURA SUPERFICIAL EN MEXICO, AL AÑO 2025, DEBIDO A LA DUPLICACION DEL CO <sub>2</sub> ATMOSFERICO. POR REGION Y GRUPOS DE CLIMAS.				
NORTE		CENTRO	SUR	SURESTE
HUMEDOS Y S-HUMEDOS	ARIDOS BS <sub>1</sub> , BS <sub>0</sub> , BW	TODOS LOS CLIMAS		
4.0 °C	6.0 °C	2.8 °C	2.5 °C	2.5 °C

Considerando las temperaturas medias anuales para cada grupo de climas, enseguida se proporcionan los cambios aproximados que estos experimentarían por el aumento de la temperatura, según los datos anteriores.

TABLA 39: CAMBIOS DE CLIMA AL AÑO 2025 EN MEXICO, DEBIDO AL INCREMENTO DE LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL.			
CLIMA ACTUAL	TEMP. ACTUAL	TEMP. FUTURA	CLIMA FUTURO
Af, Am, Aw	26.0	28.5 A 30.0*	Af, Am, Aw **
A(C), (A)C	20.0	22.5 A 24.0*	A(C), (A)C **
Cf, Cm, Cw	15.0	17.5 A 19.0*	Cf, Cm, Cw **
BS <sub>1</sub>	8.5 A 26.0	14.5 A 32.0*	BS <sub>0</sub>
BS <sub>0</sub>	8.5 A 26.0	14.5 A 32.0*	BW
BW	8.5 A 26.0	14.5 A 32.0*	BW
CS	8.5	11.0 A 12.5*	CS **
ET, EF	3.5	-6.0 A 7.5*	ET, EF **

En la tabla 39 que antecede, el asterisco (\*) se refiere a la temperatura máxima alcanzada sólo en la región norte;

para las demás regiones la temperatura asignada es la de la izquierda. El doble asterisco (\*\*) se refiere a que esos climas prevalecerán en las regiones centro, sur y sureste con temperaturas ligeramente mayores, excepto en el norte, donde el clima cambiará hasta casi llegar al siguiente nivel, de acuerdo a la clasificación correspondiente. Así mismo, se observa que las temperaturas asignadas a los climas semiáridos, áridos y muy áridos abarcan todo el intervalo de temperaturas, ya que estos climas están clasificados por humedad. En tales climas al aumentar la temperatura, la evaporación también aumenta, por lo que es muy posible que los climas ahora semiáridos se conviertan en áridos, y los áridos en muy áridos.

Al aplicar las variaciones de clima, consignadas en la tabla 39, a la actual distribución de climas en el país, descrita por los valores de la tabla 14, se obtiene una nueva distribución debido a los cambios climáticos. La distribución climática para ese tiempo se exhibe en la siguiente tabla.

CLIMAS	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	11.77	6.32	69.42	96.92	28.02
A(C), (A)C	7.45	32.85	22.13	0.00	12.74
Cf, Cm, Cw	3.37	28.80	2.93	0.00	6.11
BS1	0.00	23.28	4.47	3.08	3.86
BSo	29.11	2.65	1.00	0.00	18.57
BW	48.29	4.53	0.00	0.00	30.50
Cs	0.00	1.47	0.03	0.00	0.18
ET, EF	0.00	0.11	0.02	0.00	0.02

La distribución de climas expuesta en la tabla anterior

al ser comparada con la tabla 14 (distribución actual de climas) muestra que a nivel nacional, dentro de los climas húmedos y subhúmedos, los cálidos y semicálidos aumentarán en un 3.35 % y 1.28 %, respectivamente; los climas templados y semifríos disminuirán en un 2.53 % y 2.10 %, en el mismo orden; en tanto que los climas fríos y muy fríos permanecerán invariables. Por otro lado, los climas semiáridos pasarán del 21.92 % al 3.86 %, debido a que se transformarán de semiáridos a áridos. Así mismo, los climas áridos aumentarán el 7.94 %, en tanto que los climas muy áridos o desérticos se incrementarán del 20.38 % al 30.50 %; de ahí que los climas áridos y muy áridos pasarán de un 31.01 % a un 49.07 %, lo cual representa prácticamente la mitad del territorio nacional.

Por otro lado, la tabla 40 sirve, además, para determinar el número de animales que habrá en ese año, en cada clima, de cada una de las regiones consideradas, al aplicar la hipótesis de la página 49 de este trabajo, relativa a los porcentajes de ganado de cada Estado asociados a cada uno de los climas que en él existen.

En relación a los posibles cambios en la masa promedio de cada animal, éstos dependerán de la dieta de los animales para ese entonces, los cuales estarán en función, seguramente, de los cambios climáticos, si es que ocurren, y de las variaciones que haya en los sistemas de producción.

Algunas de las características importantes en la producción de bovinos son las siguientes:

1). El destino de la producción de alimentos balanceados de la industria organizada fue en 1970, del 7.0 % y 1.7 % para el ganado lechero y de carne, respectivamente; en tanto que en 1980 fue del 9.3 % y 1.9 %, en el mismo orden; observándose incrementos del 2.3 % y 0.2 % para cada función en ese período.<sup>(13)</sup>



2). La ganadería de bovinos ha estado incrementando en forma continua la superficie ocupada, según se muestra en la tabla 41 que sigue:

TABLA 41: INCREMENTO DE LA SUPERFICIE* OCUPADA POR EL GANADO BOVINO EN MEXICO. POR REGIONES CLIMATICAS Y AÑO.			
CLIMA/REGION	1940	1980	T.C.
ARIDO/NORTE	24080	57726	0.24431 $\tau$
TROPICAL**	8750	12786	0.09947 $\tau$
TEMPLADO/CENTRO	5980	7493	0.05801
NACIONAL	38810	78005	0.19068

\* = Miles de hectáreas.  
 \*\* = Seco y húmedo; regiones sur, sureste, noreste y noroeste.  
 $\tau$  = En el sur y el sureste en la década de los 80's el incremento ha sido mucho mayor, en tanto que en el norte disminuyó dicha tasa.  
 T.C. = Tasa media de crecimiento por década.

En relación a la tabla anterior, es importante resaltar que durante las pasadas dos décadas, los porcentajes de superficie ocupada cambiaron mucho respecto a las otras, ya que en el sur las actividades pecuarias provocaron un aumento del número de hectáreas destinadas al desarrollo de la ganadería. Por ejemplo, en Chiapas se pasó del 16.6 % de su territorio dedicado a la ganadería en 1940, al 49 % en 1976.

La superficie ganadera se ha incrementado en promedio anual 1.11 millones de has. en 1940-1950; 1.08 en 1960-1970; y 1.14 en 1970-1980; que corresponde al mismo ritmo de pérdida de vegetación natural al año.

La expansión de la ganadería de bovinos para mediados de la década anterior, había provocado la desaparición de 14 millones de hectáreas de vegetación en el trópico húmedo y subhúmedo, así como 6 millones en las zonas restantes, lo cual corresponde a una devastación de 20 millones de hectáreas,

misma que equivale aproximadamente al 10 % del territorio nacional. El resto de la superficie ganadera incluye 50 millones de hectáreas en zonas áridas y semiáridas.<sup>(36)</sup> Si se continuara con el mismo ritmo de destrucción de la vegetación natural, entonces para el año 2025 la ganadería habrá provocado la ocupación de 48 millones de hectáreas adicionales a las actuales; alcanzando así las 140 millones de hectáreas, equivalente al 70 % del territorio nacional.

3). En 1985 se realizó un estudio de Diagnóstico Integral de la Ganadería Bovina en el Trópico Mexicano<sup>(36)</sup>, y se observó que en el sur y sureste el 60 % de los ganaderos acostumbra rotar los potreros (pastos no inducidos), y que el 3 % usa fertilizantes.

4). Los índices de agostadero, es decir, la superficie requerida para engordar una cabeza de ganado, varían de una región a otra y de una década a la siguiente, según se muestra en la tabla 42 que sigue.<sup>(13,36)</sup>

TABLA 42: INDICES DE AGOSTADERO (Ha/U.A.) EN MEXICO. POR CLIMA Y AÑO.			
CLIMA/REGION	1960	1970	1980
TROPICAL*	1.38	1.34	1.20
TEMPLADO/CENTRO	1.25	1.17	1.14
ARIDO/NORTE	----	----	7.00
* = Seco y húmedo. Regiones sur, sureste, noreste y noroeste.			

Se observa en la tabla 42 que los índices de agostadero han ido aumentando de una década a otra, es decir, conforme pasa el tiempo, los ganaderos van logrando producir cada vez más cabezas de ganado por hectárea. Es importante señalar que los índices que aparecen en la tabla anterior difieren de los

que proporciona la Comisión Técnica para la determinación de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA), los cuales son mucho más bajos; sin embargo la tendencia que estos presentan es similar a la tendencia de los proporcionados por los investigadores de la Universidad de Chapingo y la UNAM.<sup>(13,36)</sup>

5). La economía ganadera, el TLC y el Artículo 27.<sup>(37-43)</sup>

En cuanto al destino de los productos derivados del ganado bovino en México, se sabe que nuestro país está entre los primeros diez exportadores de ganado en pie en el mundo (en 1991 la ganadería del norte de México exportó la cifra récord de 1,188,000 becerros, equivalente al 76 % de las exportaciones pecuarias). Sin embargo, en cuanto a carne en canal, México ha dejado de exportar carne de res desde 1982, para convertirse en importador. En 1988 las importaciones (sin arancel de protección) ascendieron a 302,520 ton, cuando el promedio de la década fluctuó entre 80 y 100 mil ton; ello da una idea de la crisis de rentabilidad de la ganadería nacional que tuvo lugar entre 1985 y 1989, cuando muchos corrales de engorda tuvieron que cerrar. Por otro lado, los países desarrollados, con un tercio del hato mundial, producen el 75 % de la carne y el 80 % de la leche (FAO, 1989) en el mundo. De lo anterior se deduce que del ciclo de producción ganadera, a México le ha correspondido principalmente la fase de preñez, gestación y parto, así como el cuidado y alimentación de los primeros meses de vida del ganado, y a los países desarrollados la última fase.

Por otro lado, en México la ganadería ejidal ocupa sólo el 20 % de los agostaderos, algunos de los cuales son rentados por los ganaderos; es por ello que las reformas al Artículo 27 Constitucional, se cree, no tendrán un efecto negativo importante sobre el sector pecuario. Por el contrario, con estas reformas los ganaderos ganan seguridad en la tenencia de la tierra, creándose así mejores condiciones para el desarrollo de su actividad. Ante el TLC, los ganaderos que se

integren con una visión de largo plazo tendrán mayores posibilidades de éxito económico dentro del nuevo marco, ya que los aranceles para los bovinos en pie serán eliminados en cinco años, contados a partir de enero de 1994.

En cuanto a la producción de leche, México presentaba en 1991 un déficit del orden de 3500 millones de litros al año, equivalente a la mitad del volumen producido. Globalmente, el sistema intensivo aporta el 54 % de la producción de leche y los sistemas extensivos y semi-intensivos el restante 46 %.

La política gubernamental de mejorar las razas en los hatos mediante la importación de vaquillas ha tenido problemas debido, entre otras causas, a la política de control de precios de la leche pasteurizada, la descapitalización en el campo, la baja de créditos a partir de los años ochenta, la poca demanda de productos de origen pecuario por su encarecimiento, la disminución del ingreso familiar, y la política de permitir la importación de altos volúmenes de leche en polvo descremada destinada a la industria de derivados y leches industrializadas. Si esto último se incrementa con el TLC, entonces el desaliento a la producción primaria crecería al máximo, lo cual llevaría a una destrucción de la capacidad instalada (según la Cámara Nacional de la Industria de Transformación [CANACINTRA], en la industria pasteurizadora en 1989 no se utilizaba el 44 % de la capacidad instalada) y al agotamiento de las fuentes de trabajo en el campo.

Es evidente que los pronósticos en los sectores productores de carne o leche de bovino ante el TLC y las reformas constitucionales en materia agropecuaria, son difíciles de cuantificar, y más aún si se toma en cuenta el problema social que afecta desde el primero de enero de 1994 a la región de Chiapas. El panorama futuro dependerá entonces, en gran medida, de las políticas gubernamentales en este sector de la economía.

### Segundo escenario.

Tomando como referencia las características expuestas en los cinco puntos anteriores, se pueden hacer estimaciones sobre los escenarios futuros. Así entonces, para completar el segundo escenario se podría considerar que:

a). La producción y accesibilidad a alimentos balanceados se incrementa, se intensifique la transformación de potreros con pastos naturales en pastizales inducidos, y se difunda el consumo de suplementos a base de insumos agroindustriales e industriales, logrando con ello una mejor alimentación del ganado.

b). Se logre un mejoramiento genético significativo del ganado.

c). La superficie ocupada por la ganadería no se incrementa, sino que haya un mejoramiento de los pastos y aprovechamiento de forrajes alternativos, a través del uso de prácticas como la fertilización; así como con la rotación de potreros con pastos inducidos, aumentando con ello los índices de agostadero hasta alcanzar los rendimientos óptimos en este renglón.

d). Se logre una dinámica en la economía ganadera que equilibre los mercados interno y externo de la carne, del ganado en pie, y de la leche; estimulando de esa forma el desarrollo de la producción pecuaria.

Si los aspectos considerados en los incisos antes descritos se cumplen para el año 2025, entonces las siguientes hipótesis podrían escenificarse para ese tiempo:

i). La distribución en los porcentajes de cabezas de ganado cambiaría de modo que el ganado mantenido en sistemas intensivos se incrementa en un 30 % respecto a los pequeños porcentajes actuales. Y el ganado de sistemas semi-intensivos se incrementa en un 20 % en relación a los elevados porcentajes actuales. Estos incrementos se darían a costa del decremento en los porcentajes del ganado producido bajo

sistemas extensivos.

ii). La masa promedio del ganado se incrementaría en 5 %, 10 % y 15 % para el ganado bajo los sistemas de producción extensivo, semi-intensivo e intensivo, respectivamente.

Las tablas 4, 5, 6 y 7 exhiben los porcentajes actuales de bovinos productores de carne y leche, así como las masas promedio de cada estrato en las diferentes regiones, en ese orden. Esos datos cambiarían en la proporción que sugieren las dos hipótesis anteriores. Al aplicarse los nuevos datos de inventarios y masas promedio, en combinación con los datos de las tablas 8 a la 14 y la distribución de climas en esa época, dada por la tabla 40, a las ecuaciones (8) a la (10), se obtienen las emisiones de metano en el año 2025. En seguida se proporcionan las tablas de emisiones para ese año, según este segundo escenario.

TABLA 43: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR ESTRATO Y REGION. SEGUNDO ESCENARIO AL AÑO 2025.

ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
0-1 AÑOS	7,107	6,190	12,110	1,707	27,114
1-2 AÑOS	6,478	7,172	16,969	2,821	33,438
2-3 AÑOS	6,022	8,438	21,624	3,673	39,757
+ 3 AÑOS	3,811	4,050	8,486	1,019	17,366
VIENTRES	36,484	37,703	57,482	8,602	140,272
REGIONAL	59,902	63,554	116,670	17,823	257,948.

**TABLA 44: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR SISTEMA Y REGION. SEGUNDO ESCENARIO AL AÑO 2025.**

SISTEMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
INTENSIVO	15,100	14,228	31,562	70	60,961
S-INTENS.	25,325	27,937	64,994	17,350	135,605
EXTENSIVO	19,477	21,388	20,114	403	61,382
REGIONAL	59,902	63,554	116,670	17,823	257,948

**TABLA 45: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y REGION. SEGUNDO ESCENARIO AL AÑO 2025.**

CLIMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	11,757	5,022	83,552	17,551	117,882
A(C), (A)C	7,448	26,118	26,641	0	60,207
Cf, Cm, Cw	3,032	20,614	3,179	0	26,825
BS1	0	8,087	2,648	272	11,007
BSo	14,539	1,052	600	0	16,191
BW	23,126	1,653	0	0	24,779
C(E) ó CS	0	936	32	0	968
ET, EF	0	71	17	0	88
TOTAL	59,902	63,554	116,670	17,823	257,948

**TABLA 46: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y FUNCION. SEGUNDO ESCENARIO AL AÑO 2025.**

CLIMA	CARNE	LECHE	NACIONAL
Af, Am, Aw	107,691	10,191	117,882
A(C), (A)C	44,481	15,726	60,207
Cf, Cm, Cw	15,889	10,936	26,825
BS1	7,447	3,560	11,007
BS0	13,259	2,932	16,191
BW	21,078	3,701	24,779
C(E) ó CS	501	468	968
ET, EF	52	36	88
<b>TOTAL</b>	<b>210,397</b>	<b>47,551</b>	<b>257,948</b>

**Tercer escenario.**

Un tercer escenario sería aquel en el que la producción ganadera careciera de incentivos, debido por ejemplo, al incremento significativo en las importaciones de carne de res, de leche en polvo descremada; a una aguda descapitalización en el sector pecuario, a la disminución de créditos accesibles y al descenso de las exportaciones de becerros en pie; creándose con ello un gran desequilibrio en la economía ganadera.

Algunas consecuencias directas de lo anterior sobre los factores que inciden en la producción pecuaria serían, tal vez:

- a). No habría un aumento importante en la producción de alimentos balanceados, ni en la superficie de pastos inducidos.
- b). El mejoramiento genético del ganado sería mínimo.



c). La rotación de potreros seguiría dándose, pero en pastizales naturales, lo cual crearía una alta dependencia de las estaciones del año en la región correspondiente, y en consecuencia, de los posibles cambios climáticos.

Si lo anterior ocurre, entonces se podría esperar que se cumplan las siguientes hipótesis:

i). La tasa de crecimiento media anual del hato sería menor a la del primer escenario en la misma proporción en que esta fue rebasada por el segundo escenario. Por lo que dicha tasa sería de 0.003352, misma que al aplicarse en el período establecido provocaría que en el año 2025 se tuvieran 33,733,008 cabezas de bovinos productores de carne y 4,310,189 de leche; lo que da un total de 38,043,197 cabezas de ganado bovino en México, lo cual representa un incremento del 11.67 % respecto a 1992.

ii). La distribución de los porcentajes de cabezas cambiarían muy poco, de modo que sólo un 5% se incrementarían los porcentajes en los sistemas intensivo y semi-intensivo, con la consecuente disminución en los sistemas extensivos.

iii). La masa promedio del ganado se incrementaría sólo para los sistemas intensivos y semi-intensivos en 5% y 3%, respectivamente.

iv). La distribución de climas cambiaría, según el Modelo Termodinámico del Clima, de acuerdo a lo expuesto en la tabla 40.

Al obtenerse las tablas de datos correspondientes a las hipótesis anteriores y aplicarse en combinación con los datos de las tablas 8 a la 14, a las ecuaciones (8) a la (10), se obtienen las emisiones de metano para el año en cuestión.

En seguida se exhiben las tablas correspondientes a las emisiones de metano para este tercer escenario.

**TABLA 47: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR ESTRATO Y REGION. TERCER ESCENARIO AL AÑO 2025.**

ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
0-1 AÑOS	3,867	3,365	6,121	824	14,177
1-2 AÑOS	3,620	4,219	8,560	1,355	17,755
2-3 AÑOS	3,425	4,973	10,879	1,773	21,050
+ 3 AÑOS	2,237	2,528	4,474	501	9,741
VIENTRES	19,567	20,345	29,158	4,151	73,221
REGIONAL	32,716	35,430	59,192	8,605	135,944

**TABLA 48: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR SISTEMA Y REGION. TERCER ESCENARIO AL AÑO 2025.**

SISTEMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
INTENSIVO	6,415	6,089	13,520	30	26,054
S-INTENS.	12,052	13,269	30,930	8,257	64,507
EXTENSIVO	14,249	16,073	14,743	318	45,383
REGIONAL	32,716	35,430	59,192	8,605	135,944

**TABLA 49: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y REGION. TERCER ESCENARIO AL AÑO 2025.**

CLIMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	6,409	2,793	42,390	8,474	60,066
A(C), (A)C	4,060	14,528	13,516	0	32,104
Cf, Cm, Cw	1,653	11,466	1,613	0	14,732
BS1	0	4,565	1,344	131	6,041
BS0	7,926	585	305	0	8,815
BW	12,668	933	0	0	13,601
C(E) ó CS	0	521	16	0	537
ET, EF	0	40	9	0	48
<b>TOTAL</b>	<b>32,716</b>	<b>35,430</b>	<b>59,192</b>	<b>8,605</b>	<b>135,944</b>

**TABLA 50: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y FUNCION. TERCER ESCENARIO AL AÑO 2025.**

CLIMA	CARNE	LECHE	NACIONAL
Af, Am, Aw	54,704	5,362	60,066
A(C), (A)C	23,835	8,268	32,104
Cf, Cm, Cw	8,966	5,766	14,732
BS1	4,117	1,924	6,041
BS0	7,384	1,431	8,815
BW	11,787	1,814	13,601
C(E) ó CS	289	248	537
ET, EF	29	19	48
<b>TOTAL</b>	<b>111,112</b>	<b>24,832</b>	<b>135,944</b>

### III.4.1. Comparación de escenarios.

El metano que se emita en el año 2025 dependerá del escenario que se presente en esa época. A continuación se resumen las hipótesis que conforman los tres supuestos escenarios, respecto a los parámetros presentes en 1992.

TABLA 51: HIPOTESIS APLICADAS EN EL DISEÑO DE ESCENARIOS AL AÑO 2025.			
HIPOTESIS	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO
CAMBIO CLIMATICO	NO	SI	SI
ALIMENTOS BALANCEADOS	SIN CAMBIO	INCREMENTO IMPORTANTE	INCREMENTO MINIMO
PASTOS INDUCIDOS	SIN CAMBIO	INCREMENTO IMPORTANTE	SIN CAMBIO
SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS	SIN CAMBIO	INCREMENTO IMPORTANTE	INCREMENTO MINIMO
MEJORAMIENTO GENETICO	NO	INCREMENTO IMPORTANTE	INCREMENTO MINIMO
SUPERFICIE CUBIERTA	SIN CAMBIO	SIN CAMBIO	SIN CAMBIO
ROTACION DE POTREROS	NO	SI	NO
FERTILIZACION	SIN CAMBIO	IMPORTANTE	MINIMA
EXPORTACION	SIN CAMBIO	POSITIVA	NEGATIVA
IMPORTACION DE CARNE Y LECHE	SIN CAMBIO	MINIMA	MAXIMA
CAPITALIZACION	SIN CAMBIO	BUENA	MALA
BOVINOS POR SISTEMA (%)	SIN CAMBIO	INT. +30 % S-INT. +20 %	INT. +5 % S-INT. +5 %
TASA DE CREC. ANUAL DEL HATO	0.011679	0.020006	0.003352
MASA PROMEDIO	SIN CAMBIO	INT. +15 % S-I. +10 % EXT. +5 %	INT. +5 % S-I. +3 % EXT. 0 %
CABEZAS	+46.69 %	+92.26 %	+11.67 %

A partir de los datos de la tabla anterior se estiman las emisiones para cada escenario, las cuales aparecen en las tablas correspondientes. Los incrementos en las emisiones respecto a 1992, en cuanto porcentajes, aparecen en la tabla que sigue.

TABLA 52: INCREMENTOS PORCENTUALES EN LAS EMISIONES DE METANO EN MEXICO RESPECTO A 1992, SEGUN TRES ESCENARIOS HIPOTETICOS PARA EL AÑO 2025.				
CLASIF.	PARAMETRO	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO
ESTRATO	0 A 3 AÑOS	44.05	112.08	13.04
	VIENTRES	42.74	116.13	12.82
SISTEMA DE PRODUCCION DE BOVINOS	INTENSIVO	41.09	176.89	18.34
	S-INTENSIVO	44.15	150.84	19.32
	EXTENSIVO	43.48	38.53	2.42
GRUPOS DE CLIMAS	HUMEDOS	43.32	117.53	13.52
	ARIDOS	43.42	102.25	10.73
FUNCION EN EL HATO	CARNE	46.69	118.75	15.53
	LECHE	30.04	96.43	2.58
REGIONES GEOGRAFICAS	NORTE	44.36	107.90	13.55
	CENTRO	38.60	91.36	6.68
	SUR	45.57	128.20	15.78
	SURESTE	45.29	146.26	18.89
NACIONAL		43.34	114.26	12.92

En la tabla de arriba se nota que los porcentajes son muy parecidos para cada uno de los escenarios al considerarse por separado. Para el segundo escenario, se observa que algunos de los parámetros que aquí se consideran aumentarían su contribución de forma destacada, como es el caso del ganado de sistemas intensivos (177 %) y semi-intensivos (151 %), así

como las regiones sur (128 %) y sureste (146 %). Sin embargo, en términos absolutos los que contribuirían en mayor proporción son: los sistemas semi-intensivos (53 %), los vientres (54 %), la región sur (45 %), y los climas [Af, Am, Aw] (46 %). Los climas áridos contribuirían con el 20 % únicamente, a pesar de que estos cubrirían el 49 % del territorio nacional.

Por otro lado, la distribución porcentual de las emisiones por parámetro presentaría ligeras variaciones, como puede observarse en la tabla que sigue.

TABLA 53: DISTRIBUCION PORCENTUAL EN LAS EMISIONES DE METANO EN MEXICO, PARA 1992 Y TRES ESCENARIOS HIPOTETICOS EN EL AÑO 2025.					
CLASIF.	PARAMETRO	1992	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO
ESTRATO	0-3 AÑOS	46.09	46.32	45.62	46.14
	VIENTRES	53.91	53.68	54.38	53.86
SISTEMA DE PRODUCCION DE BOVINOS	INTENSIVO	18.29	18.00	23.63	19.16
	S-INTENS.	44.91	45.16	52.57	47.45
	EXTENSIVO	36.81	36.84	23.80	33.38
GRUPOS DE CLIMAS	HUMEDOS	78.65	78.64	86.56	79.07
	ARIDOS	21.35	21.36	13.44	20.93
FUNCION EN EL HATO	CARNE	79.89	81.76	81.57	81.73
	LECHE	20.11	18.24	18.43	18.27
REGIONES GEOGRAFICAS	NORTE	23.93	24.10	23.22	24.07
	CENTRO	27.59	26.67	24.64	26.06
	SUR	42.47	43.13	45.23	43.54
	SURESTE	6.01	6.09	6.91	6.33

Nuevamente se nota que, según la tabla anterior, sería en el segundo escenario donde se presentarían diferencias

notables, ya que en los sistemas intensivos, semi-intensivos y extensivos serían éstas del 5 %, 8 % y -13 %, respectivamente. En cuanto las emisiones por grupos de climas, los húmedos aumentarían 8 % y los áridos disminuirían en esa misma proporción. Es decir, lo que dejan de emitir unos lo emiten los otros; con lo que queda de manifiesto que debido a los cambios sugeridos por las diferentes hipótesis, existiría una redistribución de las emisiones de metano en términos de los diferentes parámetros que intervienen en su expresión.

### III.5. Discusión y Conclusiones.

Este trabajo parte de la necesidad presente de calcular las emisiones de metano, actuales y futuras a nivel regional y nacional, causadas por la descomposición de los desechos del ganado bovino en México, habida conciencia de que la información y datos estadísticos requeridos para llevar a cabo esta tarea están dispersos en diferentes publicaciones; además de que en no pocos casos las insuficiencias en la información fueron cubiertas al aplicar diversas hipótesis sobre el comportamiento estadístico de los datos. En este sentido, un problema importante fue el poder estimar la población animal existente en cada uno de los grupos de climas predominantes en las regiones norte, centro, sur, sureste y el total del país; su solución se propuso y se logró al aplicar la siguiente hipótesis:

"Al porcentaje de superficie correspondiente a cada clima en cada Estado, le corresponde igual porcentaje de ganado bovino de la Entidad".

Para demostrar la validez de esta hipótesis, fue necesario analizar la distribución de climas y cabezas de ganado de todos los Estados que componen la República Mexicana, llegando a cubrir 315 municipios del país, considerados como los mayores productores de bovinos en México (apéndice B); y de lo cual se concluye que la hipótesis es válida, con una incertidumbre a nivel nacional de 9.38 % (tablas 24, 25 y 26). Esta desviación puede considerarse moderada en comparación con el alcance de la aplicación práctica de la hipótesis, ya que permite ahorrar el tiempo y los recursos económicos y humanos, necesarios en el diseño y ejecución de estudios y censos agropecuarios a nivel nacional que contemplen el tipo de información requerida.

Los resultados en las emisiones se reportan atendiendo a la función dentro del hato, los sistemas de producción, los estratos, las regiones y los climas, para cada año desde 1982 hasta 1992; obteniéndose que las emisiones van desde 110,183



Ton/Año hasta 132,912 Ton/Año (tabla 17), con una variabilidad anual relacionada directamente con las existencias de ganado. Así mismo, se obtuvo que para el mismo período, en promedio se emitieron 121,592 Ton/año de este gas, de las cuales el 73.79 % corresponden a ganado productor de carne y el restante 26.21 % a ganado lechero. Se reporta también que es el ganado mantenido en sistemas semi-intensivos el que más emite, pues estos alcanzan el 43.38 % del total nacional. Y es el estrato "vientres" quien por sí solo alcanza el 55.29 % de las emisiones totales. Por otro lado, es en los climas calidos y semicálidos [húmedos y subhúmedos], con el 36.13 % de superficie cubierta, donde se emite el 62.67 % de todo el CH<sub>4</sub> que es producido por los desechos de bovinos en México, en tanto que en los climas semiáridos, áridos y muy áridos se emite el 21.28 % de metano, a pesar de que estos climas sumados cubren el 52.93 % (tabla 14) del territorio nacional.

Las incertidumbres en las emisiones, consignadas en la tabla 27, van desde un 1.62 % para animales mayores de tres años en la región sureste, hasta un 13.40 % para el estrato "vientres" de la región sur. A nivel nacional, la incertidumbre en los resultados de las emisiones de CH<sub>4</sub> es de 9.63 %, la cual puede considerarse aceptable, dadas las hipótesis aplicadas en la estimación de los valores de los parámetros que intervienen en el cálculo de las emisiones.

Así mismo, al analizar los resultados de las emisiones por grupos de climas se encontró que existe una relación matemática entre el metano emitido, en kg/Año, por los desechos de cada animal y la temperatura media anual asociada a los climas húmedos y subhúmedos. La tabla 33 y las gráficas de las figuras 33 y 34 constituyeron la base para encontrar la ecuación (20) que establece cómo dependen las emisiones de metano de la temperatura. En torno a este hecho la ecuación obtenida es:

$$C_1T^2 + C_2T + C_3 = CH_4/\text{Cabeza} \quad (20)$$

donde las constantes están dadas por:

$$C_1 = 0.00350664, \quad C_2 = 0.0347046 \quad \text{y} \quad C_3 = -0.247977$$

Al resolver la ecuación (20) utilizando los valores de  $C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$ , se encuentra que para una temperatura de 4.8 °C, las emisiones de metano se anulan, lo que está muy cerca del resultado experimental reportado en 1977 por Stevens y Schulte, quienes encontraron que las emisiones se inhiben a temperaturas menores de 4 °C. La semejanza de ambos resultados es un indicador de la validez tanto de la metodología -en particular de los Factores de Ajuste Climático adoptados, ya que éstos están asociados directamente con la temperatura y humedad característicos de cada clima-, como de las hipótesis establecidas durante el desarrollo de este trabajo. En cuanto a las constantes que intervienen en la ecuación anterior, se observa que  $C_3/C_1 \approx 7C_2/C_1$ . Así mismo, se piensa que dichas constantes deben estar relacionadas de alguna forma con los parámetros que intervienen en el cálculo de las emisiones, así como con las reacciones bioquímicas que suceden al descomponerse los desechos, todo en relación a los climas húmedos y subhúmedos y sus temperaturas. El encontrar el significado funcional de tales constantes es un problema abierto a nuevas líneas de investigación. Del mismo modo, otro problema abierto lo constituye el encontrar una ecuación con las mismas variables, pero para climas áridos. Esto se logrará cuando se efectúe una mayor desagregación de los resultados para dichos climas.

Otro aspecto importante es la gran potencialidad reservada a la aplicación conjunta de la "hipótesis de la relación entre los climas y las existencias de ganado", expresada anteriormente, y la ecuación (20), a aquellos países en vías de desarrollo con características climáticas y de producción pecuaria semejantes a México; ya que de ese modo se podrían estimar, para los climas húmedos y subhúmedos, las emisiones de metano correspondientes a cada país. Así entonces, este método serviría para estimar las emisiones anuales de metano por cabeza, como función de un sólo

parámetro, la temperatura media anual asociada a los climas húmedos o subhúmedos.

Por otro lado, la EPA<sup>(7)</sup> publicó que durante 1988, en México se produjeron 112,401 Ton de metano por desechos del ganado bovino productor de carne, y 31,675 Ton por el ganado lechero, lo que da un total de 144,076 Ton de CH<sub>4</sub>. Para el mismo año, en el presente estudio se calculan 88,337 Ton y 33,433 Ton para ganado de carne y leche, respectivamente; que al sumarse alcanza un total de 121,770 Ton, lo cual representa un 15.48 % menos de las emisiones estimadas por la EPA; a pesar de que en sus estimaciones consideran una población animal menor en un 8.19 % al manejado en este estudio, pero en las que no se realizan ajustes por factores climáticos, lo que provoca que sus estimaciones sean mayores respecto a las que en este trabajo se reportan.

Por lo que concierne a los escenarios para el año 2025, destaca la hipótesis del Cambio Climático Global. Partiendo de los resultados del Modelo Termodinámico del Clima<sup>(35)</sup>, relativos al aumento de la temperatura en el hemisferio norte por efecto de la duplicación del CO<sub>2</sub> en la atmósfera de nuestro planeta; y tomando en consideración las temperaturas medias anuales de los climas en México, representados en la tabla 14, se llega a estimar, como una primera aproximación, el Cambio Climático en México (véase la tabla 40), sólo por el efecto del incremento de la temperatura, para el año 2025. Este Cambio Climático pronostica que el 49.07 % (casi la mitad del territorio nacional), tendrá climas áridos y muy áridos o desérticos, porcentaje 18.06 % mayor que en la actualidad; en tanto que los climas cálidos y semicálidos [húmedos y subhúmedos] aumentarían en sólo un 4.63 % respecto a los de esta época.

En términos generales, en el primer escenario no se consideraron cambios en los climas ni en ninguno de los otros parámetros que intervienen. En el segundo y tercer escenarios sí se incluyen los posibles cambios climáticos antes

expresados. Además, las otras hipótesis en el segundo escenario están relacionadas con un importante y sostenido desarrollo de la producción del ganado bovino en México; mientras que para el tercer escenario se consideran hipótesis contrarias, es decir, una actividad ganadera en recesión. Así mismo, es importante señalar que la superficie destinada al ganado no se incrementaría en caso alguno respecto a la superficie actual.

Los incrementos en las existencias animales para el año 2025 respecto a 1992 serían del 46.69 %, 92.26 % y 11.67 %, para el 1º, 2º y 3er escenarios, respectivamente; en tanto que las emisiones se incrementarían en un 43.34 %, 114.26 % y 12.92 % en el mismo orden.

Si se dieran las condiciones para el segundo escenario, entonces la producción de carne aumentaría casi al doble con la misma superficie destinada a la ganadería, pero también aumentarían en más del doble las emisiones de metano, observándose ligeras variaciones en su distribución porcentual (tabla 53) por parámetro.

En consecuencia, independientemente del escenario que se presente, es recomendable la implementación a corto plazo, de políticas gubernamentales en el sector pecuario tendientes a fomentar el diseño y construcción de digestores, a fin de aprovechar este gas como energético, principalmente en el sur y sureste del país, que es donde más emisiones se originan. Así mismo, sería bueno establecer campañas tendientes a informar a los productores de ganado sobre la conveniencia de dar un manejo adecuado a los desechos de modo que permita su utilización como energético o la oxigenación de los mismos, reduciendo con ello las emisiones de metano a la atmósfera.

Es también de suma importancia evitar desde ahora que se siga devastando la vegetación natural y las tierras de cultivo en aras del crecimiento de la ganadería, ya que este puede darse (tabla 51) sin necesidad de promover el deterioro de los ecosistemas en México.

**APENDICE A**

Este apéndice contiene las tablas de datos de las existencias de ganado bovino productor de carne y ganado lechero, por sistema, estrato y región, para el período 1982-1992.

TABLA A1: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE, POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1982.						
SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NAL.
INTEN- SIVO	0-1	286689	83466	419991	978	791124
	1-2	132170	40780	392337	1079	566367
	2-3	89106	36981	383010	814	509911
	+ 3	37676	12948	60149	104	110876
	VIEN.	463187	109303	837857	1539	1411886
	TOTAL	1008828	283478	2093344	4514	3390164
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	868643	397290	1322095	339098	2927127
	1-2	621923	277150	1282007	310176	2491255
	2-3	383669	235312	1189634	290837	2099452
	+ 3	174228	77343	405908	69632	727109
	VIEN.	1945138	842488	2677442	565213	6030282
	TOTAL	3993601	1829584	6877085	1574956	14275226
EXTEN- SIVO	0-1	1411413	656733	793836	2879	2864861
	1-2	847502	568822	642584	2574	2061481
	2-3	645649	472142	562983	1981	1682755
	+ 3	390287	250540	257115	623	898565
	VIEN.	2780266	1425722	1635258	4348	5845594
	TOTAL	6075116	3373959	3891776	12404	13353256

TABLA A2: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1983.

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NAL.
INTEN- SIVO	0-1	294532	85749	431481	1004	812766
	1-2	135786	41896	403070	1109	581860
	2-3	91543	37993	393488	836	523860
	+ 3	38706	13302	61794	107	113909
	VIEN.	475858	112293	860778	1582	1450510
	TOTAL	1036426	291232	2150610	4638	3482906
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	892406	408159	1358263	348375	3007203
	1-2	638936	284732	1317078	318661	2559407
	2-3	394165	241750	1222178	298793	2156886
	+ 3	178994	79458	417012	71536	747000
	VIEN.	1998350	865535	2750687	580676	6195248
	TOTAL	4102851	1879634	7065217	1618041	14665743
EXTEN- SIVO	0-1	1450024	674699	815553	2958	2943233
	1-2	870686	584382	660162	2644	2117875
	2-3	663311	485058	578384	2035	1728789
	+ 3	400963	257394	264149	640	923147
	VIEN.	2856324	1464724	1679992	4467	6005508
	TOTAL	6241309	3466258	3998241	12744	13718552

TABLA A3: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1984.

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NACIONAL
INTEN- SIVO	0-1	227779	66315	333689	777	628559
	1-2	105011	32400	311717	858	449986
	2-3	70796	29382	304307	646	405131
	+ 3	29934	10287	47789	83	88093
	VIEN.	368008	86843	665689	1223	1121763
	TOTAL	801528	225227	1663191	3587	2693532
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	690149	315653	1050423	269418	2325644
	1-2	494126	220199	1018572	246439	1979337
	2-3	304830	186959	945181	231074	1668044
	+ 3	138426	61450	322499	55323	577698
	VIEN.	1545439	669369	2127265	449070	4791143
	TOTAL	3172971	1453630	5463940	1251325	11341866
EXTEN- SIVO	0-1	1121387	521784	630714	2287	2276172
	1-2	673352	451937	510542	2045	1637875
	2-3	512977	375124	447298	1574	1336972
	+ 3	310088	199058	204282	495	713923
	VIEN.	2208960	1132756	1299235	3454	4644406
	TOTAL	4826764	2680658	3092071	9856	10609348

TABLA A4: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1985.

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NACIONAL
INTEN- SIVO	0-1	236144	68750	345944	805	651644
	1-2	108868	33590	323165	889	466513
	2-3	73396	30461	315483	670	420010
	+ 3	31033	10665	49544	86	91328
	VIEN.	381524	90032	690137	1268	1162961
	TOTAL	830965	233499	1724274	3718	2792456
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	715496	327245	1089001	279313	2411056
	1-2	512274	228287	1055980	255490	2052031
	2-3	316026	193825	979893	239561	1729305
	+ 3	143510	63707	334343	57355	598915
	VIEN.	1602197	693952	2205392	465563	4967103
	TOTAL	3289503	1507016	5664610	1297281	11758410
EXTEN- SIVO	0-1	1162571	540947	653878	2371	2359767
	1-2	698082	468535	529292	2120	1698028
	2-3	531817	388901	463725	1632	1386074
	+ 3	321477	206368	211784	513	740142
	VIEN.	2290087	1174358	1346951	3581	4814977
	TOTAL	5004033	2779108	3205630	10217	10998989



**TABLA A5: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1986.**

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NACIONAL
INTEN- SIVO	0-1	266248	77514	390045	908	734715
	1-2	122746	37872	364363	1002	525984
	2-3	82752	34344	355701	756	473553
	+ 3	34989	12024	55860	97	102970
	VIEN.	430161	101510	778116	1430	1311216
	TOTAL	936896	263265	1944085	4192	3148439
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	806708	368963	1227828	314920	2718418
	1-2	577579	257389	1190597	288060	2313624
	2-3	356313	218534	1104811	270100	1949758
	+ 3	161805	71828	376966	64667	675265
	VIEN.	1806446	782417	2486536	524913	5600312
	TOTAL	3708850	1699131	6386737	1462659	13257376
EXTEN- SIVO	0-1	1310776	609907	737234	2674	2660591
	1-2	787073	528264	596766	2390	1914493
	2-3	599613	438478	522841	1840	1562771
	+ 3	362459	232676	238783	579	834496
	VIEN.	2582028	1324065	1518661	4038	5428792
	TOTAL	5641949	3133390	3614285	11520	12401145

**TABLA A6: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1987.**

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NACIONAL
INTEN- SIVO	0-1	262545	76436	384621	895	724498
	1-2	121040	37346	359296	989	518669
	2-3	81601	33867	350754	745	466968
	+ 3	34503	11857	55083	95	101539
	VIEN.	424179	100098	767295	1410	1292982
	TOTAL	923868	259604	1917050	4134	3104655
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	795489	363832	1210753	310540	2680614
	1-2	569546	253809	1174040	284054	2281450
	2-3	351358	215495	1089447	266344	1922643
	+ 3	159555	70829	371723	63767	665874
	VIEN.	1781325	771536	2451957	517613	5522431
	TOTAL	3657273	1675502	6297920	1442319	13073013
EXTEN- SIVO	0-1	1292548	601425	726982	2636	2623592
	1-2	776128	520917	588467	2357	1887870
	2-3	591274	432380	515570	1814	1541039
	+ 3	357418	229441	235462	570	822891
	VIEN.	2546121	1305652	1497542	3982	5353297
	TOTAL	5563489	3089815	3564023	11360	12228688

**TABLA A7: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1988.**

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NACIONAL
INTEN- SIVO	0-1	256418	74653	375644	875	707589
	1-2	118215	36474	350910	965	506564
	2-3	79697	33076	342568	728	456069
	+ 3	33697	11581	53798	93	99169
	VIEN.	414279	97762	749388	1377	1262805
	TOTAL	902306	253545	1872308	4038	3032197
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	776923	355341	1182495	303293	2618052
	1-2	556254	247886	1146640	277425	2228204
	2-3	343157	210466	1064020	260128	1877771
	+ 3	155831	69176	363048	62279	650334
	VIEN.	1739751	753530	2394731	505533	5393545
	TOTAL	3571917	1636398	6150935	1408657	12767907
EXTEN- SIVO	0-1	1262382	587389	710015	2575	2562361
	1-2	758014	508760	574733	2302	1843809
	2-3	577475	422289	503538	1772	1505073
	+ 3	349076	224086	229967	557	803686
	VIEN.	2486698	1275180	1462591	3889	5228358
	TOTAL	5433645	3017703	3480844	11095	11943287

**TABLA A8: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION, 1989.**

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NAL.
SIST. INTEN- SIVO	0-1	248318	72295	363779	847	685239
	1-2	114481	35322	339826	935	490564
	2-3	77180	32031	331748	705	441664
	+ 3	32633	11215	52098	90	96036
	VIEN.	401193	94674	725717	1333	1222918
	TOTAL	873805	245537	1813169	3910	2936420
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	752383	344117	1145145	293713	2535357
	1-2	538684	240056	1110421	268662	2157823
	2-3	332318	203818	1030412	251911	1818459
	+ 3	150909	66991	351580	60312	629792
	VIEN.	1684799	729729	2319090	489565	5223182
	TOTAL	3459093	1584710	5956648	1364162	12364614
EXTEN- SIVO	0-1	1222507	568835	687589	2494	2481425
	1-2	734071	492690	556580	2229	1785570
	2-3	559234	408950	487633	1716	1457533
	+ 3	338050	217008	222703	540	778300
	VIEN.	2408152	1234901	1416393	3766	5063213
	TOTAL	5262016	2922385	3370896	10744	11566041

TABLA A9: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1990.

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NAL.
INTEN- SIVO	0-1	234654	68316	343761	800	647531
	1-2	108181	33378	321126	884	463568
	2-3	72933	30269	313492	666	417359
	+ 3	30837	10598	49231	85	90752
	VIEN.	379116	89464	685782	1260	1155622
	TOTAL	825720	232025	1713391	3695	2774831
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	710980	325180	1082128	277550	2395838
	1-2	509040	226846	1049316	253877	2039079
	2-3	314031	192602	973709	238049	1718391
	+ 3	142604	63305	332233	56993	595135
	VIEN.	1592085	689572	2191472	462624	4935754
	TOTAL	3268741	1497504	5628858	1289094	11684197
EXTEN- SIVO	0-1	1155234	537533	649751	2356	2344874
	1-2	693676	465577	525951	2107	1687311
	2-3	528460	386446	460798	1621	1377326
	+ 3	319448	205066	210448	510	735471
	VIEN.	2275633	1166946	1338450	3559	4784588
	TOTAL	4972450	2761568	3185398	10153	10929570

**TABLA A10: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1991.**

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NAL.
INTEN- SIVO	0-1	272329	79285	398953	929	751496
	1-2	125550	38737	372684	1025	537997
	2-3	84642	35129	363825	773	484368
	+ 3	35788	12299	57136	99	105322
	VIEN.	439985	103828	795888	1462	1341163
	TOTAL	958294	269278	1988486	4288	3220346
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	825132	377390	1255870	322112	2780504
	1-2	590770	263267	1217789	294639	2366465
	2-3	364450	223525	1130043	276269	1994288
	+ 3	165500	73468	385575	66144	690687
	VIEN.	1847704	800287	2543326	536901	5728217
	TOTAL	3793556	1737937	6532603	1496065	13560161
EXTEN- SIVO	0-1	1340713	623837	754072	2735	2721357
	1-2	805049	540329	610396	2445	1958218
	2-3	613307	448492	534782	1882	1598463
	+ 3	370737	237990	244236	592	853555
	VIEN.	2640999	1354305	1553346	4130	5552780
	TOTAL	5770805	3204953	3696832	11783	12684374

TABLA A11: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1992.

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NAL.
INTEN- SIVO	0-1	279184	81280	408995	952	770412
	1-2	128710	39712	382065	1051	551539
	2-3	86773	36013	372983	792	496561
	+ 3	36689	12609	58574	101	107973
	VIEN.	451060	106442	815921	1499	1374922
	TOTAL	982416	276056	2038539	4396	3301406
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	845902	386889	1287482	330220	2850493
	1-2	605640	269894	1248442	302055	2426032
	2-3	373624	229152	1158488	283223	2044487
	+ 3	169666	75318	395280	67809	708073
	VIEN.	1894213	820431	2607344	550416	5872403
	TOTAL	3889045	1781683	6697037	1533723	13901487
EXTEN- SIVO	0-1	1374460	639539	773053	2804	2789857
	1-2	825313	553929	625760	2506	2007509
	2-3	628745	459781	548243	1929	1638699
	+ 3	380069	243981	250384	607	875040
	VIEN.	2707476	1388395	1592445	4234	5692551
	TOTAL	5916064	3285626	3789886	12080	13003655

TABLA A12: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1982.

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NAL.
INTEN- SIVO	0-1	142830	169961	34796	0	347586
	1-2	39679	55081	4987	0	99746
	2-3	39679	55081	4987	0	99746
	+ 3	7388	11105	8122	0	26615
	VIEN.	361148	459558	85747	0	906453
	TOTAL	590724	750785	138638	0	1480147
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	86076	336240	73148	18926	514390
	1-2	21685	140448	19867	3734	185734
	2-3	21685	140448	19867	3734	185734
	+ 3	6506	35694	5558	1310	49067
	VIEN.	151435	740667	141269	30702	1064074
	TOTAL	287386	1393497	259709	58407	1998999
EXTEN- SIVO	0-1	65800	317923	57094	13477	454295
	1-2	46018	252418	40223	7291	345950
	2-3	52880	284360	55695	13553	406488
	+ 3	26727	124177	35329	6262	192496
	VIEN.	144450	649738	115187	27679	937054
	TOTAL	335875	1628616	303529	68262	2336283



TABLA A13: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1983.

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NAL.
INTEN- SIVO	0-1	138896	165280	33837	0	338014
	1-2	38586	53564	4849	0	96999
	2-3	38586	53564	4849	0	96999
	+ 3	7185	10799	7898	0	25882
	VIEN.	351202	446902	83386	0	881489
	TOTAL	574455	730109	134820	0	1439384
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	83705	326980	71133	18405	500224
	1-2	21088	136580	19320	3631	180619
	2-3	21088	136580	19320	3631	180619
	+ 3	6326	34711	5405	1274	47716
	VIEN.	147264	720270	137379	29857	1034769
	TOTAL	279471	1355120	252557	56799	1943947
EXTEN- SIVO	0-1	63988	309168	55522	13106	441784
	1-2	44751	245467	39116	7090	336423
	2-3	51424	276529	54161	13180	395294
	+ 3	25991	120758	34356	6090	187194
	VIEN.	140472	631844	112015	26917	911248
	TOTAL	326625	1583765	295170	66382	2271942

TABLA A14: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1984.

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NAL.
INTEN- SIVO	0-1	140721	167452	34282	0	342456
	1-2	39093	54268	4913	0	98274
	2-3	39093	54268	4913	0	98274
	+ 3	7279	10941	8002	0	26222
	VIEN.	355817	452774	84482	0	893072
	TOTAL	582004	739702	136592	0	1458298
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	84805	331277	72068	18647	506797
	1-2	21365	138374	19574	3679	182992
	2-3	21365	138374	19574	3679	182992
	+ 3	6410	35167	5476	1291	48343
	VIEN.	149199	729734	139184	30249	1048366
	TOTAL	283143	1372926	255876	57545	1969491
EXTEN- SIVO	0-1	63988	309168	55522	13106	441784
	1-2	44751	245467	39116	7090	336423
	2-3	51424	276529	54161	13180	395294
	+ 3	25991	120758	34356	6090	187194
	VIEN.	140472	631844	112015	26917	911248
	TOTAL	326625	1583765	295170	66382	2271942

TABLA A15: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1985.

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NAL.
INTEN- SIVO	0-1	145872	173582	35537	0	354991
	1-2	40524	56254	5093	0	101871
	2-3	40524	56254	5093	0	101871
	+ 3	7545	11341	8295	0	27182
	VIEN.	368841	469347	87574	0	925762
	TOTAL	603307	766778	141592	0	1511677
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	87909	343403	74706	19329	525347
	1-2	22147	143439	20291	3814	189691
	2-3	22147	143439	20291	3814	189691
	+ 3	6644	36454	5676	1338	50112
	VIEN.	154660	756445	144278	31356	1086740
	TOTAL	293508	1423180	265242	59651	2041581
EXTEN- SIVO	0-1	67202	324695	58310	13764	463972
	1-2	46998	257795	41080	7446	353320
	2-3	54006	290417	56881	13842	415147
	+ 3	27296	126823	36082	6396	196596
	VIEN.	147527	663578	117641	28269	957015
	TOTAL	343030	1663309	309995	69716	2386050

TABLA A16: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1986.

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NAL.
INTEN- SIVO	0-1	157918	173582	35537	0	367037
	1-2	43871	56254	5093	0	105218
	2-3	43871	56254	5093	0	105218
	+ 3	8168	11341	8295	0	27805
	VIEN.	399299	469347	87574	0	956220
	TOTAL	653127	766778	141592	0	1561496
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	95169	371760	80875	20926	568729
	1-2	23976	155284	21966	4129	205355
	2-3	23976	155284	21966	4129	205355
	+ 3	7193	39464	6145	1449	54251
	VIEN.	167432	818911	156193	33946	1176481
	TOTAL	317745	1540704	287145	64577	2210171
EXTEN- SIVO	0-1	72751	351508	63126	14901	502286
	1-2	50879	279083	44473	8061	382496
	2-3	58466	314399	61579	14985	449429
	+ 3	29550	137295	39061	6924	212831
	VIEN.	159709	718375	127356	30603	1036043
	TOTAL	371357	1800662	335594	75473	2583085

**TABLA A17: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1987.**

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NAL.
INTEN- SIVO	0-1	151270	180004	36852	0	368125
	1-2	42024	58335	5281	0	105640
	2-3	42024	58335	5281	0	105640
	+ 3	7825	11761	8602	0	28187
	VIEN.	382488	486713	90814	0	960015
	TOTAL	625629	795149	146830	0	1567609
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	91162	343403	74706	19329	528600
	1-2	22147	143439	20291	3814	189691
	2-3	22147	143439	20291	3814	189691
	+ 3	6644	36454	5676	1338	50112
	VIEN.	154660	756445	144278	31356	1086740
	TOTAL	296760	1423180	265242	59651	2044834
EXTEN- SIVO	0-1	69688	336709	60468	14274	481139
	1-2	48737	267334	42600	7721	366393
	2-3	56005	301163	58986	14354	430508
	+ 3	28306	131515	37417	6632	203870
	VIEN.	152985	688131	121994	29314	992424
	TOTAL	355722	1724851	321465	72296	2474334

**TABLA A18: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1988.**

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NAL.
INTEN- SIVO	0-1	147679	175731	35977	0	359387
	1-2	41026	56951	5156	0	103133
	2-3	41026	56951	5156	0	103133
	+ 3	7639	11482	8398	0	27518
	VIEN.	373409	475159	88658	0	937226
	TOTAL	610778	776273	143345	0	1530397
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	88998	347655	75631	19569	531853
	1-2	22421	145216	20542	3861	192040
	2-3	22421	145216	20542	3861	192040
	+ 3	6726	36906	5746	1355	50733
	VIEN.	156576	765812	146065	31745	1100198
	TOTAL	297142	1440805	268526	60390	2066863
EXTEN- SIVO	0-1	68034	328716	59032	13935	469718
	1-2	47580	260988	41589	7538	357695
	2-3	54675	294014	57586	14013	420288
	+ 3	27634	128393	36528	6475	199031
	VIEN.	149354	671796	119098	28619	968866
	TOTAL	347278	1683906	313834	70580	2415597

**TABLA A19: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE,  
 POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1989.**

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NAL.
INTEN- SIVO	0-1	152305	181236	37104	0	370645
	1-2	42311	58735	5317	0	106363
	2-3	42311	58735	5317	0	106363
	+ 3	7878	11841	8661	0	28380
	VIEN.	385106	490044	91436	0	966586
	TOTAL	629911	800591	147835	0	1578338
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	91786	358546	78000	20182	548514
	1-2	23123	149765	21185	3982	198056
	2-3	23123	149765	21185	3982	198056
	+ 3	6937	38062	5926	1397	52322
	VIEN.	161481	789802	150641	32739	1134663
	TOTAL	306451	1485939	276938	62282	2131610
EXTEN- SIVO	0-1	70165	339014	60882	14371	484432
	1-2	49071	269163	42892	7774	368900
	2-3	56388	303224	59390	14452	433454
	+ 3	28500	132415	37673	6678	205266
	VIEN.	154032	692840	122829	29515	999217
	TOTAL	358157	1736657	323665	72791	2491269

**TABLA A20: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1990.**

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NAL.
INTEN- SIVO	0-1	163713	194811	39883	0	398407
	1-2	45480	63134	5716	0	114330
	2-3	45480	63134	5716	0	114330
	+ 3	8468	12728	9310	0	30506
	VIEN.	413951	526750	98284	0	1038985
	TOTAL	677093	860557	158909	0	1696559
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	98661	385402	83843	21693	589599
	1-2	24855	160982	22772	4280	212890
	2-3	24855	160982	22772	4280	212890
	+ 3	7457	40913	6370	1502	56241
	VIEN.	173576	848960	161924	35191	1219652
	TOTAL	329404	1597240	297681	66947	2291272
EXTEN- SIVO	0-1	75421	364407	65442	15448	520717
	1-2	52746	289324	46104	8356	396532
	2-3	60612	325936	63838	15535	465921
	+ 3	30635	142333	40495	7178	220640
	VIEN.	165570	744736	132029	31726	1074060
	TOTAL	384984	1866736	347908	78243	2677871



**TABLA A21: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1991.**

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NAL.
INTEN- SIVO	0-1	105392	125412	25675	0	256479
	1-2	29279	40643	3680	0	73601
	2-3	29279	40643	3680	0	73601
	+ 3	5451	8194	5993	0	19639
	VIEN.	266486	339101	63272	0	668858
	TOTAL	435886	553993	102299	0	1092179
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	63514	248107	53975	13965	379561
	1-2	16001	103634	14660	2755	137051
	2-3	16001	103634	14660	2755	137051
	+ 3	4800	26338	4101	967	36206
	VIEN.	111741	546528	104240	22655	785164
	TOTAL	212058	1028241	191636	43098	1475032
EXTEN- SIVO	0-1	48553	234591	42129	9945	335218
	1-2	33956	186256	29680	5380	255272
	2-3	39019	209825	41096	10001	299942
	+ 3	19721	91629	26069	4621	142040
	VIEN.	106587	479432	84995	20424	691438
	TOTAL	247837	1201732	223970	50370	1723909

TABLA A22: INVENTARIO DE BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE,  
POR SISTEMA, ESTRATO Y REGION. 1992.

SIST.	ESTR.	NORTE	CENTRO	SUR	S-E	NAL.
INTEN- SIVO	0-1	106930	127242	26050	0	260222
	1-2	29706	41236	3733	0	74676
	2-3	29706	41236	3733	0	74676
	+ 3	5531	8313	6081	0	19925
	VIEN.	270375	344050	64195	0	678620
	TOTAL	442248	562078	103792	0	1108118
SEMI- INTEN- SIVO	0-1	64441	251728	54762	14169	385100
	1-2	16234	105147	14874	2796	139051
	2-3	16234	105147	14874	2796	139051
	+ 3	4870	26722	4161	981	36734
	VIEN.	113372	554504	105762	22985	796623
	TOTAL	215153	1043247	194432	43727	1496559
EXTEN- SIVO	0-1	49262	238014	42744	10090	340110
	1-2	34452	188974	30113	5458	258997
	2-3	39589	212887	41696	10147	304319
	+ 3	20009	92966	26449	4688	144113
	VIEN.	108143	486429	86236	20722	701529
	TOTAL	251454	1219270	227238	51105	1749068

APENDICE B

En este apéndice se presentan las existencias de ganado por clima, en cada Estado (agrupados por región geográfica) y algunos de sus municipios, así como los porcentajes respectivos.

TABLA B1: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN AGUASCALIENTES					
GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	CW	5.0	3,106	4.8	-0.2
	BS1	95.0	60,958	95.2	0.2
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	CALVILLO	25,885	BS1	88.0	22,779
			CW	12.0	3,106
	JESUS MARIA	15,848	BS1	100.0	15,848
	S.J. DE GRA.	11,495	BS1	100.0	11,495
	R. DE ROMOS	10,836	BS1	100.0	10,836
TOTAL		64,064			

TABLA B2: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN B.C.N.					
GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	Cw	6.9	4,995	4.2	-2.7
	BSo	16.5	33,605	28.5	12.0
	BW	76.6	79,244	67.2	-9.4
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	ENSENADA	63,110	Cw	6.0	3,787
			BSo	12.0	7,573
			BW	82.0	51,750
	MEXICALI	30,213	BSo	9.0	2,719
			BW	91.0	27,494
	TECATE	8,059	BSo	85.0	6,850
			CW	15.0	1,209
TIJUANA	16,462	BSo	100.0	16,462	
TOTAL		117,844			

**TABLA B3: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN B.C.S.**

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	BSO	9.8	12,290	9.0	-0.8
	BW	83.7	117,878	86.5	2.8
	Cw	2.2	6,053	4.4	2.3
	BS1	4.3	0	0.0	-4.3
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	COMONDU	42,622	BW	96.0	40,917
			BSO	4.0	1,705
	LA PAZ	25,054	BSO	9.0	2,255
			BW	85.0	21,296
			Cw	6.0	1,503
	MULEGE	24,440	BW	96.0	23,462
			BSO	4.0	978
	SAN ANTONIO (LA PAZ)	22,959	BSO	9.0	2,066
			BW	85.0	19,515
			Cw	6.0	1,378
	S.J. CABO (LOS CABOS)	21,145	BW	60.0	12,687
			BSO	25.0	5,286
			Cw	15.0	3,172
TOTAL		136,220			

**TABLA B4: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN COAHUILA**

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	CW	2.1	0	0.0	-2.1
	BS1	14.0	42,113	12.7	-1.3
	BS0	41.2	230,315	69.4	28.2
	BW	42.7	59,549	17.9	-24.7
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	MUZQUIZ	62,278	BS1	40.0	24,911
			BS0	60.0	37,367
	OCAMPO	54,456	BS0	50.0	27,228
			BW	50.0	27,228
	ZARAGOZA	52,355	BS0	100.0	52,355
	ACUÑA	40,815	BS0	70.0	28,571
			BW	30.0	12,245
	GUERRERO	23,398	BS0	100.0	23,398
	PROGRESO	22,215	BS0	100.0	22,215
	RAMOS ARISPE	22,430	BW	80.0	17,944
			BS0	20.0	4,486
	S. BUENAVENT.	32,710	BS0	80.0	26,168
			BS1	20.0	6,542
	SALTILLO	21,320	BS0	40.0	8,528
			BS1	50.0	10,660
			BW	10.0	2,132
	<b>TOTAL</b>		<b>331,977</b>		

**TABLA B5: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN CHIHUAHUA**

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	BW	40.0	147,280	20.8	-19.2
	BS1	15.0	241,210	34.1	19.1
	BS0	16.2	132,472	18.7	2.5
	Cs	10.9	62,357	8.8	-2.1
	Cw	14.0	101,053	14.3	0.3
	(A)C, A(C)	3.9	23,973	3.4	-0.5
	MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)
CHIHUAHUA	85,347	BW	21.0	17,923	
		BS0	38.0	32,432	
		BS1	32.0	27,311	
		Cs	9.0	7,681	
CUAUHTEMOC	60,915	BS1	88.0	53,605	
		Cs	12.0	7,310	
GPE. Y CALVO	59,542	Cw	82.0	48,824	
		(A)C	18.0	10,718	
NAMIQUIPA	60,182	BS1	94.0	56,571	
		Cs	6.0	3,611	
CAMARGO	52,948	BW	91.0	48,183	
		BS0	9.0	4,765	
MADERA	47,342	A(C)	28.0	13,256	
		BS1	39.0	18,463	
		Cw	33.0	15,623	
JANOS	44,589	BS0	60.0	26,753	
		BW	40.0	17,836	
SATEVO	89,808	BS0	40.0	35,923	
		BS1	33.0	29,637	
		BW	27.0	24,248	
RIVA PALACIO	39,892	BS1	80.0	31,914	
		BS0	20.0	7,978	

## CONTINUA TABLA B5: ... CHIHUAHUA

MUNI- CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMAS	AREA (%)	CABEZAS
	CASAS GRANDES	40,803	BSo	44.0	17,953
			BS1	31.0	12,649
			BW	25.0	10,201
	GUERRERO	38,599	Cs	45.0	17,370
			Cw	55.0	21,229
	BALLEZA	43,933	Cs	55.0	24,163
			Cw	35.0	15,377
			BS1	10.0	4,393
	BUENAVENTURA	44,446	BW	65.0	28,890
			BS1	15.0	6,667
			Cs	5.0	2,222
			BSo	15.0	6,667
TOTAL		708,346			

**TABLA B6: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN DURANGO**

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %	
	Aw	4.0	22,953	3.6	-0.4	
	(A)C	8.0	35,031	5.5	-2.5	
	BS1	39.0	316,730	49.4	10.4	
	BW	14.0	0	0.0	-14.0	
	Cw	24.0	207,736	32.4	8.4	
	Cs	11.0	58,998	9.2	-1.8	
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	
	DURANGO	119,677	Cw	50.0	59,839	
			BS1	25.0	29,919	
			Cs	22.0	26,329	
			(A)C	3.0	3,590	
	ORO, EL	83,250	BS1	100.0	83,250	
	CANATLAN	79,657	Cw	38.0	30,270	
			BS1	33.0	26,287	
			Cs	29.0	23,101	
	SANTIAGO PAP.	64,699	Cw	100.0	64,699	
	S.J. DEL RIO	43,040	BS1	100.0	43,040	
	GUANACEVI	39,035	Cw	100.0	39,035	
	HIDALGO	41,508	BS1	100.0	41,508	
	RODEO	36,289	BS1	100.0	36,289	
			BS1	67.0	24,156	
			Cs	8.0	2,884	
	OCAMPO	36,053	Cw	25.0	9,013	
			(A)C	60.0	20,052	
			Aw	20.0	6,684	
	PUEBLO NUEVO	33,420	Cs	20.0	6,684	
			BS1	100.0	32,281	
			Aw	50.0	16,269	
	TAMAZULA	32,538	(A)C	35.0	11,388	
			Cw	15.0	4,881	
			Cw	15.0	4,881	
	TOTAL		641,447			



TABLA B7: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN NAYARIT

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	‡	DIF. ‡	
	Am, Aw	65.0	264,277	81.1	16.1	
	A(C)	33.0	52,095	16.0	-17.0	
	Cw	1.0	9,316	2.9	1.9	
	BS1	1.0	0	0.0	-1.0	
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	
	COMPOSTELA	61,943	A(C)	15.0	9,291	
			Aw	85.0	52,652	
	S. IXCUINTLA	44,250	Aw	100.0	44,250	
	TECUALA	36,779	Aw	100.0	36,779	
	ACAPONETA	25,001	Aw	90.0	22,501	
			A(C)	10.0	2,500	
	TEPIC	29,432	A(C)	30.0	8,830	
			Aw	70.0	20,602	
	LA YESCA	26,616	Aw	5.0	1,331	
			A(C)	60.0	15,970	
			Cw	35.0	9,316	
	ROSAMORADA	26,054	Aw	97.0	25,272	
			Am	3.0	782	
	S.MA. DEL ORO	22,340	Aw	45.0	10,053	
			A(C)	55.0	12,287	
	RUIZ	18,360	Aw	70.0	12,852	
			Am	30.0	5,508	
	AMATLAN DE C.	17,872	Aw	82.0	14,655	
			A(C)	18.0	3,217	
	SAN BLAS	17,040	Aw	100.0	17,040	
	TOTAL		325,687			

TABLA B8: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN NUEVO LEON

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %	
	Aw	14.0	13,080	4.4	-9.6	
	BS1	60.0	183,197	61.3	1.3	
	BSo	22.0	102,752	34.4	12.4	
	BW	4.0	0	0.0	-4.0	
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	
	CHINA	43,714	BS1	75.0	32,786	
			BSo	25.0	10,929	
	GENERAL TERAN	35,350	BS1	95.0	33,583	
			BSo	5.0	1,768	
	ANAHUAC	35,067	BSo	100.0	35,067	
	LAMPAZOS N.	32,413	BS1	35.0	11,345	
			BSo	65.0	21,068	
	VALESILLO	30,736	BS1	50.0	15,368	
			BSo	50.0	15,368	
	LINARES	26,249	BS1	60.0	15,749	
			Aw	40.0	10,500	
	GALEANA	25,802	BS1	90.0	23,222	
			Aw	10.0	2,580	
	LOS RAMONES	25,000	BS1	70.0	17,500	
			BSo	30.0	7,500	
	AGUALEGUAS	22,105	BS1	50.0	11,053	
			BSo	50.0	11,053	
	SABINAS HGO.	22,593	BS1	100.0	22,593	
	TOTAL		299,029			

TABLA B9: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN S.L.P.

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %	
	Af, Am, Aw	22.5	104,119	44.1	21.6	
	A(C), (A)C	1.7	15,993	6.8	5.1	
	BS1	51.2	101,127	42.9	-8.3	
	BSo	24.6	14,652	6.2	-18.4	
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	
	CIUDAD VALLES	43,901	Aw	100.0	43,901	
	RIO VERDE	30,320	BS1	90.0	27,288	
			Aw	5.0	1,516	
			A(C)	5.0	1,516	
	CD. DEL MAIZ	23,891	Aw	100.0	23,891	
	S.MA. DEL RIO	22,841	BS1	95.0	21,699	
			BSo	5.0	1,142	
	GUADALCÁZAR	22,786	BS1	100.0	22,786	
	S. CIRO DE A.	20,681	A(C)	70.0	14,477	
			BS1	30.0	6,204	
	S. L. POTOSI	19,688	BSo	60.0	11,813	
			BS1	40.0	7,875	
	AQUISMON	18,277	Aw	100.0	18,277	
	S.M. CHALCHIC.	16,534	Aw	100.0	16,534	
	SANTO DOMINGO	16,972	BS1	90.0	15,275	
			BSo	10.0	1,697	
	TOTAL		235,891			

TABLA BIO: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN SINALOA

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	Aw	21.5	137,181	23.6	2.1
	A(C)	28.9	204,055	35.2	6.3
	BS1	25.5	137,969	23.8	-1.7
	BSo	9.7	72,294	12.5	2.8
	BW	14.4	28,652	4.9	-9.5
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	CULIACAN	115,908	A(C)	10.0	11,591
			Aw	35.0	40,568
			BS1	25.0	28,977
			BSo	15.0	17,386
			BW	15.0	17,386
	SINALOA	79,240	A(C)	22.0	17,433
			Aw	33.0	26,149
			BS1	25.0	19,810
			BSo	15.0	11,886
			BW	5.0	3,962
	BADIRAGUATO	66,057	A(C)	90.0	59,451
			Aw	10.0	6,606
	MAZATLAN	62,043	BS1	35.0	21,715
			BSo	10.0	6,204
			A(C)	30.0	18,613
			Aw	25.0	15,511
	CHOIX	57,930	A(C)	80.0	46,344
			Aw	10.0	5,793
			BS1	10.0	5,793
	SAN IGNACIO	55,274	A(C)	35.0	19,346
			Aw	30.0	16,582
			BS1	25.0	13,819
			BSo	10.0	5,527
	EL FUERTE	48,695	BS1	40.0	19,478

## CONTINUA TABLA B10: ...SINALOA.

MUNI- CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMAS	AREA (%)	CABEZAS
	EL FUERTE	48,695	BSo	45.0	21,913
			BW	15.0	7,304
	ROSARIO	48,119	A(C)	65.0	31,277
			Aw	15.0	7,218
			BS1	20.0	9,624
	MOCORITO	46,885	Aw	40.0	18,754
			BS1	40.0	18,754
			BSo	20.0	9,377
	TOTAL		580,151		

TABLA B11: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN SONORA

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	Aw	0.2	1,065	0.2	0.0
	A(C)	1.8	12,871	2.1	0.3
	Cw	3.1	46,490	7.5	4.4
	BS1	29.6	184,747	29.7	0.1
	BSo	19.7	166,225	26.7	7.0
	BW	45.6	211,000	33.9	-11.7
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	HERMOSILLO	76,211	BW	100.0	76,211
	ALAMOS	64,354	A(C)	20.0	12,871
			BSo	20.0	12,871
			BS1	60.0	38,612
	SAHUARIPA	58,287	Cw	40.0	23,315
			BS1	60.0	34,972
	GUAYMAS	55,974	BSo	27.0	15,113
			BS1	5.0	2,799
			BW	68.0	38,062
	CAJEME	40,480	BSo	60.0	24,288
			BW	40.0	16,192
	LA COLORADA	40,033	BW	30.0	12,010
			BSo	40.0	16,013
			BS1	30.0	12,010
	CUMPAS	39,449	BSo	70.0	27,614
			BS1	30.0	11,835
	URES	43,870	BSo	75.0	32,903
			BS1	25.0	10,968

## CONTINUA TABLA B11: .....SONORA

MUNICI- PAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	NAVOJOA	36,542	BW	8.0	2,923
			BSo	92.0	33,619
	ROSARIO	35,505	Aw	3.0	1,065
			BS1	90.0	31,955
			BSo	7.0	2,485
	PITIQUITO	34,209	BW	100.0	34,209
	ARIZPE	33,107	Cw	70.0	23,175
			BS1	30.0	9,932
	CANANEA	32,984	BS1	96.0	31,665
			BSo	4.0	1,319
	CABORCA	31,392	BW	100.0	31,392
	TOTAL		622,397		

TABLA B12: CABEZAS DE BOVINÓS POR CLIMAS EN TAMAULIPAS

GLO-BAL	CLIMA	AREA (‰)	CABEZAS	‰	DIF. ‰	
	Aw	13.7	89,950	18.0	4.3	
	A(C)	17.4	60,668	12.2	-5.2	
	BS1	60.3	301,361	60.5	0.2	
	BSo	8.6	46,408	9.3	0.7	
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (‰)	CABEZAS	
	SOTO LA MAR.	79,217	BS1	90.0	71,295	
			Aw	10.0	7,922	
	SAN FERNANDO	6,321	BS1	100.0	65,321	
	ALDAMA	52,013	BS1	70.0	36,409	
			Aw	30.0	15,604	
	MATAMOROS	48,953	BS1	60.0	29,372	
			Aw	40.0	19,581	
	REYNOSA	46,483	BS1	65.0	30,214	
			BSo	35.0	16,269	
	SAN CARLOS	43,522	A(C)	50.0	21,761	
			BS1	50.0	21,761	
	GONZALEZ	37,185	BS1	60.0	22,311	
			Aw	40.0	14,874	
	HIDALGO	33,653	A(C)	50.0	16,827	
			BS1	45.0	15,144	
			Aw	5.0	1,683	
	VILLAGRAN	31,780	A(C)	60.0	19,068	
			BS1	30.0	9,534	
			Aw	10.0	3,178	
	GUERRERO	30,139	BSo	100.0	30,139	
	MENDEZ	30,121	Aw	90.0	27,109	
			A(C)	10.0	3,012	
	TOTAL		498,387			



TABLA B13: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN ZACATECAS

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %	
	Aw	10.0	101,676	16.4	6.4	
	A(C)	3.0	0	0.0	-3.0	
	BSo	15.0	71,352	11.5	-3.5	
	BS1	70.0	440,808	71.0	1.0	
	BW	1.0	6,805	1.1	0.1	
	Cs	1.0	0	0.0	-1.0	
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	
	FRESNILLO	85,107	BS1	92.0	78,298	
			BSo	8.0	6,809	
	VALPARAISO	91,961	Aw	60.0	55,177	
			BS1	40.0	36,784	
	VILLA DE COS	65,698	BS1	80.0	52,558	
			BSo	20.0	13,140	
	SOMBRERETE	63,205	BS1	85.0	53,724	
			Aw	15.0	9,481	
	VILLANUEVA	48,043	BS1	97.0	46,602	
			Aw	3.0	1,441	
	JEREZ	38,128	BS1	100.0	38,128	
	PINOS	36,775	BS1	100.0	36,775	
	MONTE ESCOB.	34,629	BS1	70.0	24,240	
			Aw	30.0	10,389	
	FCO. MURGUIA	33,683	BSo	98.0	33,009	
			BW	2.0	674	
	TEPETONGO	33,362	BS1	100.0	33,362	
	MAZAPIL	30,658	BSo	60.0	18,395	
			BS1	20.0	6,132	
			BW	20.0	6,132	
	NOCHISTLAN	29,759	BS1	100.0	29,759	
	TEUL DE GLZ.	29,634	Aw	85.0	25,189	
			BS1	15.0	4,445	
	TOTAL		620,642			

**TABLA B14: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN COLIMA**

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	Aw	78.8	64,560	91.0	12.2
	A(C)	7.8	3,906	5.5	-2.3
	Cw	2.6	0	0.0	-2.6
	BS1	10.8	2,498	3.5	-7.3
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	COLIMA	28,788	Aw	95.0	27,349
			BS1	5.0	1,439
	MANZANILLO	17,642	Aw	94.0	16,583
			BS1	6.0	1,059
	CUAUHTEMOC	14,530	A(C)	20.0	2,906
			Aw	80.0	11,624
	TECOMAN	10,004	Aw	90.0	9,004
			A(C)	10.0	1,000
	TOTAL		70,964		

**TABLA B15: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN EL D.F.**

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	Cw	57.0	1,930	83.6	26.6
	BS1	10.0	378	16.4	6.4
	Cs	33.0	0	0.0	-33.0
DELEGA-CIONAL	DELEGACION	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	G.A. MADERO	875	BS1	33.0	289
			Cw	67.0	586
	IZTAPALAPA	742	BS1	12.0	89
			Cw	88.0	653
	AZCAPOTZALCO	691	Cw	100.0	691
TOTAL		2,308			

TABLA B16: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN GUANAJUATO

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	A(C)	50.0	135,478	59.0	9.0
	Cw	10.0	0	0.0	-10.0
	BS1	30.0	67,862	29.6	-0.4
	BS0	10.0	26,114	11.4	1.4
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	LEON	38,464	BS1	40.0	15,386
			A(C)	60.0	23,078
	SAN FELIPE	32,043	BS1	50.0	16,022
			BS0	40.0	12,817
			A(C)	10.0	3,204
	ALLENDE	31,009	BS1	50.0	15,505
			A(C)	50.0	15,505
	DOLORES HGO.	29,549	BS0	45.0	13,297
			A(C)	55.0	16,252
	SILAO	28,992	A(C)	100.0	28,992
	M. DOBLADO	24,317	A(C)	100.0	24,317
	PENJAMO	24,130	A(C)	100.0	24,130
	S.L.DE LA PAZ	20,950	BS1	100.0	20,950
	TOTAL		229,454		

TABLA B17: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN HIDALGO

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	A(C)	24.5	37,807	36.8	12.3
	BS1	34.8	27,404	26.7	-8.1
	Cm, Cw	40.7	37,423	36.5	-4.2
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	HUEJUTLA	16,749	A(C)	100.0	16,749
	TULA DE ALLENDE	14,687	Cw	60.0	8,812
			BS1	40.0	5,875
	TEPEJI DEL R.	14,263	Cw	100.0	14,263
	HUAUTLA	10,990	A(C)	100.0	10,990
	ORIZATLAN	10,068	A(C)	100.0	10,068
	ATOT. EL GDE.	9,806	Cw	60.0	5,884
			BS1	40.0	3,922
	HUICHAPAN	9,851	Cw	20.0	1,970
			BS1	80.0	7,881
	AJACUBA	8,125	Cw	60.0	4,875
			BS1	40.0	3,250
	ACATLAN	8,095	Cw	20.0	1,619
			BS1	80.0	6,476
TOTAL		102,634			

TABLA B18: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN JALISCO

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	Aw	3.7	64,446	15.4	11.7
	A(C)	49.6	160,360	38.4	-11.2
	Cw	19.8	99,477	23.8	4.0
	BS1	17.1	93,569	22.4	5.3
	BW	9.8	0	0.0	-9.8
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	ARANDAS	41,588	Cw	85.0	35,350
			A(C)	15.0	6,238
	LAGOS DE MORENO	42,623	BS1	40.0	17,049
			Cw	30.0	12,787
			BS1	30.0	12,787
	MEZQUITIC	38,139	BS1	35.0	13,349
			Cw	15.0	5,721
			A(C)	40.0	15,256
			Aw	10.0	3,814
	TAMAZULA DE G.	37,012	A(C)	90.0	33,311
			Cw	5.0	1,851
			Aw	5.0	1,851
	AMECA	36,175	A(C)	95.0	34,366
			Aw	5.0	1,809
	ENCARNACION DE D.	35,091	Cw	5.0	1,755
			BS1	95.0	33,336
	LA HUERTA	35,078	Aw	85.0	29,816
			BS1	15.0	5,262

CONTINUA TABLA B18:... JALISCO					
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	U. DE SAN ANTONIO	34,634	Cw	50.0	17,317
			A(C)	35.0	12,122
			BS1	15.0	5,195
	TEPATITLAN MORELOS	32,682	A(C)	65.0	21,243
			Cw	35.0	11,439
	AUTLAN	29,530	A(C)	35.0	10,336
			Aw	25.0	7,383
			Cw	40.0	11,812
	ZAPOTLANEJO	28,935	A(C)	95.0	27,488
			Cw	5.0	1,447
	TOMATLAN	26,365	BS1	25.0	6,591
			Aw	75.0	19,774
TOTAL		417,852			

TABLA B19: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN EL EDO. DE MEXICO

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	Af, Am	5.0	32,631	13.6	8.6
	A(C)	3.0	1,632	0.7	-2.3
	Cw	73.0	189,579	79.2	6.2
	Cs	13.0	9,665	4.0	-9.0
	ET	1.0	0	0.0	-1.0
	BS1	5.0	5,885	2.5	-2.5
	MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)
S. F. PROGRESO	29,175	Cw	100.0	29,175	
		TEXCOCO	23,541	Cw	45.0
Cs	30.0	7,062			
BS1	25.0	5,885			
ALMOLOYA	21,690	Cs		12.0	2,603
Cw		88.0	19,087		
JILOTEPEC	21,979	Cw	100.0	21,979	
CHALCO	20,859	Cw	100.0	20,859	
TEJUPILCO	20,398	Cw	27.0	5,507	
		Af	65.0	13,259	
		A(C)	8.0	1,632	
TLATLAYA	19,372	Af	100.0	19,372	
IXTLAHUACA	17,533	Cw	100.0	17,533	
AMATEPEC	16,082	Cw	100.0	16,082	
CUAUTITLAN	16,186	Cw	100.0	16,186	
TOLUCA	16,686	Cw	100.0	16,686	
ACULCO	15,891	Cw	100.0	15,891	
TOTAL		239,392			

TABLA B20: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN MICHOACAN

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	Aw	9.9	55,968	14.3	4.4
	A(C)	26.5	51,196	13.1	-13.4
	Cw	33.3	93,908	24.0	-9.3
	BS1	25.0	148,265	37.9	12.9
	BSo	5.3	41,870	10.7	5.4
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	HUETAMO	52,472	BS1	90.0	47,225
			Aw	10.0	5,247
	APATZINGAN	40,414	A(C)	35.0	14,145
			Cw	7.0	2,829
			BS1	30.0	12,124
			BSo	20.0	8,083
			Aw	8.0	3,233
	TEPALCATEPEC	34,669	Cw	8.0	2,774
			BS1	92.0	31,895
	LA HUACANA	34,267	A(C)	30.0	10,280
			Aw	25.0	8,567
			BS1	35.0	11,993
			BSo	10.0	3,427
	MORELIA	32,877	Cw	100.0	32,877
	PURUANDIRO	35,750	Cw	70.0	25,025
			A(C)	30.0	10,725
	AGUILILLA	24,808	Cw	15.0	3,721
			BS1	70.0	17,366
			A(C)	15.0	3,721
	ARTEAGA	24,689	BSo	5.0	1,234
			BS1	75.0	18,517
			A(C)	20.0	4,938



CONTINUA TABLA B20: ... MICHOACAN.

MUNI- CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMAS	AREA (%)	CABEZAS
	PARACUARO	20,631	BSO	60.0	12,379
			BS1	30.0	6,189
			A(C)	10.0	2,063
	BUENAVISTA	19,703	BSO	85.0	16,748
			BS1	15.0	2,955
	TACAMBARO	18,581	Cw	50.0	9,291
			Aw	50.0	9,291
	TUZANTLA	17,745	A(C)	30.0	5,324
			Aw	70.0	12,422
	ZACAPU	17,392	Cw	100.0	17,392
SAN LUCAS	17,209	Aw	100.0	17,209	
TOTAL		391,207			

TABLA B21: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN QUERETARO

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %		
	Aw	7.0	15,060	12.3	5.3		
	BS1	69.0	71,529	58.5	-10.5		
	BW	24.0	35,761	29.2	5.2		
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS		
	EL MARQUES	22,510	BS1	100.0	22,510		
			BW	45.0	8,690		
			Aw	10.0	1,931		
	COLON	18,206	BS1	100.0	18,206		
			QUERETARO	15,384	BS1	80.0	12,307
			BW	20.0	3,077		
	AMEALCO	13,441	Aw	90.0	12,097		
			BW	10.0	1,344		
	PEDRO ESCOB.	13,438	BS1	50.0	6,719		
			BW	50.0	6,719		
	JALPAN	10,321	BW	60.0	6,193		
			BS1	30.0	3,096		
			Aw	10.0	1,032		
	ARROYO SECO	9,738	BW	100.0	9,738		
TOTAL		122,350					

**TABLA B22: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN TLAXCALA**

GLO- BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	Cw	94.0	19,713	100.0	6.0
	Cs	5.0	0	0.0	-5.0
	ET	1.0	0	0.0	-1.0
MUNI- CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	TLAXCO	6,583	Cw	100.0	6,583
	TETLATLAHUCA	5,750	Cw	100.0	5,750
	NATIVITAS	4,398	Cw	100.0	4,398
	TETLA	2,982	Cw	100.0	2,982
<b>TOTAL</b>		<b>19,713</b>			

TABLA B23: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN CHIAPAS

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	Af, Am, Aw	76.1	445,264	77.7	1.6
	A (C)	18.8	127,499	22.3	3.5
	Cm, Cw	5.1	0	0.0	-5.1
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	PALENQUE	73,239	Af, Am	100.0	73,239
	TONALA	64,527	Aw	50.0	32,264
			A(C)	50.0	32,264
	CHILON	51,195	Af, Am	100.0	51,195
	JUAREZ	42,083	Af, Am	100.0	42,083
	PIJIJIAPAN	54,760	Aw	40.0	21,904
			A(C)	60.0	32,856
	PICHUCALCO	40,426	Af, Am	100.0	40,426
	VILLA FLORES	39,353	Aw	100.0	39,353
	LA TRINITARIA	34,629	A(C)	100.0	34,629
	LA LIBERTAD	34,475	Af, Am	100.0	34,475
	MAPASTEPEC	34,687	Aw	20.0	6,937
			A(C)	80.0	27,750
	CATAZAJA	35,989	Af, Am	100.0	35,989
	OCOSINGO	33,931	Af, Am	100.0	33,931
	VILLA CORZO	33,469	Aw	100.0	33,469
TOTAL		572,763			

TABLA B24: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN GUERRERO

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	Cw	10.0	19,337	5.6	-4.4
	Aw	62.1	259,254	74.7	12.6
	A(C), (A)C	23.9	43,743	12.6	-11.3
	BS1	4.0	24,805	7.1	3.1
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	COYUCA DE CATALAN	45,576	Cw	3.0	1,367
			A(C)	15.0	6,836
			Aw	82.0	37,372
	CUTZAMALA DE P.	38,466	Aw	95.0	36,543
			A(C)	5.0	1,923
	CHILPANCINGO	31,433	Aw	60.0	18,860
			Cw	35.0	11,002
			AC	5.0	1,572
	TELOLOAPAN	30,394	Aw	40.0	12,158
			AC	60.0	18,236
	CUAJINICUILAPA	29,312	Aw	100.0	29,312
	AJUCHITLAN	29,118	Aw	70.0	20,383
			Cw	10.0	2,912
			AC	20.0	5,824

CONTINUA TABLA B24: ....GUERRERO

MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	TECPAN	26,798	Aw	86.0	23,046
			Cw	6.0	1,608
			AC	8.0	2,144
	ZIRANDARO	26,492	Aw	67.0	17,750
			BS1	33.0	8,742
	S.M. TOTOLAPAN	24,488	Aw	65.0	15,917
			AC	25.0	6,122
			Cw	10.0	2,449
	COAHUAYUTLA	22,098	Aw	45.0	9,944
			BS1	55.0	12,154
	HUITZUCO	21,713	Aw	77.0	16,719
			AC	5.0	1,086
			BS1	18.0	3,908
ACAPULCO	21,251	Aw	100.0	21,251	
TOTAL		347,139			

**TABLA B25: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN MORELOS**

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	Aw	65.0	47,847	80.9	15.9
	A(C), (A)C	19.0	10,837	18.3	-0.7
	Cw	12.0	433	0.7	-11.3
	Cs	2.5	0	0.0	-2.5
	ET	1.5	0	0.0	-1.5
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	TLAQUILTENAN.	9,683	Aw	100.0	9,683
	AYALA	9,326	Aw	100.0	9,326
	YECAPIXTLA	7,544	A(C)	94.0	7,091
			Cw	2.0	151
			Aw	4.0	302
	COATLAN DEL R	6,059	Aw	100.0	6,059
	TEPALCINGO	5,648	Aw	100.0	5,648
	JOJUTLA	4,438	Aw	100.0	4,438
	JONACATEPEC	4,279	Aw	100.0	4,279
	CUERNAVACA	4,028	Cw	7.0	282
			A(C)	93.0	3,746
	AXOCHIAPAN	4,063	Aw	100.0	4,063
	AMACUZAC	4,049	Aw	100.0	4,049
TOTAL		59,117			

TABLA B26: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN OAXACA

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	Cw	2.0	2,294	0.5	-1.5
	Af, Am, Aw	44.2	395,659	81.9	37.7
	A(C), (A)C	46.0	84,969	17.6	-28.4
	BS1	5.6	0	0.0	-5.6
	BS0	2.2	0	0.0	-2.2
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	JUCHITAN	129,738	Aw	100.0	129,738
	TUXTEPEC	96,643	Af	20.0	19,329
			Am	80.0	77,314
	JAMILTEPEC	65,489	Aw	100.0	65,489
	TEHUANTEPEC	34,141	Aw	100.0	34,141
	HUAJUAPAN	33,379	A(C)	100.0	33,379
	MIXE	31,434	Am	100.0	31,434
	ETLA	26,956	A(C)	100.0	26,956
	SOLA DE VEGA	23,473	Aw	40.0	9,389
			A(C)	60.0	14,084
	CHOAPAN	22,552	A(C)	40.0	9,021
			Aw	25.0	5,638
			Am	35.0	7,893
	JUQUILA	19,117	Aw	80.0	15,294
			Cw	12.0	2,294
A(C)			8.0	1,529	
TOTAL		482,922			



TABLA B27: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN PUEBLA

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	Af, Am, Aw	42.3	95,533	60.4	18.1
	A(C), (A)C	33.3	56,926	36.0	2.7
	BS1	20.0	5,722	3.6	-16.4
	BS0	4.4	0	0	-4.4
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	FCO. J. MENA	20,756	A(C)	40.0	8,302
			Am	60.0	12,454
	V. CARRANZA	19,792	Am	45.0	8,906
			Aw	40.0	7,917
			Af	15.0	2,969
	HUEYTAMALCO	15,991	A(C)	80.0	12,793
			Am	20.0	3,198
	PUEBLA	14,393	Aw	60.0	8,636
			A(C)	40.0	5,757
	CHIAUTLA	12,716	Aw	55.0	6,994
			BS1	45.0	5,722
	ATLIXCO	10,275	Aw	100.0	10,275
	JALPAN	11,141	A(C)	100.0	11,141

CONTINUA TABLA B27: ....PUEBLA

MUNI- CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMAS	AREA (%)	CABEZAS
	PANTEPEC	12,484	(A)C	45.0	5,618
			Af	35.0	4,369
			Am	20.0	2,497
	TENAMPULCO	10,608	Am	70.0	7,426
			Af	30.0	3,182
	XICOTEPEC	10,373	(A)C	95.0	9,854
			A(C)	5.0	519
	IZUCAR DE MAT.	9,806	Aw	70.0	6,864
			A(C)	30.0	2,942
	ACATENO	9,846	Am	80.0	7,877
			Af	20.0	1,969
	TOTAL		158,181		

**TABLA B28: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN TABASCO**

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %	
		Af, Am, Aw	100.0	760,836	100.0	0.0
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	
	NACUSPANA	123,385	Af	10.0	12,339	
			Am	90.0	111,047	
	CENTRO	121,978	Am	100.0	121,978	
	BALANCAN	100,119	Aw	35.0	35,042	
			Am	65.0	65,077	
	HUIMANGUILLO	94,874	Af	30.0	28,462	
			Am	70.0	66,412	
	TENOSIQUE	66,901	Af	15.0	10,035	
			Am	85.0	56,866	
	CARDENAS	58,581	Am	100.0	58,581	
	JALAPA	54,106	Af	80.0	43,285	
			Am	20.0	10,821	
	JONUTA	52,506	Af	10.0	5,251	
			Am	90.0	47,255	
	CENTLA	45,560	Am	100.0	45,560	
	COMALCALCO	42,826	Am	100.0	42,826	
	<b>TOTAL</b>		<b>760,836</b>			

**TABLA B29: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN VERACRUZ**

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	Af, Am, Aw	100.0	1,102,410	100.0	0.0
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	OZULUAMA	85,033	Aw	100.0	85,033
	PANUCO	81,269	Aw	100.0	81,269
	S.J. EVANGELISTA	77,719	Aw	100.0	77,719
	TEMPOAL	60,244	Aw	100.0	60,244
	JESUS CARRANZA	61,769	Am	100.0	61,769
	TLALIXCOYAN	56,704	Aw	100.0	56,704
	COSAMALOAPAN	49,970	Aw	100.0	49,970
	TEMAPACHE	48,488	Aw	100.0	48,488
	PAPANTLA	47,453	Am	70.0	33,217
			Aw	30.0	14,236
	PLAYA VICENTE	47,883	Am	50.0	23,942
			Aw	50.0	23,942
	TIERRA BLANCA	51,833	Aw	100.0	51,833
	JUAN RODRIGUEZ	46,927	Aw	100.0	46,927
	TANTOYUCA	45,624	Aw	100.0	45,624
	ALVARADO	41,655	Aw	100.0	41,655
	ACAYUCAN	36,548	Aw	100.0	36,548

## CONTINUA TABLA B29: ...VERACRUZ

MUNI- CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMAS	AREA(%)	CABEZAS
	TIHUATLAN	36,573	Aw	100.0	36,573
	ISLA	37,434	Aw	100.0	37,434
	COTAXTLA	32,945	Aw	100.0	32,945
	MTZ. DE LA TORRE	34,654	Am	90.0	31,189
			A(C)	10.0	3,465
	SAYULA	30,914	Am	80.0	24,731
			Aw	20.0	6,183
	CHOAPAS	32,155	Am	100.0	32,155
	TLACOTALPAN	29,487	Aw	100.0	29,487
	SANTIAGO TUXTLA	29,129	Aw	100.0	29,129
	TOTAL	1,102,410			

**TABLA B30: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN CAMPECHE**

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
		Af, Am, Aw	100.0	110,511	100.0
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	CARMEN	59,286	Aw	100.0	59,286
	PALIZADA	33,442	Aw	100.0	33,442
	CHAMPOTON	7,351	Aw	100.0	7,351
	CAMPECHE	5,219	Aw	100.0	5,219
	CALKINI	5,213	Aw	100.0	5,213
TOTAL		110,511			

**TABLA B31: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN QUINTANA ROO**

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
		Af, Am, Aw	100.0	13,031	100.0
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	PAYO OBISPO	5,307	Aw	100.0	5,307
	COZUMEL	3,777	Aw	100.0	3,777
	CARRILLO PTO.	3,947	Aw	100.0	3,947
TOTAL		13,031			

TABLA B32: CABEZAS DE BOVINOS POR CLIMAS EN YUCATAN

GLO-BAL	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS	%	DIF. %
	Aw	88.8	149,881	91.0	2.2
	BS1	11.2	14,811	9.0	-2.2
MUNI-CIPAL	MUNICIPIO	CABEZAS*	CLIMA	AREA (%)	CABEZAS
	TIZIMIN	52,822	Aw	85.0	44,899
			BS1	15.0	7,923
	PANABA	25,197	Aw	100.0	25,197
	BUOTZOTZ	19,476	Aw	100.0	19,476
	SAN FELIPE	11,479	BS1	60.0	6,887
			Aw	40.0	4,592
	MERIDA	9,307	Aw	100.0	9,307
	VALLADOLID	9,825	Aw	100.0	9,825
	TEMOZON	8,720	Aw	100.0	8,720
	SUCILA	7,531	Aw	100.0	7,531
	TZUCACAB	7,113	Aw	100.0	7,113
	CENOTILLO	6,999	Aw	100.0	6,999
	TEKAX	6,223	Aw	100.0	6,223
TOTAL		164,692			

**APENDICE C**

Este apéndice contiene los datos de emisiones anuales de metano por desechos del ganado bovino en México, para el período 1982-1992; clasificadas por estrato, región geográfica, sistema de producción, grupos climáticos y función dentro del hato.

TABLA C1-1: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR ESTRATO Y REGION. 1982.					
ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
0-1 AÑOS	3,621	3,660	5,545	737	13,563
1-2 AÑOS	3,336	4,531	7,613	1,176	16,656
2-3 AÑOS	3,222	5,483	9,715	1,550	19,971
+ 3 AÑOS	2,114	2,811	4,128	454	9,508
VIENTRES	18,538	22,603	26,559	3,704	71,403
TOTAL	30,832	39,088	53,560	7,621	131,101

TABLA C1-2: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR SISTEMA Y REGION. 1982.					
SISTEMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
INTENS.	6,343	6,879	11,650	25	24,897
S-INTENS.	10,314	13,759	26,840	7,154	58,067
EXTENS.	14,176	18,450	15,071	442	48,137
TOTAL	30,832	39,088	53,560	7,621	131,101



**TABLA C1-3: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y REGION. 1982.**

CLIMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	3,344	3,090	38,362	7,506	52,302
A(C), (A)C	2,827	16,072	12,232	0	31,131
Cf, Cm, Cw	3,518	12,685	1,460	0	17,663
BS1	7,481	4,954	1,209	115	13,759
BS0	4,278	647	276	0	5,201
BW	7,970	1,020	0	0	8,990
C(E) ó CS	1,414	576	15	0	2,004
ET, EF	0	44	8	0	51
<b>TOTAL</b>	<b>30,832</b>	<b>39,088</b>	<b>53,560</b>	<b>7,621</b>	<b>131,101</b>

**TABLA C1-4: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y FUNCION. 1982.**

CLIMA	CARNE	LECHE	NACIONAL
Af, Am, Aw	45,829	6,473	52,302
A(C), (A)C	20,531	10,599	31,131
Cf, Cm, Cw	9,758	7,904	17,663
BS1	9,924	3,835	13,759
BS0	4,005	1,196	5,201
BW	7,280	1,711	8,990
C(E) ó CS	1,413	592	2,004
ET, EF	26	25	51
<b>TOTAL</b>	<b>98,766</b>	<b>32,335</b>	<b>131,101</b>

**TABLA C2-1: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR ESTRATO Y REGION. 1983.**

ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
0-1 AÑOS	3,792	4,055	6,399	752	14,999
1-2 AÑOS	3,998	7,884	8,024	1,205	21,111
2-3 AÑOS	3,969	5,841	9,934	1,587	21,331
+ 3 AÑOS	2,986	2,834	4,119	463	10,402
VIENTRES	16,634	18,360	26,297	3,778	65,071
TOTAL	31,380	38,974	54,774	7,785	132,912

**TABLA C2-2: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR SISTEMA Y REGION. 1983.**

SISTEMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
INTENSIVO	6,348	6,757	11,904	26	25,035
S-INTENS.	10,535	13,706	27,481	7,327	59,049
EXTENSIVO	14,497	18,511	15,389	432	48,828
TOTAL	31,380	38,974	54,774	7,785	132,912

TABLA C2-3: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y REGION. 1983.

CLIMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	3,401	3,080	39,230	7,667	53,377
A(C), (A)C	2,875	16,017	12,509	0	31,400
Cf, Cm, Cw	3,578	12,641	1,493	0	17,712
BS1	7,615	4,955	1,238	118	13,925
BS0	4,351	645	282	0	5,277
BW	8,124	1,019	0	0	9,142
C(E) ó CS	1,438	574	15	0	2,027
ET, EF	0	44	8	0	51
TOTAL	31,380	38,974	54,774	7,785	132,912

TABLA C2-4: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y FUNCION. 1983.

CLIMA	CARNE	LECHE	NACIONAL
Af, Am, Aw	47,083	6,295	53,377
A(C), (A)C	21,093	10,308	31,400
Cf, Cm, Cw	10,025	7,687	17,712
BS1	10,195	3,729	13,925
BS0	4,115	1,163	5,277
BW	7,479	1,664	9,142
C(E) ó CS	1,451	575	2,027
ET, EF	27	24	51
TOTAL	101,468	31,445	132,912

**TABLA C3-1: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR ESTRATO Y REGION. 1984.**

ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
0-1 AÑOS	2,987	3,274	4,502	604	11,367
1-2 AÑOS	2,705	3,964	6,105	945	13,719
2-3 AÑOS	2,640	4,865	7,817	1,251	16,573
+ 3 AÑOS	1,726	2,481	3,360	373	7,939
VIENTRES	15,449	20,481	21,623	3,032	60,584
TOTAL	25,507	35,063	43,407	6,206	110,183

**TABLA C3-2: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR SISTEMA Y REGION. 1984.**

SISTEMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
INTENSIVO	5,623	6,546	9,480	20	21,669
S-INTENS.	8,405	12,421	21,649	5,764	48,240
EXTENSIVO	11,479	16,097	12,278	421	40,275
TOTAL	25,507	35,063	43,407	6,206	110,183

**TABLA C3-3: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y REGION. 1984.**

CLIMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	2,776	2,778	31,093	6,113	42,759
A(C), (A)C	2,347	14,447	9,914	0	26,707
Cf, Cm, Cw	2,920	11,402	1,183	0	15,506
BS1	6,187	4,389	975	93	11,644
BSo	3,551	582	223	0	4,356
BW	6,553	909	0	0	7,462
C(E) ó CS	1,173	518	12	0	1,703
ET, EF	0	39	6	0	46
<b>TOTAL</b>	<b>25,507</b>	<b>35,063</b>	<b>43,407</b>	<b>6,206</b>	<b>110,183</b>

**TABLA C3-4: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y FUNCION. 1984.**

CLIMA	CARNE	LECHE	NACIONAL
Af, Am, Aw	36,412	6,347	42,759
A(C), (A)C	16,312	10,395	26,707
Cf, Cm, Cw	7,753	7,752	15,506
BS1	7,885	3,759	11,644
BSo	3,182	1,174	4,356
BW	5,784	1,678	7,462
C(E) ó CS	1,122	581	1,703
ET, EF	21	25	46
<b>TOTAL</b>	<b>78,471</b>	<b>31,712</b>	<b>110,183</b>

**TABLA C4-1: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR ESTRATO Y REGION. 1985.**

ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
0-1 AÑOS	3,098	3,402	4,669	627	11,796
1-2 AÑOS	2,806	4,123	6,331	980	14,241
2-3 AÑOS	2,739	5,064	8,109	1,298	17,210
+ 3 AÑOS	1,791	2,584	3,487	387	8,250
VIENTRES	16,024	21,283	22,427	3,146	62,880
TOTAL	26,459	36,456	45,023	6,439	114,376

**TABLA C4-2: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR SISTEMA Y REGION. 1985.**

SISTEMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
INTENSIVO	5,829	6,786	9,828	21	22,463
S-INTENS.	8,713	12,876	22,444	5,976	50,010
EXTENSIVO	11,916	16,794	12,751	442	41,903
TOTAL	26,459	36,456	45,023	6,439	114,376

**TABLA C4-3: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y REGION. 1985.**

CLIMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	2,879	2,888	32,250	6,342	44,360
A(C), (A)C	2,434	15,019	10,283	0	27,737
Cf, Cm, Cw	3,029	11,854	1,227	0	16,110
BS1	6,418	4,565	1,012	97	12,091
BS0	3,684	605	232	0	4,520
BW	6,798	946	0	0	7,743
C(E) ó CS	1,217	538	12	0	1,768
ET, EF	0	41	6	0	47
<b>TOTAL</b>	<b>26,459</b>	<b>36,456</b>	<b>45,023</b>	<b>6,439</b>	<b>114,376</b>

**TABLA C4-4: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y FUNCION. 1985.**

CLIMA	CARNE	LECHE	NACIONAL
Af, Am, Aw	37,749	6,611	44,360
A(C), (A)C	16,911	10,825	27,737
Cf, Cm, Cw	8,038	8,073	16,110
BS1	8,174	3,917	12,091
BS0	3,299	1,221	4,520
BW	5,996	1,747	7,743
C(E) ó CS	1,164	604	1,768
ET, EF	22	26	47
<b>TOTAL</b>	<b>81,353</b>	<b>33,024</b>	<b>114,376</b>

**TABLA C5-1: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR ESTRATO Y REGION. 1986.**

ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
0-1 AÑOS	3,466	3,701	5,229	702	13,099
1-2 AÑOS	3,150	4,533	7,122	1,103	15,908
2-3 AÑOS	3,069	5,549	9,114	1,459	19,190
+ 3 AÑOS	2,008	2,840	3,902	434	9,184
VIENTRES	17,892	23,014	25,086	3,525	69,516
TOTAL	29,586	39,637	50,453	7,222	126,898

**TABLA C5-2: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR SISTEMA Y REGION. 1986.**

SISTEMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
INTENSIVO	6,432	6,913	10,928	23	24,296
S-INTENS.	9,774	14,159	25,227	6,719	55,879
EXTENSIVO	13,380	18,564	14,298	480	46,722
TOTAL	29,586	39,637	50,453	7,222	126,898



**TABLA C5-3: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y REGION. 1986.**

CLIMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	3,218	3,139	36,140	7,114	49,610
A(C), (A)C	2,720	16,325	11,523	0	30,569
Cf, Cm, Cw	3,385	12,885	1,375	0	17,645
BS1	7,176	4,965	1,135	108	13,385
BSo	4,116	657	260	0	5,033
BW	7,610	1,036	0	0	8,646
C(E) ó CS	1,360	585	14	0	1,959
ET, EF	0	44	7	0	52
<b>TOTAL</b>	<b>29,586</b>	<b>39,637</b>	<b>50,453</b>	<b>7,222</b>	<b>126,898</b>

**TABLA C5-4: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y FUNCION. 1986.**

CLIMA	CARNE	LECHE	NACIONAL
Af, Am, Aw	42,561	7,048	49,610
A(C), (A)C	19,067	11,501	30,569
Cf, Cm, Cw	9,063	8,582	17,645
BS1	9,216	4,169	13,385
BSo	3,719	1,314	5,033
BW	6,761	1,885	8,646
C(E) ó CS	1,312	647	1,959
ET, EF	24	27	52
<b>TOTAL</b>	<b>91,723</b>	<b>35,174</b>	<b>126,898</b>

**TABLA C6-1: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR ESTRATO Y REGION. 1987.**

ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
0-1 AÑOS	3,400	3,603	5,143	687	12,833
1-2 AÑOS	3,095	4,409	7,012	1,085	15,600
2-3 AÑOS	3,010	5,387	8,969	1,434	18,799
+ 3 AÑOS	1,971	2,758	3,841	425	8,995
VIENTRES	17,495	22,434	24,678	3,449	68,056
TOTAL	28,971	38,590	49,642	7,080	124,283

**TABLA C6-2: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR SISTEMA Y REGION. 1987.**

SISTEMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
INTENSIVO	6,247	7,112	10,837	23	24,218
S-INTENS.	9,568	13,424	24,759	6,596	54,347
EXTENSIVO	13,156	18,054	14,046	461	45,717
TOTAL	28,971	38,590	49,642	7,080	124,283

**TABLA C6-3: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y REGION. 1987.**

CLIMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	3,149	3,053	35,557	6,974	48,733
A(C), (A)C	2,662	15,880	11,338	0	29,879
Cf, Cm, Cw	3,313	12,533	1,353	0	17,199
BS1	7,032	4,870	1,118	107	13,127
BSo	4,028	639	255	0	4,923
BW	7,457	1,002	0	0	8,458
C(E) ó CS	1,331	569	14	0	1,914
ET, EF	0	43	7	0	50
<b>TOTAL</b>	<b>28,971</b>	<b>38,590</b>	<b>49,642</b>	<b>7,080</b>	<b>124,283</b>

**TABLA C6-4: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y FUNCION. 1987.**

CLIMA	CARNE	LECHE	NACIONAL
Af, Am, Aw	41,969	6,763	48,733
A(C), (A)C	18,802	11,077	29,879
Cf, Cm, Cw	8,936	8,262	17,199
BS1	9,088	4,039	13,127
BSo	3,668	1,255	4,923
BW	6,667	1,792	8,458
C(E) ó CS	1,294	620	1,914
ET, EF	24	26	50
<b>TOTAL</b>	<b>90,448</b>	<b>33,835</b>	<b>124,283</b>

**TABLA C7-1: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR ESTRATO Y REGION. 1988.**

ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
0-1 AÑOS	3,320	4,463	6,184	1,040	15,007
1-2 AÑOS	3,239	9,008	7,088	1,037	20,371
2-3 AÑOS	3,035	4,953	8,629	1,377	17,993
+ 3 AÑOS	2,367	2,767	3,705	401	9,240
VIENTRES	16,366	16,777	22,939	3,075	59,158
TOTAL	28,327	37,968	48,544	6,930	121,770

**TABLA C7-2: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR SISTEMA Y REGION. 1988.**

SISTEMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
INTENSIVO	6,100	6,943	10,583	22	23,649
S-INTENS.	9,379	13,396	24,243	6,458	53,475
EXTENSIVO	12,848	17,629	13,718	450	44,645
TOTAL	28,327	37,968	48,544	6,930	121,770

**TABLA C7-3: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y REGION. 1988.**

CLIMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	3,079	3,006	34,772	6,826	47,683
A(C), (A)C	2,603	15,632	11,087	0	29,323
Cf, Cm, Cw	3,239	12,338	1,323	0	16,901
BS1	6,872	4,773	1,093	104	12,841
BS0	3,939	630	250	0	4,819
BW	7,293	987	0	0	8,280
C(E) ó CS	1,302	560	13	0	1,875
ET, EF	0	43	7	0	50
<b>TOTAL</b>	<b>28,327</b>	<b>37,968</b>	<b>48,544</b>	<b>6,930</b>	<b>121,770</b>

**TABLA C7-4: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y FUNCION. 1988.**

CLIMA	CARNE	LECHE	NACIONAL
Af, Am, Aw	40,990	6,693	47,683
A(C), (A)C	18,363	10,959	29,323
Cf, Cm, Cw	8,728	8,173	16,901
BS1	8,876	3,965	12,841
BS0	3,582	1,236	4,819
BW	6,511	1,769	8,280
C(E) ó CS	1,263	612	1,875
ET, EF	23	26	50
<b>TOTAL</b>	<b>88,337</b>	<b>33,433</b>	<b>121,770</b>

**TABLA C8-1: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR ESTRATO Y REGION. 1989.**

ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
0-1 AÑOS	3,253	3,563	4,906	659	12,380
1-2 AÑOS	2,949	4,320	6,655	1,030	14,955
2-3 AÑOS	2,877	5,304	8,523	1,364	18,068
+ 3 AÑOS	1,882	2,707	3,663	407	8,659
VIENTRES	16,821	22,278	23,562	3,304	65,965
<b>TOTAL</b>	<b>27,782</b>	<b>38,171</b>	<b>47,309</b>	<b>6,764</b>	<b>120,027</b>

**TABLA C8-2: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR SISTEMA Y REGION. 1989.**

SISTEMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
INTENSIVO	6,107	7,092	10,325	22	23,546
S-INTENS.	9,154	13,480	23,588	6,281	52,504
EXTENSIVO	12,522	17,598	13,395	462	43,977
<b>TOTAL</b>	<b>27,782</b>	<b>38,171</b>	<b>47,309</b>	<b>6,764</b>	<b>120,027</b>

**TABLA C8-3: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y REGION. 1989.**

CLIMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	3,023	3,024	33,888	6,663	46,597
A(C), (A)C	2,556	15,725	10,805	0	29,086
Cf, Cm, Cw	3,180	12,411	1,289	0	16,881
BS1	6,739	4,782	1,063	101	12,685
BSo	3,867	633	243	0	4,744
BW	7,139	990	0	0	8,130
C(E) 6 CS	1,278	563	13	0	1,854
ET, EF	0	43	7	0	50
<b>TOTAL</b>	<b>27,782</b>	<b>38,171</b>	<b>47,309</b>	<b>6,764</b>	<b>120,027</b>

**TABLA C8-4: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y FUNCION. 1989.**

CLIMA	CARNE	LECHE	NACIONAL
Af, Am, Aw	39,695	6,902	46,597
A(C), (A)C	17,783	11,303	29,086
Cf, Cm, Cw	8,452	8,429	16,881
BS1	8,596	4,089	12,685
BSo	3,469	1,275	4,744
BW	6,305	1,824	8,130
C(E) 6 CS	1,224	631	1,854
ET, EF	23	27	50
<b>TOTAL</b>	<b>85,547</b>	<b>34,480</b>	<b>120,027</b>

**TABLA C9-1: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR ESTRATO Y REGION. 1990.**

ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
0-1 AÑOS	3,155	3,638	4,707	636	12,137
1-2 AÑOS	2,828	4,357	6,331	982	14,498
2-3 AÑOS	2,778	5,396	8,128	1,304	17,606
+ 3 AÑOS	1,813	2,746	3,523	394	8,476
VIENTRES	16,424	22,920	22,652	3,189	65,186
TOTAL	26,999	39,057	45,341	6,505	117,902

**TABLA C9-2: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR SISTEMA Y REGION. 1990.**

SISTEMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
INTENSIVO	6,195	7,487	9,920	20	23,622
S-INTENS.	8,803	13,820	22,526	5,994	51,144
EXTENSIVO	12,001	17,750	12,895	491	43,136
TOTAL	26,999	39,057	45,341	6,505	117,902



**TABLA C9-3: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y REGION. 1990.**

CLIMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	2,944	3,097	32,480	6,408	44,930
A(C), (A)C	2,489	16,108	10,356	0	28,954
Cf, Cm, Cw	3,098	12,714	1,236	0	17,047
BS1	6,547	4,858	1,016	97	12,518
BSo	3,767	649	233	0	4,649
BW	6,910	1,010	0	0	7,919
C(E) ó CS	1,245	577	13	0	1,834
ET, EF	0	44	7	0	50
<b>TOTAL</b>	<b>26,999</b>	<b>39,057</b>	<b>45,341</b>	<b>6,505</b>	<b>117,902</b>

**TABLA C9-4: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y FUNCION. 1982.**

CLIMA	CARNE	LECHE	NACIONAL
Af, Am, Aw	37,511	7,419	44,930
A(C), (A)C	16,805	12,149	28,954
Cf, Cm, Cw	7,987	9,060	17,047
BS1	8,123	4,396	12,518
BSo	3,278	1,371	4,649
BW	5,958	1,961	7,919
C(E) ó CS	1,156	678	1,834
ET, EF	21	29	50
<b>TOTAL</b>	<b>80,839</b>	<b>37,063</b>	<b>117,902</b>

**TABLA C10-1: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR ESTRATO Y REGION. 1991**

ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
0-1 AÑOS	3,316	3,061	5,158	679	12,214
1-2 AÑOS	3,105	3,885	7,168	1,104	15,262
2-3 AÑOS	2,970	4,620	9,115	1,450	18,155
+ 3 AÑOS	1,955	2,383	3,828	417	8,583
VIENTRES	16,800	18,611	24,637	3,416	63,464
TOTAL	28,147	32,560	49,906	7,066	117,678

**TABLA C10-2: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR SISTEMA Y REGION. 1991**

SISTEMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
INTENSIVO	5,376	5,334	10,817	24	21,551
S-INTENS.	9,563	11,414	25,134	6,707	52,818
EXTENSIVO	13,208	15,812	13,954	336	43,309
TOTAL	28,147	32,560	49,906	7,066	117,678

**TABLA C10-3: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y REGION. 1991.**

CLIMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	3,042	2,568	35,741	6,959	48,310
A(C), (A)C	2,572	13,356	11,396	0	27,324
Cf, Cm, Cw	3,201	10,541	1,360	0	15,102
BS1	6,832	4,186	1,131	107	12,256
BSo	3,892	538	257	0	4,687
BW	7,321	856	0	0	8,177
C(E) ó CS	1,286	479	14	0	1,778
ET, EF	0	36	7	0	44
<b>TOTAL</b>	<b>28,147</b>	<b>32,560</b>	<b>49,906</b>	<b>7,066</b>	<b>117,678</b>

**TABLA C10-4: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y FUNCION. 1991.**

CLIMA	CARNE	LECHE	NACIONAL
Af, Am, Aw	43,533	4,776	48,310
A(C), (A)C	19,503	7,821	27,324
Cf, Cm, Cw	9,269	5,832	15,102
BS1	9,427	2,830	12,256
BSo	3,804	882	4,687
BW	6,915	1,262	8,177
C(E) ó CS	1,342	437	1,778
ET, EF	25	19	44
<b>TOTAL</b>	<b>93,818</b>	<b>23,860</b>	<b>117,678</b>

**TABLA C11-1: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR ESTRATO Y REGION. 1992**

ESTRATO	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
0-1 AÑOS	3,395	3,123	5,284	695	12,497
1-2 AÑOS	3,181	3,967	7,346	1,132	15,626
2-3 AÑOS	3,041	4,715	9,340	1,486	18,582
+ 3 AÑOS	2,002	2,432	3,921	427	8,782
VIENTRES	17,193	18,974	25,235	3,498	64,901
TOTAL	28,813	33,211	51,126	7,238	120,388

**TABLA C11-2: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR SISTEMA Y REGION. 1992**

SISTEMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
INTENSIVO	5,487	5,424	11,081	24	22,016
S-INTENS.	9,795	11,640	25,754	6,872	54,061
EXTENSIVO	13,531	16,147	14,292	341	44,310
TOTAL	28,813	33,211	51,126	7,238	120,388

TABLA C11-3: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y REGION. 1992.

CLIMA	NORTE	CENTRO	SUR	SURESTE	NACIONAL
Af, Am, Aw	3,114	2,619	36,614	7,127	49,475
A(C), (A)C	2,633	13,622	11,675	0	27,929
Cf, Cm, Cw	3,276	10,751	1,393	0	15,420
BS1	6,994	4,272	1,159	110	12,535
BSo	3,984	549	263	0	4,795
BW	7,497	873	0	0	8,370
C(E) ó CS	1,316	488	14	0	1,819
ET, EF	0	37	7	0	44
TOTAL	28,813	33,211	51,126	7,238	120,388

TABLA C11-4: EMISIONES DE METANO POR DESECHOS DEL GANADO BOVINO EN MEXICO, POR CLIMA Y FUNCION. 1992.

CLIMA	CARNE	LECHE	NACIONAL
Af, Am, Aw	44,629	4,846	49,475
A(C), (A)C	19,994	7,935	27,929
Cf, Cm, Cw	9,503	5,918	15,420
BS1	9,664	2,871	12,535
BSo	3,900	895	4,795
BW	7,089	1,281	8,370
C(E) ó CS	1,376	443	1,819
ET, EF	26	19	44
TOTAL	96,180	24,208	120,388

## BIBLIOGRAFIA

1. Spectroscopic evidence of methane in earth's atmosphere. By M.V. Migeotte. Phys. Rev. 73, 519-520. (1948).
2. The atmospheric cycle of methane. By D.H. Ehhalt. Tellus XXVI (1974), 1-2, pag. 58-70.
3. Historical Trends in Atmospheric Methane Concentration and the Temperature Sensitivity of Methane Outgassing from Boreal and Polar Regions. Robert C. Harriss, en Ozone depletion, greenhouse gases, and climate change. National Research Council, Washington, D.C., 1989.
4. Continuing worldwide increase in tropospheric methane, 1978 to 1987. By Donald R. Blake and F. Sherwood Rowland. Science vol. 239, No. 4844, pag. 1129-1131. (1988).
5. Policy options for stabilizing global climate. Daniel A. Lashof and Dennis A. Tirpak. New York, Hemisphere Publishing Corporation, 1990.
6. Climate Change 1992. The supplementary report to the IPCC scientific Assessment. Ed. by J.T. Houghton, B.A. Callander and S.K. Varney. New York, IPCC, 1992.
7. Global Methane Emissions From Livestock and Poultry Manure. By L.M. Safley, Jr.; M.E. Casada, J.W. Woodbury, and Kurt F. Roos. U.S.A., United States Environmental Protection Agency (EPA), 1992.
8. Los gases del efecto invernadero. Por Gérard Lambert. Mundo Científico, Nº 126, Julio-Agosto, 1992.
9. Inventario de emisiones de metano por actividades

- pecuarias en México. González Avalos, E., Ruiz, L.G., Gay, C.; en Memorias de la Reunión Anual del Programa Universitario del Medio Ambiente (PUMA), 1992.
10. La industria de la carne de ganado bovino en México. Análisis y perspectivas. Comisión Económica para América Latina. México, F.C.E., 1975.
  11. Avances en el inventario de emisiones de metano por desechos del ganado en México. Por E. González Avalos, L.G. Ruiz Suárez y C. Gay García. 1ª Reunión del Taller sobre Inventarios de Gases invernadero. Organizada por el Instituto Nacional de Ecología y el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, Cuernavaca, Mor., 1993.
  12. Especies forrajeras y razas de ganado por tipos de clima. Por Alberto Jiménez Merino. México, Universidad Autónoma de Chapingo, 1988.
  13. Bonanza y crisis de la ganadería nacional. Una visión integral de la actividad pecuaria en México. Por Juan de la Fuente H. y otros. México, Universidad Autónoma de Chapingo, 1989.
  14. Methane production from waste organic matter. By David A. Stafford, Dennis L. Hawkes, and Rex Horton. Florida, CRC, 1980.
  15. Inventario de gases Invernadero.... Comisión Nacional de Ahorro de Energía (CONAE). México, CONAE, 1992.
  16. Estadísticas básicas 1960-1966 para la planeación del desarrollo rural integral. S.A.R.H., Dir. Gral. de Estudios, Informática y Estadística Sectorial. México, 1988.

17. Censos agrícola, ganadero y ejidal 1940. Ganado, aves y colmenas. México, S.E., Dir. Gral. de Estadística, 1948.
18. III Censos agrícola, ganadero y ejidal 1950. México. S.E., Dir. Gral. de Estadística.
19. IV Censos agrícola, ganadero y ejidal 1960. México, S.I.C., 1965.
20. V Censos agrícola, ganadero y ejidal 1970. Resumen general abreviado. México, S.I.C., Dir. Gral. de Estadística, 1975.
21. V Censos agrícola, ganadero y ejidal 1970 del Estado de...[cada una de las Entidades del país]. México, S.I.C., Dir. Gral. de Estadística, 1975.
22. VI Censos agrícola, ganadero y ejidal 1981. Resumen General. México, I.N.E.G.I., 1988.
23. Serie histórico estadístico de la producción pecuaria 1972-1990. México, S.A.R.H., 1991.
24. Compendio histórico estadístico del subsector pecuario. 1972-1985. México, S.A.R.H., 1988.
25. Boletín mensual de información básica del sector agropecuario y forestal. Avance a Agosto de 1992. México, S.A.R.H., 1992.
26. Información del subsector pecuario. México, S.A.R.H., 1992. [publicación periódica].
27. Síntesis Geográfica del Estado de...[cada una de las Entidades del país]. México, INEGI, (1988...).



28. Anuario Estadístico del Estado de...[cada una de las Entidades del país]. México, INEGI, 1984...1992.
29. Atlas Nacional de México. 3 Vols. México, Instituto de Geografía de la UNAM, 1990.
30. Inventarios ganaderos estatales y delegacionales 1986-1992. México, S.A.R.H. Coordinación de Asesores de la Subsecretaría de Ganadería. Base de datos, 1993.
31. Ganadería lechera nacional. Inventario y producción 1972-1990. Por Carmen del Valle; notas del autor [Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM.], 1992.
32. Producción nacional de leche bovino por tipo de hato. México, S.A.R.H., Dir. Gral. de Estadística, México, 1992.
33. Estadística del subsector pecuario en los E.U.M. 1980. Dir. Gral. de Economía Agrícola. México, SARH, 1984.
34. Estadística del subsector pecuario en los E.U.M. 1981. Dir. Gral. de Economía Agrícola. México, SARH, 1985.
35. Informe final. Contrato GAVM-92-402. Estudio de sequías en el Sistema Cutzamala, segunda etapa. Por Julián Adem y colaboradores. México, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM; 1994.
36. La producción rural en México: alternativas ecológicas. Por Victor M. Toledo, et. al.; México, Fundación Universo Veintiuno y Prensas de Ciencias, UNAM.; 1989.
37. Reforma rural y TLC. Por Bernardo Olmedo Carranza. Problemas de Desarrollo, vol. XXIII, Nº 89, abril-junio 1992, pag. 46-52.

38. El ala rota del tecnocido. Por Felipe Torres Torres. Problemas de desarrollo, vol. XXIII, N° 89, abril-junio 1992, pag.22-28.
39. El desarrollo rural y la nueva ley agraria. Por Fernando Paz Sánchez. Problemas de desarrollo, vol. XXIII, N° 89, abril-junio 1992, pag. 13-21.
40. Algunas cuestiones sobre las implicaciones del TLC en el México rural. Por Solon L. Barraclough. Problemas de desarrollo, vol. XXIII, N° 89, abril-junio 1992, pag. 53-83.
41. Los desafíos de la ganadería ante el Acuerdo de Libre Comercio. Por Michelle Chauvet.\*
42. La ganadería mexicana y el tratado trilateral de libre comercio entre México, Estados Unidos y Canadá. Por Rosario Pérez Espejo.\*
43. Algunos aspectos de la ganadería de leche en México, en el Tratado de Libre Comercio de Norteamérica. Por M. del Carmen Del Valle Rivera.\*

\* = En las memorias del XI Seminario de Economía Agrícola del Tercer Mundo. Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM. 1991.

Los siguientes títulos (44-70) corresponden a la publicación "Técnica pecuaria", del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

44. Algunos factores ambientales que afectan al crecimiento hasta el destete de animales Gyr en la región de la Huasteca Potosina. Por Vu Van Trung y O. Reynoso Campos y otros. 1986.
45. Características de manejo y de producción de bovinos en pastoreo. [Campeche]. Por J.A. Rivera Maldonado, 1988.
46. Comportamiento de becerras Cebú que consumieron paja de frijol con amoniaco o con urea en condicviones de confinamiento. [Jalisco]. Por Alvaro Jiménez Duarte, 1986.
47. Comportamiento de becerros cruzados del nacimiento al destete. Por M.V.E. Vega y U.A. Rios, 1988.
48. Comportamiento de becerros (as) Suizo Pardo, del nacimiento al destete en clima subtropical húmedo. Por C.R. Trujillo y M.A. Yáñez, 1987.
49. Comportamiento de novillos bajo dos sistemas de alimentación melaza/urea vs grano de sorgo con la utilización de dos fuentes de proteína/forraje restringido. [Chihuahua]. Por E. Lozano D. y otros, 1987.
50. Comportamiento de toretes cebú/europeo en praderas asociadas de Estrella Leucaena en época de secas. [Nayarit]. Por Francisco O. Carrete C., 1986.
51. Comportamiento de toretes y vaquillas Suizo pardo en clima subtropical húmedo. Por C.R. Trujillo y R.R.C. Calderón, 1987.
52. Crianza de becerros de razas lecheras bajo condiciones de trópico seco. Por R.R. Rubio, A.P. Guarneros y V.S. De

los Santos, 1988.

53. Desarrollo de becerras de reemplazo en praderas de Ballico Anual con diferentes suplementos. [Durango]. Por M.F. Reyes y otros, 1988.
54. Desarrollo de ganado bovino alimentado con rastrojo de maíz y subproductos de la semilla del algodón. Por A. P. Guarneros, 1988.
55. Determinación del valor nutritivo minjo perla con crias de reemplazo de bovino lechero en la comarca lagunera. [Coahuila]. Por S.F.J. Cano y otros, 1987.
56. Edad y peso a la pubertad en vaquillas de doble propósito en clima subtropical húmedo. Por R.R.C. Calderón, F.J.V. Rosete, L.J. Lagunes y R.H. Castillo, 1987.
57. Efectos ambientales que afectan el comportamineto hasta el destete de ganado Brahman e Indobrasil. Por B.E. Rojas, C.O. Reynoso, L.J. Lagunes y P.C. Vázquez, 1987.
58. Engorda de toretes con dietas basadas en bagacillo de caña tratado con urea. Por V.M. Pulido y A.J. Espinoza, 1988.
59. Engorda de toretes implantados con dietas adicionadas con monansio más bicarbonato de sodio. [Tamaulipas]. Por A.R. Guarneros y otros, 1987.
60. Engorda de vaca flaca en praderas de Ballico Anual con diferentes suplementos. [Durango]. Por M.F. Reyes y otros, 1988.
61. Evaluación del crecimiento y desarrollo de vaquillas y

- toretos de cuatro genotipos, en pastoreo rotacional con clima subtropical húmedo. Por O.G. Gleaves, 1988.
62. Evaluación financiera del desarrollo de vaquillas Holstein en praderas irrigadas. [Aguascalientes]. Por J.S. Hernández y L.M. Tiscareño, 1988.
63. Finalización de bovinos con dietas a base de paja de soya adicionados con bicarbonato de sodio. Por A.P. Guarneros, 1988.
64. Influencia de algunos factores ambientales en el comportamiento reproductivo y peso al destete de vaquillas Gyr. [Tamaulipas]. Por Alvaro Jiménez Duarte, 1986.
65. Procedencia, destino de ganado y beneficio de un rastro frigorífico. [Tamaulipas]. Por A.R. Cruz, 1987.
66. Respuesta a tres niveles de melaza en toretes de engorda en corral utilizando dietas con pollinaza. [Michoacán]. Por A. Magaña y F Rodríguez, 1986.
67. Sistema de producción de leche-carne bajo pastoreo en praderas mixtas de riego en trópico seco. Por V.M. Pulido y A.J. Espinoza, 1988.
68. Uso de implantes anabólicos y suplementos en praderas de Ballico Anual en Durango. Por M.F. Reyes, 1986.
69. Uso de tres niveles de inclusión de heno pangola o rastrojo de maíz en dietas integrales. [Tamaulipas]. Por R.R. Rubio y A.R. Guarneros, 1987.
70. Utilización de dos sistemas de pastoreo con becerras

Suizo-Pardo en zacate Estrella de Africa. [Nayarit]. Por Francisco Guevara García y otros, 1986.

-----

71. Boletines de extensión pecuaria. INIP-SARH, Jalisco, 1978.
72. Comportamiento y manejo de un hato lechero en el oriente de Yucatán. Por Efrén Hernández Reyes y Alvaro Alvarez Reina. En Memorias del III día del ganadero, Centro Experimental de Tizimín. INIFAP-SARH, Yucatán, 1985.
73. Efecto de las variaciones en la alimentación y en algunos factores climáticos en leche de vacas Holstein. [Nuevo León]. Por Angel Alberto Aguilar Bustillo, México, el autor, 1973.
74. Engorda de novillos en corral. Por Luz María Anaya Brambila. En IV día del ganadero del campo experimental pecuario de Tizimín; INIFAP-SARH, Yucatán, 1986.
75. Manejo de ganado Holstein en Estabulación continua. CIPEJ-SARH, Jalisco, 1984.
76. Memorias del primer día del ganadero. CIPEJ-SARH, Jalisco, 1980.
77. VIII Día del ganadero. Manejo y avances de investigación con ganado bovino de doble propósito. Por INIFAP-SARH, Tabasco, Méx., 1986.
78. Ier. Día del ganadero del Centro de Investigaciones pecuarias del Estado de Oaxaca, A.C., Memoria. Por INIFAP-SARH

79. 1ª Demostración ganadera de la brigada interdisciplinaria de investigación aplicada en el distrito de desarrollo rural. Por INIFAP-SARH, Tabasco, Méx., 1986.
80. Programa Ganadero Tepetzintla. III Evaluación Anual. Por INIFAP-SARH, Veracruz, 1986.
81. Reciclaje del excremento de bovino ensilado, en la alimentación de toretes. [Edo. de México]. Por Félix Heras Baroja. México, el autor, 1982.
82. II Simposium sobre ganadería tropical. Bovinos de doble propósito. INIP-SARH, Veracruz, 1983.

#### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

83. Aspectos dinámicos de la ganadería Nacional. Por Yolanda Navarro Venegas. México, el autor, 1970.
84. Biogas. Production & utilization. By Elizabeth C. Price and Paul N. Cheremisinoff. Michigan, Ann Arbor Science, 1981.
85. El desarrollo agropecuario de México, vols. II y XIII. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, S.A.R.H., 1982.
86. Engorda de ganado bovino en corrales. Por A.S. Shimada y otros. México, Ed. Consultores en Producción Animal, 1986.
87. Encuesta nacional sobre la actividad lechera. Instituto Nacional de la Leche, Subsría. de Ganadería. México, S.A.R.H., 1980.

88. Estimation of greenhouse gas emissions and sinks. Final report from the OECD experts meeting, 18-21 february 1991. Paris, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 1991.
89. La ganadería de doble propósito, su explotación en México. Por M. del Carmen E. Mendoza Ayala. México, el autor, 1989.
90. High-solids anaerobic fermentation of beef cattle manure: a bioengineering analysis. By Victor S. Luis, Jr. Nebraska, El Autor, 1983.
91. Methane emissions from livestock. By Michael J. Gibbs and Ronald A. Leng, in International IPCC Workshop. METHANE AND NITROUS OXIDE. methods in national emissions inventories and options for control.= PROCEEDINGS. Netherlands, National Institute of Public Health and Environmental Protection, 1993.
92. Producción intensiva de ganado lechero. Por Salvador Avila T. México, CECSA, 1985.
93. El Sistema Alimentario Mexicano (SAM). Sistema Global de Leche y Derivados, vol.1. México, 1980.