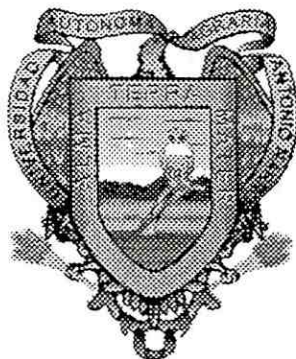


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
División Regional de Ciencia Animal**



**" Calibración y validación del modelo de
productividad caprina y su mejoramiento bajo
condiciones de la Comarca Lagunera"**

POR:

JOSÉ FILIBERTO PAREDES CADENA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2003

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
División Regional de Ciencia Animal

T E S I S

Calibración y validación del modelo de productividad caprina y
su mejoramiento bajo condiciones de la Comarca Lagunera.

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

PRESIDENTE DEL JURADO


DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL


M.V.Z. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA



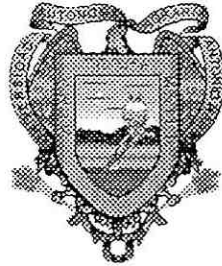
Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

UAAAN - UL

NOVIEMBRE DE 2003

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

División Regional de Ciencia Animal



TESIS

JOSÉ FILIBERTO PAREDES CADENA

Calibración y validación del modelo de productividad caprina y su mejoramiento bajo condiciones de la Comarca Lagunera.

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ ASESOR


DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

ASESOR PRINCIPAL

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
División Regional de Ciencia Animal**

TESIS

JOSÉ FILIBERTO PAREDES CADENA

Calibración y validación del modelo de productividad caprina y su mejoramiento bajo condiciones de la Comarca Lagunera.

**TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE
ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESIDENTE :



DR. JESUS ENRIQUE CANTU BRITO

VOCAL:

M.C GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ

VOCAL:

M.C JORGE ITURBIDE RAMIREZ

VOCAL SUPLENTE:



ING. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

POR HABERME ACOMPAÑADO Y AYUDADO EN LOS DIAS MALOS Y BUENOS DÁNDOME SALUD Y FUERZA PARA SEGUIR CON MIS ESTUDIOS Y POR PONERME FRENTE A TANTA GENTE DURANTE ESTA ETAPA DE MI VIDA.

A LA U.A.A.A.N. POR DARME LA OPORTUNIDAD DE FORMARME PARA MI VIDA PROFESIONAL, SIEMPRE ESTARÁ EN MI CORAZÓN.

A MI ASESOR EL DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO POR SU GRAN AYUDA EN LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO PUES POR ÉL ESTE CULMINO EXITOSAMENTE.

AL JURADO DE MI EXAMEN PROFESIONAL POR SUS SUGERENCIAS, OBSERVACIONES Y CORRECCIONES EN LA REVISIÓN DE ESTE TRABAJO, A TODOS MUCHAS GRACIAS

DEDICATORIAS

A MIS PADRES :

FILIBERTO PAREDES RAMÍREZ Y DOMINGA CADENA HERRERA QUE CON SU GRAN APOYO, CONFIANZA Y SACRIFICIO ESTÁN VIENDO QUE UNO DE SUS FRUTOS DE ESTA FAMILIA PAREDES CADENA, HA TERMINADO CON LA REALIZACIÓN DE UNA CARRERA PROFESIONAL, YO SÉ QUE PASARON DÍAS DIFÍCILES Y AUN ASÍ EXISTIERON PARA MI, GRACIAS.

A MIS HERMANOS:

LUIS (BETO), ALDO, ALAN, EVELYN Y JUANITO; QUE FUERON MI MOTIVACIÓN PARA SEGUIR ADELANTE, ESTANDO DISTANTE DE TODOS ELLOS EN VERDAD QUE NECESITÉ MAS DE UNA VEZ DE SU COMPAÑÍA

A MIS ABUELOS Y TÍOS

A MIS COMPAÑEROS:

DE SECCIÓN CON LOS QUE COMPARTÍ UNA ETAPA EXTRAORDINARIA EN MI VIDA Y SER MI FAMILIA DURANTE MI TRAYECTORIA POR ESTA UNIVERSIDAD, DICIÉNDOLES QUE SIN DUDA FUE EL MEJOR GRUPO QUE PUDO EXISTIR EN EL MUNDO

**Y A TODA LA GENTE QUE INTERVINO DIRECTA E INDIRECTAMENTE DURANTE ESTE TIEMPO Y QUE DE UNA BUENA O MALA MANERA AYUDARON A IMPULSARME PARA LOGRAR MI PROPÓSITO, EL DE SER UN MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.
GRACIAS.**

ÍNDICE GENERAL

	Página
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
Hipótesis	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Importancia de la ganadería caprina en el mundo	5
Importancia de la ganadería lechera en la Comarca Lagunera.	11
Modelos de simulación aplicados a la ganadería	14
MATERIALES Y MÉTODOS	23
Características de la Región Lagunera	23
Localización del estudio	26
Duración del estudio	26
Materiales	27
Métodos	27
Características del Modelo de Productividad Caprina Ver 1.1...	29
Escenarios	35
Análisis de sensibilidad	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39

Resultados del escenario uno	39
Resultados del escenario dos	43
Resultados del escenario tres	47
Resultados del escenario cuatro	50
Resultados del escenario cinco	54
Resultados de la matriz de salida	58
CONCLUSIONES	61
LITERATURA CITADA	63

ÍNDICE DE CUADROS

NÚMERO		PÁGINA
1	Principales indicadores de la situación actual de la ganadería caprina a escala nacional de 1990-2000.....	10
2	Número inicial de animales en la explotación, cabras multíparas, cabras primíparas y sementales.....	31
3	Parámetros productivos y reproductivos de la explotación que se utilizaron para predecir el comportamiento del hato y para obtener la eficiencia de la misma.....	32
4	Ingresos por ventas de productos, costos de alimentación, inversión fija y diferida así como la Tasa interna de Retorno (T.I.R.).	33
5	Esquema que muestra la forma en que están estructurados los componentes del modelo en la hoja de calculo de Excel.....	35
6	Escenarios realizados para evaluar el desempeño del modelo modificado del M.P.C. Ver 1.1 para las condiciones de la Comarca Lagunera en el año 2003.....	37
7	Resultados obtenidos en la matriz de salida en el año cinco de los distintos escenarios para evaluar el desempeño del modelo de productividad caprina Ver. 1.1..	58

ÍNDICE DE FIGURAS

NÚMERO		PÁGINA
1	Inventario ganadero y número de cabras en producción en la Comarca Lagunera del año 2000 al 2002 (SAGARPA, 2003)	13
2	Producción de litros de leche anual y valor de la producción caprina en la Comarca Lagunera del año 2000 al 2002 (SAGARPA, 2003).	14
3	Resultados de la matriz de salida denominada "MASAMODERE" que incluye la mortalidad (a), los desechos (b) y del número de cabras preñadas, nacencias y animales destetados (c) obtenidos en la proyección a cinco años en el escenario uno con el MPC Ver 1.1 en la Comarca Lagunera en el año 2003.....	43
4	Resultados de la matriz de salida denominada "MASAMODERE" que incluye la mortalidad (a), los desechos (b) y del número de cabras preñadas, nacencias y animales destetados (c) obtenidos en la proyección a cinco años en el escenario dos con el MPC Ver 1.1 en la Comarca Lagunera en el año 2003.....	44
5	Resultados de la matriz de salida denominada "MASAMODERE" que incluye la mortalidad (a), los desechos (b) y del número de cabras preñadas, nacencias y animales destetados (c) obtenidos en la proyección a cinco años en el escenario tres con el MPC Ver 1.1 en la Comarca Lagunera en el año 2003..	48

- 6 Resultados de la matriz de salida denominada “MASAMODERE” que incluye la mortalidad (a), los desechos (b) y del número de cabras preñadas, nacencias y animales destetados (c) obtenidos en la proyección a cinco años en el escenario cuatro con el MPC Ver 1.1 en la Comarca Lagunera en el año 2003.. 51
- 7 Resultados de la matriz de salida denominada “MASAMODERE” que incluye la mortalidad (a), los desechos (b) y del número de cabras preñadas, nacencias y animales destetados (c) obtenidos en la proyección a cinco años en el escenario cinco con el MPC Ver 1.1 en la Comarca Lagunera en el año 2003.. 55

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna en colaboración con productores caprinos de explotaciones intensivas de la Comarca Lagunera representativas del sistema, y realizó de octubre de 2002 al octubre de 2003.

El objetivo de esta investigación consistió en realizar una calibración y validación comprensiva del Modelo de Productividad Caprina Ver. 1.0 así como su mejoramiento bajo las condiciones de la Comarca Lagunera, utilizando tres épocas de empadre.

El modelo se calibró y diseño empleando hojas de calculo de Excel para crear matrices de entrada y una matriz de salida que permitieran analizar los distintos escenarios que se propusieron para evaluar el desempeño del modelo en este proyecto. Se realizaron encuestas directamente en las explotaciones intensivas de los productores con el fin de recabar información real de la región sobre el sistema de producción de leche, y sobre todo la obtención de valores de parámetros tanto productivos como reproductivos, y épocas de empadre que fueron necesarios para alimentar el modelo.

Para evaluar el funcionamiento del modelo se realizaron escenarios con los valores máximos y mínimos (umbrales) y proceder a realizar un análisis de sensibilidad para lo cual se utilizó como marco de referencia la Tasa Interna de Retorno (TIR) algunos de los elementos fueron: precio del heno de alfalfa, producción de leche de primíparas y multíparas, precio del cabrito y precio de la leche a la venta, con el objeto de alimentar los datos de entrada en el modelo para diferentes escenarios y obtener en cada uno de ellos la tasa interna de retorno con el objetivo principal de obtener las matrices de salida y analizar el desempeño del modelo que permita determinar el flujo de inversiones del proyecto, durante su vida útil.

Además dentro del mejoramiento del modelo se incluyó una matriz de salida que proporciona información sobre la mortalidad, ventas y parámetros reproductivos. Para evaluar el desempeño del modelo mejorado del MPC Ver 1.1 se llevaron a cabo algunos escenarios (Cuadro 6) modificando solamente los valores de los parámetros reproductivos, % de reemplazo de hembras de pie de cría, % de cabritos, y manteniendo constante el número inicial de cabras de la explotación con 200 cabras multíparas y 100 cabras primíparas con una proporción de hembras por macho de 25.

Tres importantes valores de parámetros de decisión fueron considerados en el análisis de los escenarios:

- 1.- Valores de parámetros reproductivos;
- 2.- Producción de leche por día de cabras multíparas y primíparas;
- 3.- El precio de venta de la leche.

Los resultados obtenidos muestran que el escenario uno es el que muestra los más bajos rendimientos en lo que a la Tasa Interna de Retorno (TIR) se refiere con el -5% seguido del escenario cinco con cero % de TIR, siendo el mejor escenario el cuatro el cual es el que mostró tener la mayor TIR con un 8%.

Los resultados indican que la TIR es influenciada grandemente por los valores de tres variables las cuales son: La producción de leche de las cabras, el precio de la leche y el precio del kilo de heno de alfalfa que ya se había demostrado en la versión 1.0

Se puede concluir que la producción de leche por cabra por día es probablemente el factor que más influya sobre las utilidades de una explotación, por lo que se hace necesario en estudios posteriores realizar un análisis por separado y con mayor detalle de los componentes reproductivos y productivos del modelo.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se ha iniciado un proyecto a gran escala para el desarrollo de la caprinocultura a nivel Comarca Lagunera por lo que se ha iniciado un proceso de gran expansión de establecimiento de hatos caprinos bajo condiciones intensivas con el objetivo principal de producir leche de cabra dentro de un sistema de producción que sea rentable y al mismo tiempo eficiente en el proceso de transformación de alimentos y forrajes a leche. Para lograr lo anterior se hace necesario programar las actividades dentro del sistema de producción de leche de cabra de una manera lógica y ordenada y sobretodo de manera integral de tal forma que se puedan monitorear la eficiencia de cada uno de los procesos de producción desde la selección de los animales, el establecimiento de los empadres hasta el destete y la siguiente lactación.

Para lograr lo anterior se hace necesario contar con herramientas analíticas y la aplicación del concepto de "Sistemas" para estar en condiciones de poder analizar los distintos componentes del sistema de producción que permitan de manera integral ser un auxiliar muy valioso para la toma de decisiones por parte de los productores de leche de cabra.

Una de las alternativas importantes del desarrollo de la tecnología en las explotaciones caprinas lo representa la utilización de modelos de simulación que permitan llevar a cabo un análisis integral de la eficiencia del sistema de producción de leche en explotaciones caprinas intensivas que le permitan al

productor poder predecir el comportamiento de algunos componentes principales del sistema o bien una parte de ellos con el fin de poder realizar con mayor precisión la toma de decisiones y así contribuir al mejoramiento de la eficiencia de dichas explotaciones.

Una de las alternativas para hacer mas eficiente el manejo y por lo tanto la rentabilidad de las explotaciones caprinas es por medio de la utilización de herramientas analíticas de predicción que permitan conocer el comportamiento tanto productivo como reproductivo del hato, así como el poder integrar los diversos componentes, etapas y fases que conforman el sistema intensivo de producción de ganado caprino. Entre estas herramientas se tienen los modelos de registro y programas de computadora que permiten conocer con precisión la eficiencia futura de las distintas etapas de la explotación.

En consecuencia es importante desarrollar herramientas analíticas para poder evaluar y analizar los sistemas de producción antes de poner en practica algunos alternativas de producción y el mejoramiento de algunos parámetros productivos y reproductivos, esto a través del uso de escenarios que pueden ser procesados por medio de un modelo de productividad caprina el cual puede predecir el comportamiento final del sistema a través del tiempo.

El presente proyecto de investigación tiene como alcance principal el realizar la calibración y validación del Modelo de Productividad Caprina Ver. 1.0 desarrollado por Chavira y Cantú en el 2002, así como mejorar algunos de sus

componentes como el estructurar el modelo para establecer tres épocas de empadre a lo largo del año.

Objetivos

El objetivo que se pretende en esta investigación consiste en realizar una calibración y validación comprensiva del Modelo de Productividad Caprina Ver. 1.0 así como su mejoramiento bajo las condiciones de la comarca Lagunera, utilizando tres épocas de empadre.

Los objetivos específicos son:

- 1).- Mejorar la estructura del M.P.C. incluyendo tres épocas de empadre a través del año incorporando en la matrices los cambios necesarios para su funcionamiento.
- 2).- Calibrar el modelo de acuerdo a las condiciones de la Comarca Lagunera.
- 3).- Evaluar el potencial del M.P.C. para simular la composición del hato, obtención de la eficiencia reproductiva, producción de leche y la tasa interna de retorno (T.I.R.).
- 4).- Realizar un análisis de sensibilidad para identificar los parámetros que son más sensibles en las salidas del modelo.

Hipótesis

Es posible con el uso del Modelo de Productividad Caprina predecir el funcionamiento de los principales componentes en una explotación caprina y que permita ser una herramienta analítica en la toma de decisiones.

Importancia de la ganadería caprina en el mundo

El valor de la leche de cabra para la nutrición humana ha recibido muy poca atención, sin embargo, en efecto el papel de la leche de cabra para la alimentación humana ha empezado a tener gran atención y la muestra esta en la creciente industria lechera seguida de la industria de la ganadería bovina de leche (Haenlein, 2001).

Mientras que la composición genética de las poblaciones de ganado han cambiado drásticamente, las poblaciones de pequeños rumiantes no han cambiado mucho, así que la ganadería de pequeños rumiantes de traspatio juega un papel muy importante que permite la explotación de áreas rurales de bajo potencial y zonas de esquilmos y puede ser una de las actividades sencillas o simples más importantes de muchas regiones áridas y semiáridas de México y del mundo (Boyazoglu and Morand-Fehr, 2001).

A nivel mundial la población caprina promedio de 1995-1997 era de 676.7 millones de cabras, y en los años 1998, 1999, 2000 y 2001 era de 696, 708, 715, y 740 millones de cabezas respectivamente (FAO, 2001).

La producción de leche de la población de ganado caprino en los países desarrollados no ha tenido incrementos significativos en los últimos 28 años de 1980 a 1998 ya que a nivel mundial en 1980 existían aproximadamente 1.8 millones de toneladas en esos países, en 1990 había 2.1 millones y en 1998 2.2

millones de toneladas de leche de caprinos, sin embargo en los países subdesarrollados o en vías de desarrollo la población muestra cambios dramáticos ya que en 1980 existía una producción de 5.8 millones de toneladas, en 1990, 7.8 y en 1998 10 millones de ton de leche de ganado caprino (FAO, 1999).

Desde que la provisión de leche de vaca es más barata y disponible que la de cabra, el reto es demostrar que existen buenas razones para producir leche de cabra razón por la cual muchos productores de caprinos están iniciando y tomado auge en este negocio. A pesar de la ausencia de una organización en infraestructura de los productores de leche de cabra en los Estados Unidos, cada vez son más las explotaciones comerciales que han progresado con éxito en el mercadeo de la producción de leche en los años recientes (Hankin, 1992).

En los Estados Unidos se han establecido significativamente nuevos centros de investigación en Texas, California, Oklahoma, Georgia, Florida entre otros que han permitido el avance de nuevas tecnologías en la producción de leche de cabra, además de aspectos como la fisiología, bioquímica, y aspectos veterinarios. El Journal Small Ruminant Research se ha venido estableciendo como el portavoz de la asociación internacional de Caprinocultores a partir del año de 1988 (Hankin, 1992).

El incremento de la producción de leche de cabra en muchos países de Europa y en especial en Francia ha alcanzado hasta las 18,000 toneladas de

queso el cual es importado a los Estados Unidos de América con un valor que actualmente excede los 70 millones de dólares (Sakul et al., 1999).

En el oeste de Francia, en los sistemas altamente tecnificados e intensivos se ha identificado que un trabajador puede manejar un hato de 140 cabras que tiene la capacidad de producir 100,000 litros de leche por año lo que representa una producción de 725 litros por cabra por año (Malher et al., 2001).

De acuerdo con datos de la FAO (1999), la producción mundial de carne de caprino para el año 1998 fue de 3.6 millones de toneladas. China, Pakistán y la India aportan más del 50 por ciento de la producción mundial de carne, mientras que México tan solo aporta el 1.03 por ciento quedando en el dieciseisavo lugar mundial (F.A.O., 1999).

La demanda de la carne y leche de cabra en los Estados Unidos y México a continuado incrementándose dramáticamente en las últimas dos décadas. El número de cabras se ha incrementado en cuatro veces durante ese periodo y ha sido uno de los sectores que ha mostrado un aumento significativo comparado con las vacas y ovejas. Desde el inicio de la década la importación de carne congelada de caprinos se ha incrementado drásticamente mientras que la exportación de carne de cabra ha disminuido cuadráticamente (Gipson, 1998).

Como ejemplo en 1996 el valor de los productos importados excedió los \$ 5 millones de dólares, ese año los Estados Unidos importaron carne de cabra de

dos países, Australia y Nueva Zelanda siendo Australia el proveedor con un 91%. La carne de cabra que una vez se exportó hoy en día se está utilizando para satisfacer la demanda interna. El incremento de la demanda interna en los Estados Unidos se debe en parte a la creciente población inmigrante de hispanos, musulmanes y caribeños los cuales prefieren el famoso cabrito de leche al pastor o en piezas o cortes que se han desarrollado dentro de las cadenas de autoservicios y supermercados (Gipson, 1998).

El interés en los Estados Unidos en la producción de carne de caprinos y su incremento es debido al aumento del interés en la agricultura sostenible y en la diversificación de los sistemas y principalmente por la introducción de cabras de la raza Boer de Sur África (Paschal, 1998). El mejoramiento genético en caprinos también ha tomado auge ya que anteriormente no se consideraba ningún a muy poco interés en el tamaño y calidad de la canal producida. Actualmente el interés por la carne de cabra los productores han utilizado sistemas de cruzamiento con razas nubias para mejorar las características de los hatos ya existentes. Lo anterior ha traído como consecuencia que se estimule el interés en algunas áreas del conocimiento como la nutrición, la sanidad, genética, reproducción, instalaciones y control de depredadores (Wiggans and Hubbard, 1998).

Por otro lado el incremento de la producción de leche de ovinos y caprinos está tomando un lugar preferente en muchos países de Europa, Asia y el Medio este. En el año de 1990 se produjeron más de 18,000 toneladas de queso de cabra y oveja, leche que fue importada dentro de los Estados Unidos con un valor

cercano a los 70 millones de dólares. En Norte América no había existido interés por este tipo de leche sino hasta el año de 1984 cuando se desarrollo el primer programa de investigación en ganado ovino lechero iniciado en la Universidad de Minnesota y se empezaron a desarrollar oportunidades y empresas en ganadería lechera (Sakul, et al., 1999).

En lo correspondiente a la producción de carne de caprino en México las estadísticas de la F.A.O., mencionan que en ocho años nuestro país solamente ha crecido en 1,800 toneladas de carne; sin embargo se registran en los años 1992 y 1993, 42 y 41 mil toneladas respectivamente.

En México es común que el objetivo central de los caprinocultores sea el de multiplicar el número de cabezas sin existir lineamientos definidos de explotación, lo que predispone a que la producción no se la adecuada para satisfacer la demanda nacional en la que se observa una participación significativa de productos importados sobre todo desde 1996 a la fecha, variando desde 3.9 a 5.5 por ciento en la producción nacional de carne (SIAP, 2001a).

Respecto a la producción de leche en México las estadísticas indican una producción de 131,177 mil litros para el año 2000 encontrando que en el año de 1992 fue en el que se alcanzo la máxima producción de leche con 174,878 mil litros (SIAP, 2001b).

En el Cuadro 1 se pueden observar algunos de los principales indicadores de la situación actual de la ganadería caprina a escala nacional en los últimos años, haciendo énfasis en el crecimiento de la producción de leche puesto que esta es la actividad que representa la principal fuente de ingresos de las explotaciones encontradas en la zona de estudio.

CUADRO 1. Principales indicadores de la situación actual de la ganadería caprina a escala nacional de 1990-2000.

Años	Población Ganadera Caprina	Animales Sacrificados	Producción de leche	% de aumento anual	Producción de Carne en Canal	Producción de Ganado en Pie
1990	10,438,999	2,407,000	124,391		36,102	75,455
1991	10,051,386	2,616,000	130,657	5%	39,314	84,635
1992	9,736,191	2,900,000	174,878	25%	42,893	92,644
1993	10,377,844	2,721,000	151,144	-16%	41,494	85,239
1994	10,259,292	2,416,000	141,330	-7%	38,699	82,276
1995	10,133,013	2,481,000	139,049	-2%	37,678	77,120
1996	9,566,691	2,111,000	122,925	-13%	35,879	72,036
1997	8,923,300	2,194,000	120,925	-2%	38,269	69,239
1998	9,039,907	2,490,000	127,744	5%	38,264	76,513
1999	9,068,435	2,380,234	130,998	2%	37,431	74,597
2000	N.d.*	2,509,516	131,177	0%	38,760	76,551

* N.d.= No disponible

Importancia de la ganadería caprina en la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se encuentra enclavada en las zonas áridas y semiáridas en la parte central de la porción norte de la República Mexicana, caracterizada por ser una región que dadas sus condiciones ecológicas y climáticas está dedicada altamente a la actividad agropecuaria y en donde el sistema de producción de ganado caprino bajo condiciones intensivas empieza a manifestar un considerable incremento en el número de hatos por lo que la producción de leche de cabra destaca como uno de los principales atributos sin menospreciar algunos subproductos como la producción de cabritos y pieles entre otros, además de ser fuente de ingresos y de trabajo para mucha gente de las zonas ejidales.

Actualmente la Comarca Lagunera esta incrementando drásticamente la población de ganado caprino con la introducción de animales internados a la región de otros países como los Estados Unidos y Australia. Dentro de las principales razas consideradas se tienen la Saanen y Alpina Francesa cuya función zootécnica principal es la producción de leche de buena calidad y con un excelente porcentaje de grasa.

La introducción de animales de razas puras a la región tiene como objetivo principal el competir por la producción de leche de cabra con alto porcentaje de grasa (4.5%) ya que actualmente el mercado de la leche de cabra ha iniciado un

gran auge requiriéndose aproximadamente por día una producción de 250,000 litros de leche solamente en la región Lagunera.

Los datos a escala regional contrarrestan la tendencia de la mayoría de los caprinocultores a nivel nacional de multiplicar el número de cabezas sin existir lineamientos definidos de explotación. La Comarca Lagunera a pesar de haber disminuido la cantidad de cabezas explotadas, la producción de leche ha aumentado año con año y a pesar de haber reducido la cantidad de animales sacrificados la cantidad de carne producida no ha dejado de aumentar de 1997 a la fecha, debido al mejoramiento genético, mejora en el manejo del hato, en su alimentación, y la tecnificación de los hatos de la región.

La población estimada de ganado caprino en el año 2002 fue de aproximadamente 476,494 cabezas de ganado, distribuyéndose 241,475 en la Comarca Lagunera de Durango y 235,019 en la Comarca Lagunera de Coahuila, con una producción de 71 millones de litros y 399,019 cabezas sacrificadas, (Figura 1) lo que tiene un impacto en la economía regional anual de \$285 millones de pesos (Figura 2) (SAGARPA, 2003; SIAP, 2001c).

Para lograr ser competitivos y ser eficientes en los sistemas de producción de leche intensiva se hace necesario y casi obligatorio el uso y manejo de sistemas de producción de tal manera que el productor pueda conocer y entender el proceso de producción de leche y que tenga la habilidad de reconocer en cual de

las fases o etapa de los procesos son los de mayor importancia en la toma de decisiones.

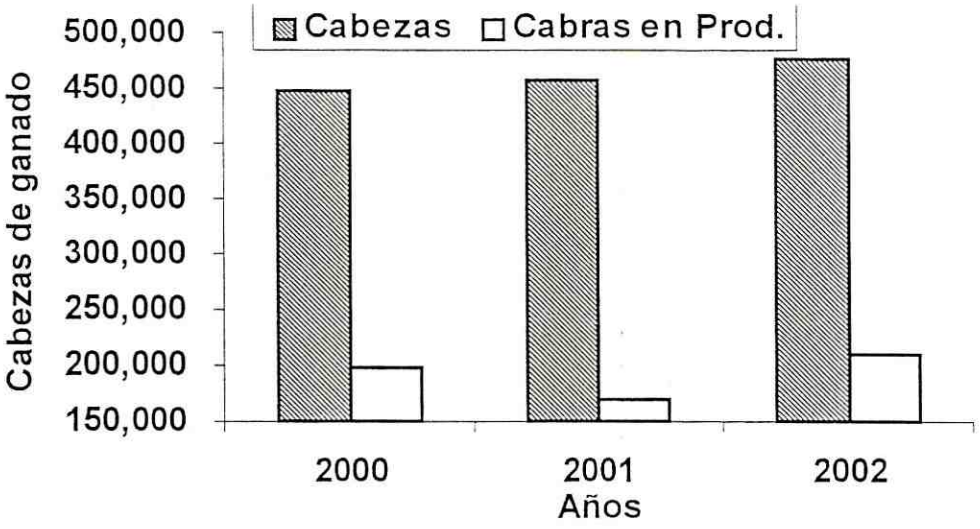


Figura 1. Inventario ganadero y número de cabras en producción en la Comarca Lagunera del año 2000 al 2002 (SAGARPA, 2003).

El conocer una explotación de manera integral permite al productor detectar etapas críticas dentro del sistema, tomar decisiones, y buscar alternativas de solución en cada una de las fases como son: Alimentación por etapas, reproducción del macho y la hembra, animales en desarrollo, sanidad, administración, y el manejo de las distintas fases de desarrollo de los animales.

Respecto a los modelos de simulación desarrollados para los sistemas pecuarios indican un periodo relativamente corto de 30 años de historia de los modelos de simulación en áreas agropecuarias por computadora estableciendo los principios y técnicas del conocimiento sobre el crecimiento y desarrollo

cuantificado de los diversos sistemas de producción en el cual pueden estar incluidos códigos de computadora para simular las interacciones entre los animales, la alimentación, la reproducción, y el manejo (Acock et al., 1999).

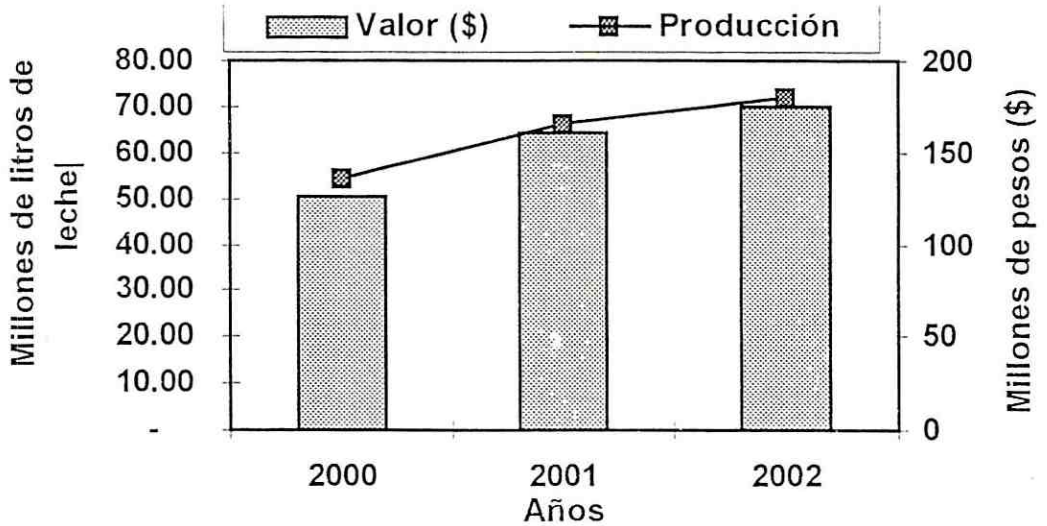


Figura 2. Producción de litros de leche anual y valor de la producción caprina en la Comarca Lagunera del año 2000 al 2002 (SAGARPA, 2003).

Modelos de simulación aplicados a la ganadería

El desarrollo de modelos de simulación en áreas específicas de la producción como es la ganadería caprina representan una herramienta analítica que el productor puede emplear para incrementar la eficiencia del sistema o alguna de sus fases y al mismo tiempo poder tomar decisiones encaminadas a aumentar tanto la producción como a disminuir los costos.

Los divergentes puntos de vista en la toma de decisiones en los sistemas de producción de leche de cabra algunas veces parecen encontrados o lo que es peor parecen estar incrementando la polaridad. Un sistema de producción sostenible de producción caprina debe ser aquel que considere la conservación de los recursos naturales, debe ser biológica, económica y socialmente sostenible. Aquí es donde los científicos y docentes han históricamente tenido un papel importante en el desarrollo de nuevas tecnologías que enfatizan la sostenibilidad tanto biológica como económica pero actualmente se han incorporado otros nuevos conceptos como son la sostenibilidad social y del ambiente (Hudson, et al., 1998).

Los cambios en los valores públicos y las percepciones sobre el uso de la tierra y la protección de los recursos naturales están forzando a los científicos y universidades a re-evaluar los paradigmas tradicionales. La comunidad de la ciencia animal a incrementado su relación con las ciencias sociales y biológicas lo que permite que el proceso de la toma de decisiones sea más lógico e incluya la conservación de los recursos naturales (Gipson, 1998).

Los modelos de simulación multi-objetivos o multi-tratamientos han permitido la estimación simultanea de procedimientos o procesos de porciones del sistema de producción permitiendo cuantificar diversas actividades dentro de la explotación como la dinámica del hato caprino, número de cabezas, parámetros reproductivos, parámetros productivos, utilidad neta entre otros (Sakul et al., 1999).

Los modelos mixtos han permitido evaluar y estimar la obtención de valores de parámetros de cruzamientos, razas, habilidad para la producción de leche, porcentaje de grasa en leche, proteína y lactosa en algunas razas de ovinos como la Romanov, Suffolk y Targhee con lo que se permite evaluar objetivos múltiples y en ciertas condiciones objetivos encontrados, por lo que el uso de este tipo de modelos permite al productor poder realizar un análisis global de su explotación antes de una toma de decisiones (Sakul et al., 1999).

Los modelos aplicados en la producción animal permiten la evaluación simultánea de sementales, hembras, crías y los efectos aditivos del mérito genético. Los animales sin estadísticas también pueden ser evaluados usando la información de sus hermanos y medios hermanos. En Francia se han utilizado modelos para evaluar la eficiencia y estimar el valor productivos de ciertas razas. Los resultados de estas investigaciones indican que el uso de modelos de simulación es más eficiente que el uso de métodos convencionales (Sakul et al., 1999).

Hudson et al. (1998) mencionan que tanto los investigadores, científicos y educadores deben desarrollar nuevas tecnologías y herramientas de manejo para poder auxiliar en la toma de decisiones en los procesos públicos para hacer más eficientes los sistemas de producción y disminuir los impactos negativos al ambiente.

Se han desarrollado diversos modelos y aplicaciones en las distintas áreas de la producción animal así por ejemplo Rumph et al., (2002) utilizaron modelos para comparar la estimación de los parámetros genéticos en bovinos de carne al alcanzar su peso a la madurez, encontrando que a través del uso de modelos se puede seleccionar con mayor precisión a las hembras que serán utilizadas como reproductoras, además de que el peso a la madurez es una característica altamente heredable que puede ser incluido en los programas de selección.

Rumph et al. (2002) compararon varios modelos para evaluar la estimación de parámetros genéticos en ganado adulto de la raza Hereford, encontrando que los modelos proporcionan excelente información para la toma de decisiones al momento de la selección por parte de los productores.

Watts (1998), diseñaron un modelo para simular el comportamiento de los animales, esto es significativo debido a que simular un proceso activo cognositivo que representa la actividad del animal, la cual es un elemento importante de la etiología.

Blackburn (1995) utilizo un modelo mecanistico de simulación por computadora para evaluar el potencial y desventajas de la raza Boer en términos de productividad del hato, e individual utilizando la simulación de funciones biológicas de la labor como crecimiento, lactación, reproducción y consumo de alimento. El modelo simula la tasa de destete basado en los parámetros reproductivos así como permite la evaluación de la dinámica del hato. Además que

permite simular los costos durante proceso de producción y simular la adopción de nuevas razas y sistemas de manejo.

Finlayson, et al. (1995) desarrolló y utilizó un modelo cuantitativo para el pastoreo de Ganado ovino evaluando las interacciones entre el estado físico del animal y la calidad y producción del forraje seleccionado en la dieta de los animales así como los niveles de consumo. El modelo estima en el fraccionamiento de la energía para mantenimiento, preñez, lactancia y crecimiento.

Cacho et al. (1995) utilizando el modelo "Model of Grazing Sheep II." Describieron a través del mismo el crecimiento de la pradera, reproducción de los animales y componentes del manejo de la explotación.

Schaik et al. (2001) utilizaron un modelo para toma de decisiones con implicaciones económicas y prevención de enfermedades en el ganado. Las implicaciones económicas en sistemas intensivos no siempre son visibles para los productores, por lo que se requieren adaptaciones de manejo para las diferentes partes de la explotación, lo anterior se puede lograr utilizando modelos de simulación.

McPhee (1996) utilizó un modelo de soporte de toma de decisiones (DSS) (Decisión Support System por sus siglas en inglés) que permite simular la producción de ovinos y la pradera y se desarrolló en regiones lluviosas del sureste

de Australia. El modelo simula tanto la economía como la situación biológica de ganado ovino denominado SheepO Versión 4.0. el cual utiliza una estructura común para producción de la pradera y la producción de ovinos.

Otro modelo diseñado fue el DAP-Simulator desarrollado por Chawatama et al. (2000) el cual tiene como objetivos proporcionar información sobre la toma de decisiones en la planeación y desarrollo de estrategias, en la evaluación de diferentes estrategias para mejorar la eficiencia de la producción.

Pulina et al. (1999) diseñaron un modelo simple para evaluar la capacidad de carga de un sistema complejo en regiones semiáridas y subhúmedas del sureste de África. Este modelo permite tomar decisiones principalmente a nivel región por lo servicios de extensión.

Los modelos de simulación permiten simular un problema de manejo complejo en una salida relativamente simple, permitiendo proveer información de un problema de manejo complejo. El modelo debe representar el problema actual de la explotación y debe de ser capaz de evaluar un amplio rango de estrategias. (Schaik et al., 2001).

Las estrategias de manejo pueden ser evaluadas utilizando la simulación u optimización. Los modelos de simulación son desarrollados para una situación específica y permite el estudio del impacto de un amplio rango de estrategias de manejo.

Herrero et al. (1999) utilizaron un modelo multi-criterio para evaluar escenarios de manejo en explotaciones lecheras permitiendo el conocimiento básico de los principales componentes de la explotación para la toma de decisiones.

Blackburn y Cartwright (1987) diseñaron un modelo en el cual describieron y validaron un modelo de simulación para caprinos en el cual los animales son individualmente simulados. Así mismo el modelo simula las funciones biológicas de una cabra como son crecimiento, lactación, reproducción y consumo de alimento. El modelo de simulación funciona basándose en el funcionamiento reproductivo. Este modelo requiere de parámetros de entrada tanto para genotipo y condiciones de manejo y alimentación.

Castelan *et al.* (2001) diseñaron un sistema de reporte de decisiones con el fin de tener información en el proceso de toma de decisiones simulando dos procesos biológicos, uno del cultivo del maíz y el segundo un modelo biológico de simulación para vacas lecheras

Salinas *et al.* (1999) construyeron un modelo de simulación para el análisis económico en un sistema de producción caprino-agrícola. Utilizaron además programación lineal para optimizar los ingresos netos del sistema. Varios escenarios fueron generados variando el precio del escenario y el uso de tecnología.

Otro modelo de simulación desarrollado para incrementar la productividad del sistema de producción caprina en los trópicos fue desarrollado por Bosman *et al.* (1997) el cual es un modelo dinámico, estocástico que ha sido desarrollado para generar respuestas a recomendaciones de los modelos de sistemas de ganado en el cual se interrelacionaban parámetros de producción y su efecto sobre la productividad. El modelo simula el desarrollo del animal individual dentro del hato por lo tanto el efecto de los cambios en el consumo de alimento o de la dinámica del hato en las características de producción, y por lo tanto la productividad puede ser mejorada (Bosman *et al.*, 1997).

Invasiones biológicas crean serios problemas de conservación en escalas locales y globales, y decisiones a cerca de su manejo requiere evaluación de las consecuencias ambientales de expandir una población. Un modelo de simulación fue usado par evaluar las interacciones nivel de población de ovejas y cabras (Gross, 2001).

Por lo anterior el enfoque de sistemas es una herramienta muy útil que puede contribuir favorablemente en la toma de decisiones y evaluar e identificar distintas alternativas de producción lo representa el uso de modelos de simulación cuyo fin y uso principal es la predicción del comportamiento de los distintos componentes bajo distintos escenarios y condiciones, todo ello con el propósito de contribuir a ser más eficientes e incrementar la producción de un sistema de producción.

Existen en el mercado otros modelos que han sido desarrollados para bovinos, ovinos y caprinos, estos modelos son comerciales y proporcionan a los productores alternativas para un mejor empleo de sus recursos. Uno de esos modelos se conoce con el nombre de Ranch Vision, producto de "Servicios Veterinarios Avanzados" desarrollado en California. Harper menciona que en Ranch Vision es un programa de computadora que ayuda a los productores y a los estudiantes de ciencia animal a aprender como manejar mejor la administración de los ranchos (Harper, 2000).

En cualquier país, tanto la producción como la calidad del producto obtenido a un costo razonable debe ser la principal meta del productor. El objetivo debe ser buscar siempre el tener una mayor eficiencia sin incrementar el costo de producción y haciendo un uso más eficiente de los recursos disponibles. Por lo tanto estudios tendientes a realizar evaluaciones que revelen el estado actual de la eficiencia del sistema de producción de leche de cabra en la región cobran singular importancia.

En base a lo anterior, el presente trabajo de investigación tiende a obtener un modelo de simulación que permita predecir el comportamiento de algunos de los componentes más importantes del sistema de producción caprina como herramienta analítica auxiliar en la toma de decisiones.

Características de la Región Lagunera

La Región Lagunera, está localizada en la región semidesértica del norte de México y comprende las porciones en la parte Suroeste del estado de Coahuila y Noroeste del estado de Durango, ubicada geográficamente entre los meridianos $102^{\circ}15'36''$ y $104^{\circ}45'36''$ de Longitud Oeste y entre los paralelos $24^{\circ}22'12''$ y $26^{\circ}47'24''$ de Latitud Norte (PROGRESA, 1995), constituyéndose de cinco municipios del estado de Coahuila y diez del estado de Durango, y cuya extensión territorial comprende una superficie de 47,887.50 kilómetros cuadrados.

Los climas principales de acuerdo a la clasificación climática de Koeppen, modificada por García, los climas principales son de estepa (BS) y desértico (BW), los cuales van desde muy secos a secos y de muy cálidos a templados, con deficiencias de lluvia en todas las estaciones, y con lluvias en verano en todos los casos. La región se clasifica como un ambiente subtropical ya que en algunos meses la temperatura es inferior a los 18°C pero superior a los 5°C . La temperatura media anual de la región es de 20.6°C con un rango de 18.7 a 21.3°C .

La precipitación anual es de 220 mm., ésta varía de 77.8 mm como mínima y una máxima de 434.8 mm, los meses de mayor precipitación pluvial son: junio, agosto y septiembre. El número promedio de días con lluvia anual es de 41. El

promedio de las heladas es de 24 en un año, la primera se presenta en los meses de noviembre o diciembre, y la última en los meses de febrero o marzo.

Los valores de las distintas variables climáticas evaluadas según los datos de la estación agrometeorológica del CENID-RASPA para un periodo de 22 años (1976-1998) encontrándose que la precipitación pluvial conforme a los datos obtenidos, el promedio anual fue de 220.2 mm, teniendo una máxima anual de 443 mm y una mínima de 96.3 mm. La temperatura media anual fue de 20.35°C (± 4.97), la temperatura máxima promedio fue de 28.40 °C (± 4.39) y la temperatura mínima promedio fue de 12.26 °C (± 5.67). Por otro lado la evaporación promedio registrada fue de 2473.06 mm y la radiación solar promedio de 535.61 cal/cm².

La vegetación nativa propia de los climas semidesérticos es la que presenta una dominancia del chaparral de gobernadora, (*Larrea tridentata*), Hojasen (*Florenia cernua*), Huizache (*Acacia farneciana*), Lechugilla (*Agave lechuguilla*), Zacate Toboso (*Hilaria mutica*), Chamizo o costilla de vaca (*Atriplex canescens*), Bisnagas (*Echinocactus sp*) y Mezquites (*Prosopis sp*).

En la Comarca Lagunera existen dos fuentes de agua; la del subsuelo y la de gravedad, que proviene de las presas Lázaro Cárdenas cuya capacidad útil de almacenamiento para riego es de 2,936,913,000 m³ y la Francisco Zarco, cuya capacidad útil es de 368,000,000 m³ (SAGAR, 1994). La región hidrológica No. 36 se localiza en la mesa del norte de la república mexicana, abarca parte de los

estados de Durango, Zacatecas, y Coahuila. Corresponde a las cuencas cerradas de los ríos Nazas y Aguanaval de la Laguna de Mayrán y de Viesca, así como por una porción del Bolsón de Mapimí.

De la superficie total de la Comarca Lagunera un 50 a un 60 % está potencialmente disponible para realizar actividades agrícolas y la superficie que se destina a la producción de forrajes en la Comarca, es de aproximadamente un 25% del total de la superficie que se destina a la producción agrícola; los cultivos que más se establecen, son los de la alfalfa, el maíz y sorgo forrajeros, así como la avena, el rye-grass, el trébol y las praderas (Romero, 1996).

Los suelos agrícolas más importantes de la región, son los que se ubican en las series de suelos, como son la serie Coyote con 98,000 hectáreas, la Zaragoza con 68,000, la San Pedro con 65,000, la San Ignacio con 56,000 y la Tlahualilo con 20,000; existen otras series cuya superficie no llega a las 20,000 hectáreas, como son la Noé, Gómez Palacio, Concordia y la Santiago.

Los suelos de la región, en general varían sus texturas desde arcillosas en la serie Zaragoza, migajón arcillosos en la serie Coyote, hasta migajón arenosos y arenosas en la serie San Pedro, En consecuencia, también la variabilidad de retención de agua y nutrientes estará condicionada por la textura, la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico (Romero, 1996).

La mayoría de los suelos es de textura arcillosa y arcillo-arenosa con un pH que fluctúa de 7.2 a 8.8 unidades en los suelos que no tienen problemas de sodicidad; en los que se llega a presentar este problema, el pH generalmente es mayor a las nueve unidades. Respecto a la salinidad este parámetro, generalmente se expresa a través de la determinación de la conductividad eléctrica, la cual en los suelos de la región se ha ido incrementando paulatinamente, hasta sobrepasar los límites considerados como normales que son de 2 milimhos/cm para el caso de cultivos sensibles como el caso de maíz y alfalfa y de 4 milimhos para la gran mayoría de los otros cultivos. El incremento de la salinidad, es causado por dos factores principales, la mala calidad de las aguas de riego que en su mayoría son de bombeo y por el mal manejo de la misma.

Localización del estudio

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna y en colaboración con productores caprinos dueños de explotaciones intensivas de la Comarca Lagunera representativas del sistema, a través de visitas formales con los técnicos encargados de las explotaciones y con los Médicos Veterinarios.

Duración del estudio.

El estudio tuvo una duración aproximada de ocho meses iniciándose con la elaboración y estructuración del proyecto el mes de octubre de 2002 y la

realización de la investigación, desarrollo del modelo y el trabajo de campo a partir de enero de 2003 y el cual se concluyó el mes de octubre de ese año.

Materiales

Para la realización del presente proyecto se requerirá del apoyo del siguiente material:

1. Una computadora Pentium IV a 2.4 Mhz con 80 giga bites de disco duro con 256 de memoria RAM así como impresora HP. El Software a utilizar fue el programa de Excel y posteriormente el Visual Basic en el cual se desarrollo el programa de manera amigable y además de poder colocar los candados respectivos para la protección del mismo, requiriendo para esto último la contratación de un Ingeniero en Sistemas.

Métodos

1). Diseño y estructuración del modelo. El modelo se diseño empleando hojas de calculo de Excel para crear matrices de entrada y una matriz de salida que permitieran analizar los distintos escenarios que se propusieron para evaluar el desempeño del modelo en este proyecto.

2). Se realizaron encuestas directamente en las explotaciones intensivas de los productores con el fin de recabar información real de la región sobre el sistema de producción de leche, y sobre todo la obtención de valores de parámetros tanto productivos como reproductivos, y épocas de empadre que fueron necesarios para alimentar el modelo.

3). Componentes del modelo. El modelo consta de nueve componentes integrando en cada uno de ellos la información siguiente: datos de entrada, épocas de empadre, parámetros productivos, parámetros reproductivos, composición del hato, mortalidad, desechos o ventas, calendario de manejo, alimentación y presupuestos de ingresos y egresos así como la proyección a cinco años en forma mensual con tres épocas de empadre que son en Junio-Julio; Noviembre y Diciembre, y Marzo y Abril.

El modelo es simple y tratara de considerar solo los componentes y relaciones de interés para el productor.

4). Información necesaria para alimentar el modelo. El modelo requiere de información de las características de las explotaciones caprinas lecheras como: numero de hembras multíparas, primíparas, hembritas, sementales, numero de cabezas de ganado, Unidades Animal Totales (UAT) producción de leche, días en leche, y alimentos incluidos en una ración para las distintas etapas, así como los costos e ingresos.

5). Valores de los parámetros de entrada. En una de las columnas de esta hoja de calculo (Columna b) se colocaron los valores de los parámetros tanto productivos como reproductivos que permitieran la realización de distintos escenarios para evaluar el desempeño del modelo.

6). Desempeño del modelo. Para evaluar el funcionamiento del modelo se realizaron escenarios con los valores máximos y mínimos (umbrales) y proceder a realizar un análisis de sensibilidad para lo cual se utilizó como marco de referencia la Tasa Interna de Retorno (TIR) algunos de los elementos fueron: precio del heno de alfalfa, producción de leche de primíparas y multíparas, precio del cabrito y

precio de la leche a la venta, con el objeto de alimentar los datos de entrada en el modelo para diferentes escenarios y obtener en cada uno de ellos la tasa interna de retorno con el objetivo principal de obtener las matrices de salida y analizar el desempeño del modelo que permita determinar el flujo de inversiones del proyecto, durante su vida útil.

7). Validación del modelo. El modelo se validó en tres explotaciones lecheras intensivas de la Comarca Lagunera con diferente número de cabezas de ganado para lo cual se realizarán diferentes escenarios. Se utilizarán varios estadísticos para evaluar la efectividad del modelo entre los valores simulados y los valores medidos en las explotaciones, se utilizara la media (\bar{X}) y la desviación estándar (DS), se utilizará las pruebas de "t" para determinar diferencias significativas entre las medias simuladas y medidas, la Raíz cuadrada de la media del error (RMSE), ecuaciones de regresión y el coeficiente de regresión (R^2). Una modificación del modelo anterior (M.P.C. Ver 1.0) desarrollado por Chavira y Cantú en el 2002 fue la incorporación de tres épocas de empadre a saber en los meses de Junio-Julio, Noviembre y Diciembre y en los meses de Marzo y Abril con el objetivo de proporcionare al productor las alternativas más deseables para producir leche todo el año

Además dentro del mejoramiento del modelo se incluyó una matriz de salida que proporciona información sobre la mortalidad, ventas y parámetros reproductivos.

Características del Modelo de Productividad Caprina Ver 1.1.

El modelo se diseñó empleando 19 libros de hojas de calculo de Excel para crear una serie de matrices de entrada y de salida que permitieron llevar a cabo la realización de distintos escenarios con el fin de poder obtener la información generada por el modelo y así poder validar sus salidas.

El modelo requiere información de las características de las explotaciones caprinas lecheras como: Selección de la época de empadre que puede ser en **JJ** (Junio-Julio), **ND** (Noviembre-diciembre) y **MA** (Marzo y abril) en los cuales se distribuyen el número total de hembras que se van a empadrar en cada uno de esas épocas, se requiere además del número de hembras multíparas, primíparas, hembritas y cabritos, sementales, número de cabezas de ganado, producción de leche, días en leche, y alimentos incluidos en una ración para las distintas etapas.

Dentro de los parámetros reproductivos se han incluido los siguientes: porcentaje de concepciones, abortos, nacencias y destete.

Dentro de los ingresos se tienen: Los precios de venta de desechos, pie de cría, litro de leche, y cabrito, costos de construcción y los principales materiales utilizados en la explotación.

En una hoja de calculo denominada "**Datos de entrada**" (Matriz de entrada) se introducen los valores de los parámetros que están permitidos colocar

para que el modelo genere la información a través de ecuaciones que están entrelazadas con las ecuaciones estructuradas en el presente proyecto a través de las hojas de Excel y se introducen los datos necesarios para obtener así los distintos escenarios por época de empadre.

Esta hoja consta de tres cuadros en los cuales se incluye lo siguiente:

En el cuadro dos se muestra el número inicial de animales en la explotación tanto multíparas como primíparas, relación hembras por macho, las cabras totales, el número de sementales es calculado con una ecuación por el modelo.

Cuadro 2. Número inicial de animales en la explotación, cabras multíparas, cabras primíparas y sementales.

Cuadro 2. Número inicial de animales en la explotación.	
Cabras multíparas	200
Cabras primíparas	100
Sementales	12
Relación hembras/machos	25
Cabras totales	300

En el cuadro 3 se muestran los parámetros productivos y reproductivos de la explotación como son: porcentaje de concepciones, porcentaje de abortos, porcentaje de mortalidad de crías, porcentaje de nacencias, porcentaje de destete y la prolificidad.

En esa misma hoja se incluyen la mortalidad de los distintos tipos de animales que se tienen en la explotación desde la mortalidad de multíparas y primíparas, hembras hasta la mortalidad de crías y sementales.

Cuadro 3. Parámetros productivos y reproductivos de la explotación que se utilizaron para predecir el comportamiento del hato y para obtener la eficiencia de la misma.

Cuadro 3. Parámetros productivos y reproductivos de la explotación que se utilizarán para predecir el comportamiento del hato y para obtener la eficiencia de la misma.			
REPRODUCTIVOS:			MORTALIDAD:
% de concepciones	90%		% de mortalidad de cabritos
% de abortos	3%		% de mortalidad de hem.
% de partos dislósicos	5%		% de mortalidad prim.
% de nacencias/particiones	87%		% de mortalidad multíparas
Prolificidad (Crías por cabra)	1.4		% de mortalidad semental
% de destete	81%		
DESECHOS:			PRODUCCIÓN DE LECHE:
% de desechos de sementales		2%	Prod. Leche multíparas
% de desechos de primíparas		10%	Prod. Leche primíparas
% de desechos de multíparas		10%	Días en leche multíparas
% de desechos de hembritas		70%	Días en leche primíparas
% de desechos de cabritos		90%	Leche para crías
% de reemplazos de hembritas		30%	
			5
			2
			244
			244
			1.33

Los desechos o venta de animales también se incluyen en este cuadro en el cual se colocan el porcentaje de desecho para cada animal según su etapa desde los desechos de multíparas hasta los de sementales. Por último se incluye la producción de leche y consumo de la misma por las crías.

En el cuadro 4 de esta hoja se incluyen los ingresos por ventas de productos, costos de alimento, inversión fija y diferida y la Tasa Interna de Retorno (TIR), esta última es obtenida por el modelo de tal manera que facilite al operador del mismo visualizar la variación sobre la TIR cuando se modifican los valores de los parámetros de entrada.

Una vez definidos los tres tipos de empadres antes mencionados se realizaron los enlaces en cada uno de los componentes del modelo para poder cuantificar en la hoja de cálculo de Excel los valores obtenidos por cada año y por

cada época de empadre que son mostrados en una hoja denominada “**matriz de salida**” en la cual se muestran los resultados obtenidos de las operaciones realizadas por el modelo

Cuadro 4. Ingresos por ventas de productos, costos de alimentación, inversión fija y diferida así como la Tasa Interna de Retorno (TIR.).

Ventas	Precio unitario		Inversión fija	Costo Unitario
Leche	\$ 3.30		Compra de terreno	\$ 6,000.00
Venta de multiparas (desecho)	\$ 450.00		Compra de equipo de ordeña	\$ 80,000.00
Venta de cabrito	\$ 350.00		Bodega (40 m2)	\$ 800.00
Venta de sementales (desecho)	\$ 800.00	% de Ventas	Obra civil (modulos para adulto: 65 por módulo)	\$ 50,204.80
Venta de pie de cría	\$ 2,500.00	50%	Obra civil (modulos hembras en desarrollo: 195 p	\$ 50,204.80
Venta de sementales (Pie de cría)	\$ -	50%	Cerco perimetral (2500 m)	\$ 4.32
Alimentación	Precio por kilo		Carretillas	\$ 492.50
Alfalfa	\$ 1.10		Palas	\$ 97.18
Ensilaje de maíz (Kg)	\$ 0.40		Horquillas	\$ 170.78
Ensilaje de sorgo	\$ 0.38		Camioneta	\$ 80,000.00
Concentrado al 14% de P.C. (Kg)	\$ 1.70		Tambos de mezclas	\$ 80.00
Granos (Kg)	\$ 2.50		Herramienta diversa(.5%)	\$ 1,340.27
Agua (litros) y sal a libre acceso	\$ 0.003		Inversión diferida	
Sustituto de leche	\$ 1.30		Compra de multiparas	\$ 3,000.00
Sales minerales	\$ 0.77		Compra de primiparas	\$ 2,500.00
Mano de obra	\$ 2,000.00		Compra de sementales	\$ 5,000.00
Asistencia técnica	\$ 4,000.00		Costo de permisos	\$ 6,000.00
			Costo del estudio	\$ 15,000.00
Rentabilidad	10%			

Dentro de las incorporaciones que se realizaron en este modelo mejorado (MPC Ver 1.1) se considera además otra matriz de salida en la cual se muestran los valores de importancia para el productor como son los parámetros de mortalidad, desechos y reproductivos denominada “**Masamodere**” en la cual se permite observar el comportamiento de la explotación caprina específicamente para esos parámetros.

Otra incorporación lo representa la factibilidad de obtener mayores ingresos por la venta de animales como pie de cría (Debido a que los sistemas intensivos manejar razas puras) para lo cual al modelo se le incluyó una adecuación de tal

forma que el productor dentro de los animales de desecho puede considerar un cierto porcentaje y colocar un valor que le permita estimar y predecir el número de animales de reemplazo (Hembritas) y poder colocar el precio de venta en la matriz de "Datos de Entrada"

En la estructura del modelo en la Columna "a" se colocaron todos los componentes desde la composición del hato hasta la inversión fija y diferida. En la columna "b" denominada "**columna de valores de parámetros**" se colocan los valores de los distintos parámetros que están ligados a los años subsiguientes (1 al 5) para poder realizar los distintos escenarios y que están entrelazados con los valores utilizados en los datos de entrada.

Para comprobar el funcionamiento y los valores de salida del modelo se realizaron escenarios con distintos valores obtenidos de bases de datos de los productores o bien de valores utilizado en proyecciones para explotaciones de nueva creación. Cabe mencionar que los valores de estos parámetros sirven de restricciones en cada uno de los escenarios que fueron seleccionados para predecir el desempeño del hato caprino.

El modelo fue organizado en 9 secciones o componentes tal y como se muestra en el cuadro 5, al inicio se incluye composición del hato, en la siguiente parámetros productivos y reproductivos, alimentación, ingresos y egresos (inversiones fija y diferida). Los valores empleados en los escenarios fueron obtenidos de explotaciones caprinas intensivas de la Comarca Lagunera y se

mantuvieron estables, sólo se realizaron cambios en los parámetros de mayor peso o influencia para la obtención de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Cuadro 5. Esquema que muestra la forma en que están estructurados los componentes del modelo en la hoja de calculo de Excel.

DESARROLLO DEL HATO CAPRINO (AÑO 1)										
Meses (días)	30.5	Total H1	May-04	Jun-04	Jul-04	Ago-04	Sep-04	Oct-04	Nov-04	Dic-04
			Compra H1	Empadre H1	Empadre H1					
					Gestación	Gestación	Gestación	Secado	Partos/pro	Partos
									Prod/leche	Prod/leche
Composición del hato caprino	Parámetros AÑO 1									
Compras										
Mortalidad										
Ventas/desechos										
Datos de Producción										
Alimentación										
Producción										
Administración										

Escenarios

Para evaluar el desempeño del modelo mejorado del MPC Ver 1.1 se llevaron a cabo algunos escenarios (Cuadro 6) modificando solamente los valores de los parámetros reproductivos, % de reemplazo de hembras de pie de cría, % de cabritos, y manteniendo constante el número inicial de cabras de la explotación con 200 cabras multíparas y 100 cabras primíparas con una proporción de hembras por macho de 25. Para realizar los escenarios también se modificaron los

valores de la producción de leche así como los valores de los productos para la venta como son venta de leche, cabritos y pie de cría y manteniendo constantes los costos del precio de la alfalfa.

Cuadro 6. Escenarios realizados para evaluar el desempeño del modelo modificado del MPC Ver 1.1 para las condiciones de la Comarca Lagunera en el año 2003.

ESCENARIOS

Parámetros utilizados	1	2	3	4	5
Cabras totales:	300	300	300	300	300
Cabras multíparas	200	200	200	200	200
Cabras primíparas	100	100	100	100	100
Sementales	12	12	12	12	12
Proporción hembras por macho	25	25	25	25	25
Parámetros reproductivos					
% de concepción	85	90	80	90	95
% de abortos	5	5	5	5	5
% de pariciones	80	85	75	85	90
% de destetes	65	70	60	70	75
Desechos (%)					
% de sementales	2	2	2	2	2
% de cabras multíparas	10	10	10	10	10
% de cabras primíparas	10	10	10	10	10
% de reemplazos hembras	20	30	30	40	40
% de cabritos	90	90	90	90	90
Mortalidad (%)					
% de cabritos	15	15	15	15	15
% de hembras	15	15	15	15	15
% de cabras primíparas	5	5	5	5	5
% de cabras multíparas	5	5	5	5	5
Producción de leche (Lts)					
Producción de multíparas	4	4.5	5	5	4.3
Producción de primíparas	2.5	3	4	4	2.2
Ingredientes y alimentación					
Venta de leche (\$)	3.20	3.30	3.30	3.30	3.20
Venta de cabritos (\$)	250	300	350	350	350
Venta pie de cría (\$)	2100	2200	2250	2250	2100
Precio de alfalfa (\$)	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El Modelo de Productividad Caprina Ver 1.1 ha sido útil para ilustrar el impacto de algunos de los valores de los parámetros reproductivos y productivos y mostrar alternativas de manejo en la producción de leche de cabra en sistemas intensivos. Tres importantes valores de parámetros de decisión fueron considerados en el análisis de los escenarios:

- 1.- Valores de parámetros reproductivos;
- 2.- Producción de leche por día de cabras multíparas y primíparas;
- 3.- El precio de venta de la leche.

Los valores asignados en los escenarios se modificaron para cada escenario considerando los precios y costos de inversión al mes de octubre del año 2003.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos con la versión mejorada del Modelo de Productividad Caprina Ver 1.1 permite entre otras ventajas la de obtener en sus nuevas hojas de salida la información de importancia para el productor como lo es la matriz de salida "Masamodere" en la cual se pueden observar de manera clara los impactos de la modificación del valor de los parámetros productivos sobre en el número de animales por año cada vez que se modifican los valores de entrada según el nivel de eficiencia que tenga el productor.

Lo anterior es importante porque permite al productor tener una herramienta que le permita tomar decisiones y poder cuantificar de una forma clara el mejorar uno o varios parámetros productivos y reproductivos de su explotación.

Resultados del escenario uno

Mortalidad de la explotación

Los resultados obtenidos respecto a los porcentos de mortalidad de la explotación para los distintos tipos de animales obtenidos con el modelo en la proyección a cinco años se muestran en la figura tres (a), encontrando que al incrementarse el número de animales en la explotación las tendencias de la mortalidad también se elevan en forma consistente debido a que en los escenarios no existieron modificaciones en los valores de entrada de los

parámetros de mortalidad para los distintos animales. El incremento que se observa en las cabras primíparas a partir del año uno se debe a que éstas aumentan por el % de reemplazos, en el año dos y tres, cuatro y cinco los valores se muestran iguales en los años del uno al tres debido a que el programa redondea los valores. Respecto a los sementales se debe de considerar la muerte de un semental en el año tres o cuatro. Las variaciones que se observan en la grafica tres (a) se deben a que el programa si grafica la cantidad real pero la matriz de salida cuantifica números enteros. El primer año se mueren ocho cabras múltiparas y en el año cinco 12. Tanto las hembritas como cabritos también muestran tendencias positivas.

Desechos de la explotación

Los resultados obtenidos respecto a los porcentos de desechos y ventas de la explotación para los distintos tipos de animales obtenidos con el modelo en la proyección a cinco años se muestran en la figura tres (b), encontrando que al incrementarse el número de animales en la explotación, las tendencias de los desechos también se elevan en forma consistente debido a que en los escenarios no existieron modificaciones en los valores de entrada de los parámetros de desechos para los distintos animales.

Como se puede observar en la figura tres (b) en el año uno no se tienen disponibles a la venta hembritas de reemplazo debido a que es el año en que inician actividades la explotación.

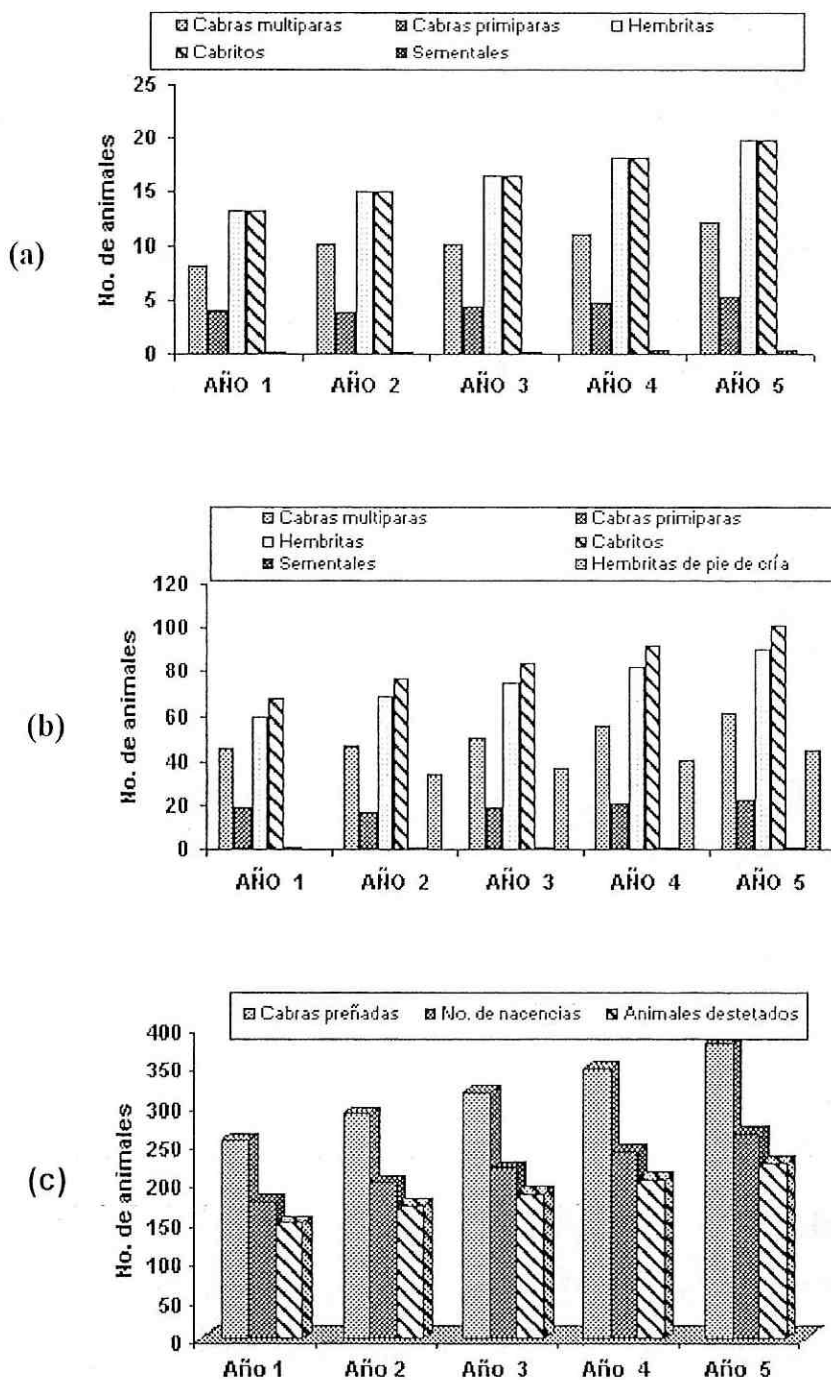


Figura 3. Resultados de la matriz de salida denominada “MASAMODERE” que incluye la mortalidad (a), los desechos (b) y del número de cabras preñadas, nacencias y animales destetados (c) obtenidos en la proyección a cinco años en el escenario uno con el MPC Ver 1.1 en la Comarca Lagunera en el año 2003.

Sin embargo en a partir del año dos al cinco se pueden observar tendencias positivas, iniciando de 34 hasta 45 las cuales se modifican a medida que se modifica el porcentaje de reemplazos como ocurre en los escenarios dos y tres (30%) y el escenario cuatro y cinco (40%) de reemplazo.

El número de venta de cabritos permanece siempre creciente durante los 5 años ya que se toma un 90% para esta actividad, se nota que en el año uno son 67 los cabritos vendidos y en el año cinco ya son 101. Con respecto a los sementales en el año uno y tres el parámetro registrado es cero esto debido a que el programa redondea los decimales de los valores siendo estos menores a 0.5, por lo que redondeo a cero. Se contempla la venta de un semental cada dos años. Respecto a las hembras de pie de cría en el año dos se muestran a la venta 34 y el cinco 45, estos animales se venden como pie de cría por lo que su precio de venta es mucho mayor que el de desecho.

Resultados de cabras preñadas, nacencias y animales destetados

En la figura tres (c) se muestran los resultados del número de cabras preñadas, nacencias y animales destetados obtenidos en la proyección a cinco años con el modelo en el cual se pueden observar un incremento en el número de cabras preñadas a través de los años debido a los porcentajes de reemplazo que se manejaron en este escenario 20% el año uno 30% año dos y tres y 40% el año cuatro y cinco iniciando el año uno con 255 y terminado el cinco con 381 es decir un incremento de 126 cabras. En el número de nacencias se nota un incremento

constante a lo largo de todos los años y esto se relaciona con los porcentajes de concepciones y abortos en el modelo. Se inicia con 176 crías nacidas y se termina con 265 en el año cinco. La disminución de animales de nacencias al destete se relaciona con el porcentaje de mortalidad de crías en la explotación.

Los resultados anteriores permiten predecir la dinámica de la composición del hato así como poder conocer el número de animales que se destetan según los valores de dichos parámetros en la explotación. Las tendencias crecientes que se muestran a través de los años se deben a que no existió variación en los valores de los parámetros en los cinco años de la proyección.

Resultados del escenario dos

Mortalidad de la explotación

Los resultados obtenidos respecto a los porcentajes de mortalidad de la explotación para los distintos tipos de animales obtenidos con el modelo en la proyección a cinco años se muestran en la figura cuatro (a), encontrando que en el año uno se tiene 9 cabras multíparas muertas y en el año cinco 16. Al incrementarse en forma positiva el número de animales en la explotación las tendencias de la mortalidad también se elevan en forma consistente, la mortalidad de cabritos y hembritas es similar debido a que en los cinco escenarios no existieron modificaciones en los valores de entrada de los parámetros de mortalidad para los distintos animales.

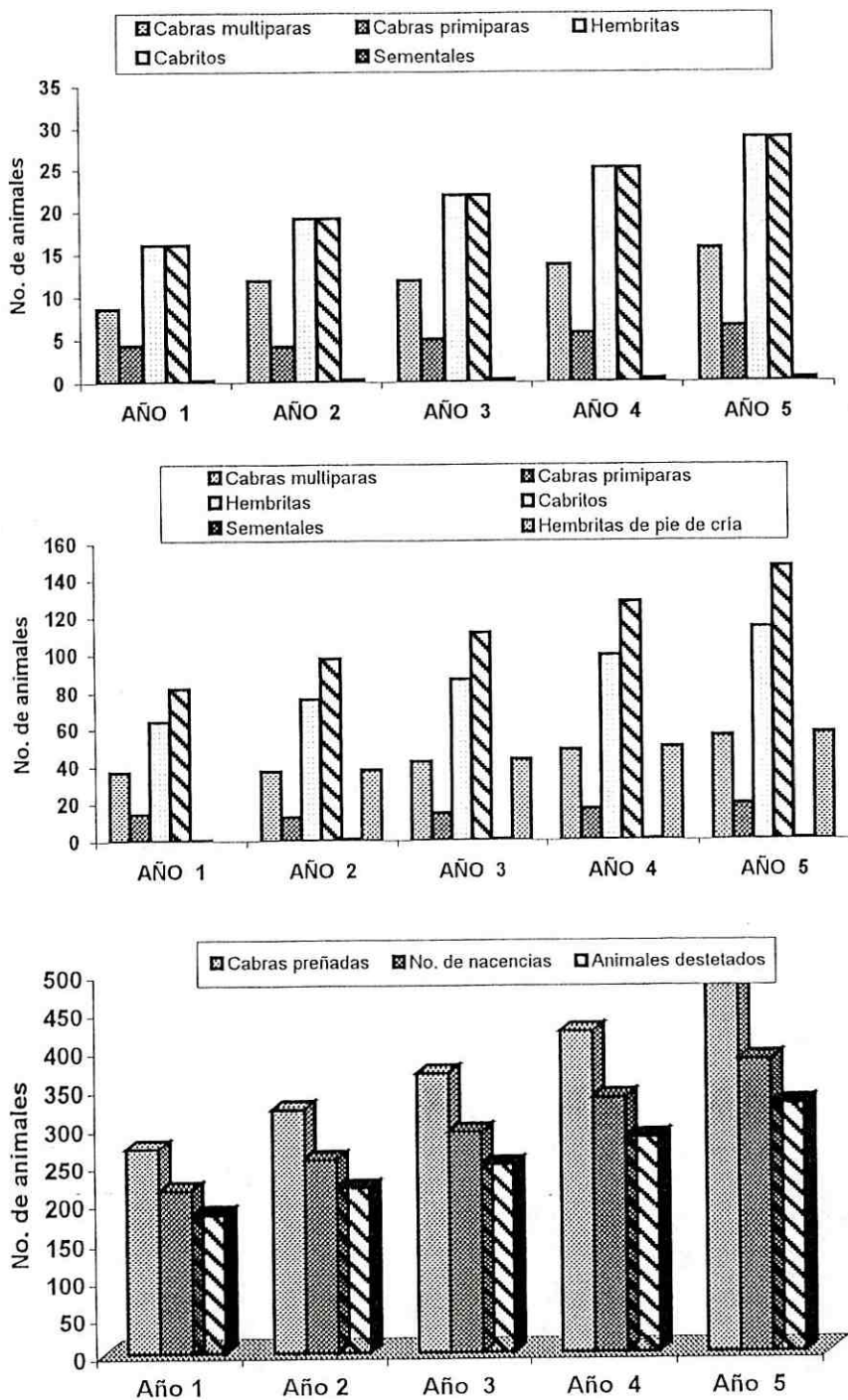


Figura 4. Resultados de la matriz de salida denominada “MASAMODERE” que incluye la mortalidad (a), los desechos (b) y del número de cabras preñadas, nacencias y animales destetados (c) obtenidos en la proyección a cinco años en el escenario dos con el MPC Ver 1.1 en la Comarca Lagunera en el año 2003.

La mortalidad de las multíparas en los años dos y tres, aparentemente es similar sin embargo, se muestra de esa forma debido a que en el programa se redondean las decimales encontrando 13.7 cabras multíparas muertas en el año dos y tres 12.4 en el año cuatro. La mortalidad de los sementales en la proyección es de 0.20 sementales al año por lo que en el tercer o cuatro año se debe de considerar la muerte de un semental.

Desechos de la explotación

Los resultados obtenidos en las ventas para este escenario se muestran en la figura cuatro (b), observando tendencias crecientes a medida que se incrementa el número de animales, sin embargo, en el número de hembras de reemplazo se puede observar que estas se modifican según el porcentaje de hembras de obtenidas. En la grafica de la figura cuatro (b) en el año uno no existen valores para pie de cría esto debido a que se esta iniciando con la explotación, pero se notan valores crecientes durante los siguientes años teniendo 38 el segundo año y 57 el ultimo año. El número de animales que se venden o desechan se relaciona con los valores de los parámetros de entrada utilizados en la explotación. De acuerdo con Blackburn (1995) el peso de los animales más que otros factores son los que determinan la venta de los animales y son un indicador importante del funcionamiento debido a que el precio del cabrito esta regido por el peso por kilogramo. Sin embargo, en los parámetros de desechos también se incluyen a todos aquellos animales poco eficientes al momento de la selección de reemplazos. Las ventas de hembras y cabritos se diferencia en que estos últimos

se venden el 90% y las hembras se relacionan con el porcentaje de reemplazo utilizado en el escenario.

Resultados de cabras preñadas, nacencias y animales destetados

En la figura cuatro (c) se muestran los resultados del número de cabras preñadas, número de animales que nacieron y el porcentaje de destete encontrando que existen tendencias positivas en los diferentes años a medida que se incrementan el número de animales que se utilizan como reemplazos en la explotación. Los resultados obtenidos con respecto a los parámetros reproductivos para el escenario dos con una tasa de concepción del 90% el valor del número inicial de cabras de aproximadamente 270 cabras preñadas y en el año cinco se tienen casi 483 cabras preñadas. El número de animales destetados se relaciona con el porcentaje de mortalidad de crías, siendo este la diferencia entre las crías nacidas y las destetadas es decir, de 214 crías nacidas y se destetaron solo 182 crías lo que corresponde al 15% de mortalidad de crías. El número de animales abortados el primer año es de 14 y al término de la proyección a cinco años es de 24 animales, lo anterior se debe a que en este escenario el porcentaje de abortos es de 5.0%.

Los animales destetados al primer año son 182 y se incrementa hasta el año cinco a 327 animales, dando con ello la información respecto a crecimiento del número de animales en la explotación y que se relaciona con la eficiencia

reproductiva general del hato. Los partos distócicos resultan del porcentaje utilizado en el escenario iniciando en 8 cabras en el año uno y 13 en el año cinco.

Resultados del escenario tres

Mortalidad de la explotación

Los resultados obtenidos para el escenario tres muestran en la figura cinco (a) donde se puede observar que el número de cabras multíparas muertas fue de 8 en el año uno y en el año cinco de 10.9, estos números son el resultado del 5% de mortalidad contemplado en modelo. Para cabras primíparas se tiene el mismo porcentaje de mortalidad y esto da como resultados la muerte de 4 y 6 cabras en el año uno y cinco respectivamente. Con lo que respecta a los cabritos y hembritas se tomo un 15% de mortalidad para cada uno de los años esto es en términos numéricos es de 11 para el año uno y 16 animales para el año cinco nótese que es el mismo número para ambos sexos. En cuestión de sementales, en el año tres se contempla la muerte de uno. Esta información se muestra en la figura cinco (a).

Desechos de la explotación

En la figura cinco (b) se muestran las ventas y los desechos obtenidos del escenario tres que para ambas cabras, multíparas y primíparas fue de un 10% lo que da 55 cabras en el primer año y 72 para el año cinco esto es para las multíparas y para las primíparas fueron 24 y 34 animales en los años uno y cinco respectivamente.

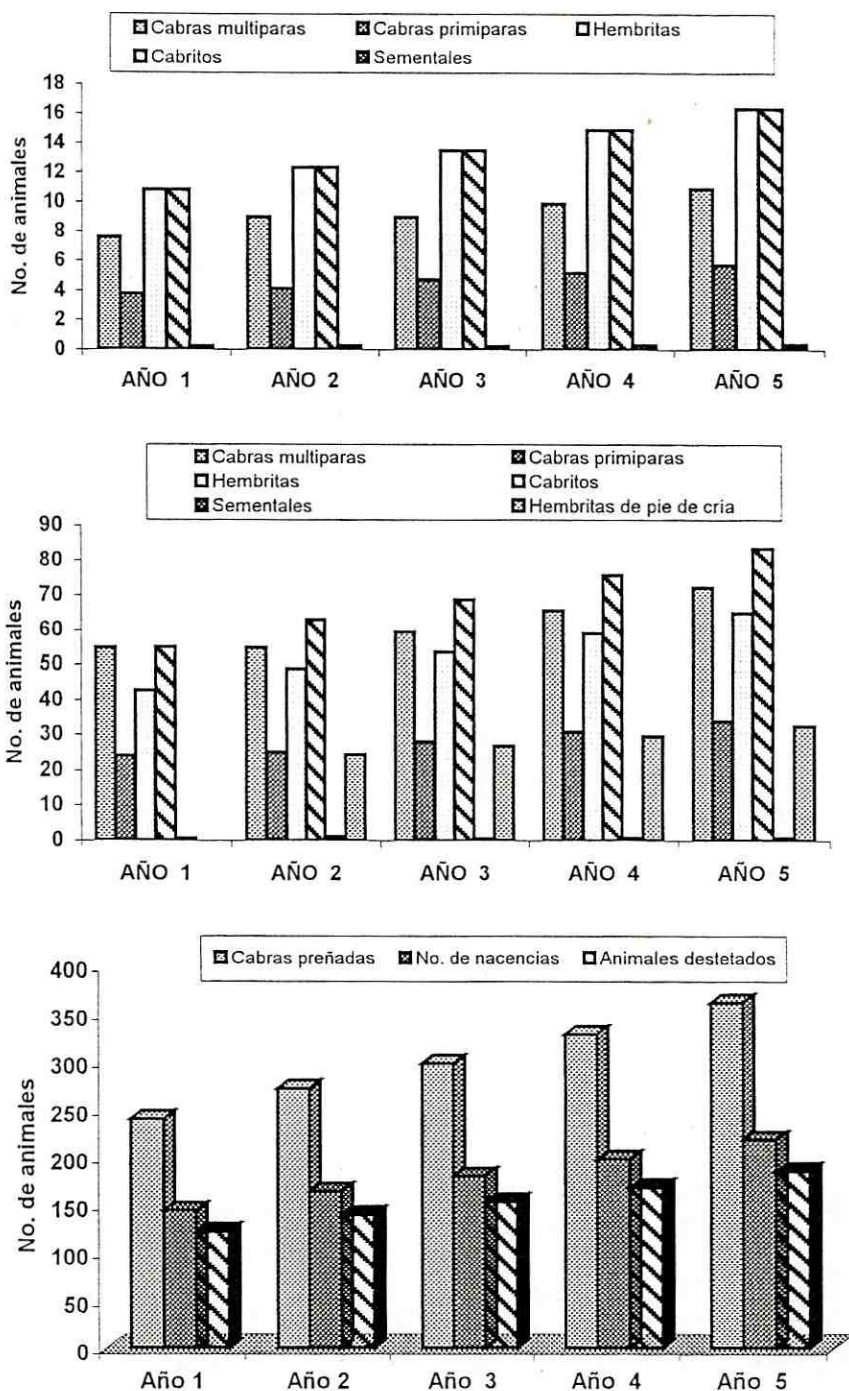


Figura 5. Resultados de la matriz de salida denominada “MASAMODERE” que incluye la mortalidad (a), los desechos (b) y del número de cabras preñadas, nacencias y animales destetados (c) obtenidos en la proyección a cinco años en el escenario tres con el MPC Ver 1.1 en la Comarca Lagunera en el año 2003.

El porcentaje de cabritos a la venta es de 90%, esto esta relaciona con parte del porcentaje que se vende a los 35-40 días, siendo el número de hembras menor debido a los porcentajes de reemplazo que formaran el pie de cría, teniendo 43 hembras el año uno y se incrementa paulatinamente a través de los años hasta 65 el año cinco. Como se puede observar la venta de hembras de pie de cría o sea los reemplazos es hasta el segundo año con 24 animales y el año cinco 32, esto es un 30% para este escenario. Los resultados obtenidos para el desecho de sementales en el año dos, cuatro y cinco es donde se muestra solo la cantidad de un animal para desecho, debido a que se tiene un 2% de desechos.

Resultados de cabras preñadas, nacencias y animales destetados

Los resultados para estos parámetros se muestran en la figura cinco (c) donde se tienen como inicio 240 cabras preñadas de las cuales se obtuvo un 5% de abortos teniendo como resultado 144 nacencias para el primer año, como se puede observar existen tendencias positivas a incrementar el número de nacencias hasta llegar al año cinco donde el número de cabras preñadas es de 362 con el mismo porcentaje de abortos (5%) el cual da como resultado 218 crías nacidas en el año cinco. El número de crías muertas es de 22 para el año uno y 33 para el año cinco tal y como se pudo observar en la figura cinco (a), siendo la diferencia el total de nacencias menos las muertes el número de animales de destete teniendo 122 animales destetados en el primer año y un incremento para

el año cinco de 185 animales destetados, esto corresponde a una tasa de destete de 60% anual que fue la utilizada en este escenario.

Resultados del escenario cuatro

Mortalidad de la explotación

Los resultados obtenidos en este escenario se muestran en la figura seis (a), en el cual se puede observar primero la mortalidad de las cabras multíparas iniciando con 9 el primer año y terminar con 17 en la proyección al año cinco. Con lo que a las cabras primíparas se refiere estas también se incrementan en forma positiva a medida que se incrementa su número en la explotación iniciando con la muerte de 4 primíparas y en el año cinco con ocho, ligeramente superior que en el escenario tres debido a que se tiene un mayor porcentaje de concepciones y de pariciones (90% y 70%) respectivamente tal y como se muestra en el cuadro 6 de los escenarios.

Los resultados de la mortalidad de hembritas y cabritos es similar iniciando con la muerte de 16 hembritas y 16 cabritos en el primer año y se incrementa a 32 para cada uno en la proyección al año cinco, casi el doble que en el escenario tres con solo variar en un 5 % los valores de los parámetros reproductivos. La mortalidad de los sementales tiene un comportamiento muy similar a los escenarios anteriores en donde debe de considerarse la mortalidad de un semental al tercer año y al año cinco.

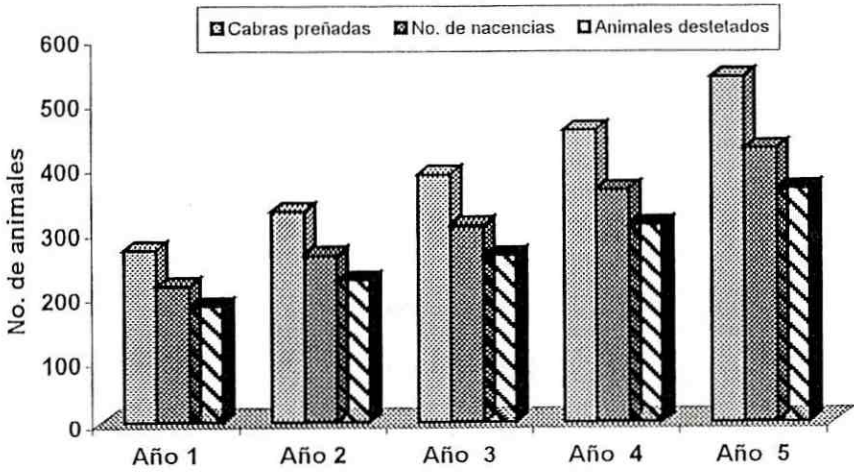
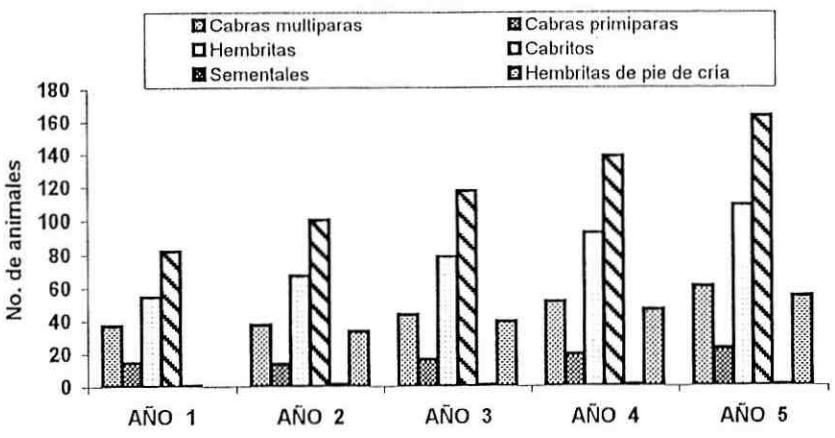
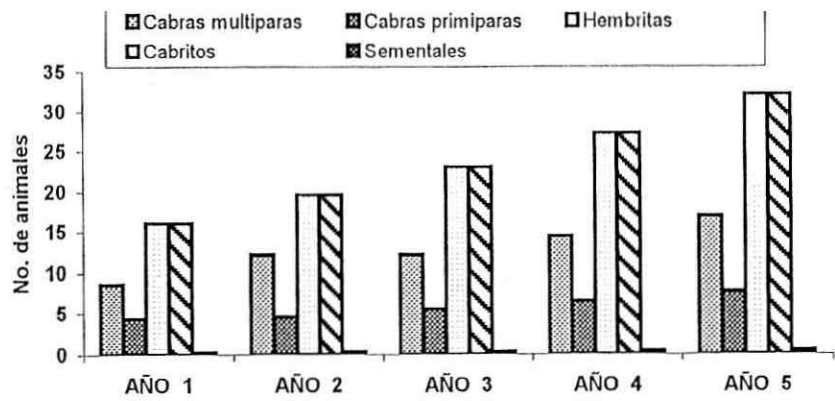


Figura 6. Resultados de la matriz de salida denominada "MASAMODERE" que incluye la mortalidad (a), los desechos (b) y del número de cabras preñadas, nacencias y animales destetados (c) obtenidos en la proyección a cinco años en el escenario cuatro con el MPC Ver 1.1 en la Comarca Lagunera en el año 2003.

Un punto importante de subrayar es que a medida que se mejoran los valores de los parámetros reproductivos en el escenario se incrementan significativamente el número de animales en la explotación.

Desechos de la explotación

Los resultados obtenidos de los desechos para este escenario se muestran en la figura seis (b) en el cual se puede observar las tendencias del número de animales que se desechan a lo largo de los cinco años de la proyección, obteniendo aparentemente un número similar de cabras multíparas para los años uno y dos con 37 animales y posteriormente se incrementan de 43 en el año tres hasta 60 en el año cinco. Los desechos de las cabras primíparas también muestra un comportamiento ascendente a lo largo de los cinco años iniciando con 15 cabras y terminando en el año cinco con 23. Cabe hacer notar que aparentemente es mayor el número en el primer año pero como se ha mencionado el programa redondea ya que se tienen que manejar números enteros.

El desecho de hembras y cabritos es de 54 y 82 el primer año respectivamente para terminar el quinto año con 109 hembras desechadas y 163 cabritos, esta diferencia se relaciona con el porcentaje de reemplazo utilizado en este escenario que fue del 40% (Cuadro 6).

Los desechos de sementales obtenidos con el modelo muestran que de los 12 sementales que se tienen se desecha uno cada año a partir del año dos esto

debido al porcentaje de desechos utilizado en el modelo que es de 20%, lo que permite ir sustituyendo sementales con un mayor potencial genético.

Resultados de cabras preñadas, nacencias y animales destetados

Los resultados para estos parámetros se muestran en la figura seis (c) encontrando un mayor número de animales preñados desde el primer año debido al incremento del % de concepciones en un 5%, comparado con el escenario tres. El número inicial de cabras preñadas es de 270 el primer año y de 536 en el año cinco teniendo un incremento positivo de 256 animales en el transcurso de la proyección. El número de abortos encontrado se relaciona con el valor del porcentaje del mismo que es del 5% iniciando con 14 abortos y terminando con 27 cabras abortadas en el año cinco.

Los resultados del número de nacencias también muestran tendencias positivas a lo largo de los cinco años y se relaciona con el porcentaje de abortos y la prolificidad. El primer año se tienen 214 crías nacidas y en el año cinco de la proyección se tienen 427 entre hembritas y cabritos considerando que el 50% de las nacencias son hembras y el 50% son cabritos.

Los resultados obtenidos sobre el número de animales destetados también se muestran en la figura seis (c) encontrando que el primer año se tienen 182 animales y el año cinco 363 animales lo cual como se mencionó anteriormente se

relaciona con la eficiencia reproductiva y productiva de la explotación y en este escenario es del 70% de animales destetados.

Resultados del escenario cinco

Mortalidad de la explotación

Los resultados obtenidos en este escenario se muestran en la figura siete (a), en el cual se puede observar primero la mortalidad de las cabras multíparas iniciando con 9 el primer año y terminar con 21 en la proyección al año cinco. Con lo que a las cabras primíparas se refiere estas también se incrementan en forma positiva a medida que se incrementa su número en la explotación iniciando con la muerte de 5 primíparas y en el año cinco con nueve, ligeramente superior que en el escenario cuatro debido a que se tiene un mayor porcentaje de concepciones y de pariciones (95% y 75%) respectivamente tal y como se muestra en el cuadro 6 en donde se tienen los valores de los escenarios.

La mortalidad de las crías tanto hembritas como cabritos en este escenario muestran que el primer año son 19 para cada uno y se observa una tendencia positiva hasta el año cinco donde se mueren 43 hembritas y cabritos respectivamente para hacer un total de 86 crías muertas al final de la proyección a los cinco años. Los resultados de la mortalidad de los sementales muestra un semental muerto en el año tres y uno en el año cinco tal como se ha venido observando en los otros escenarios.

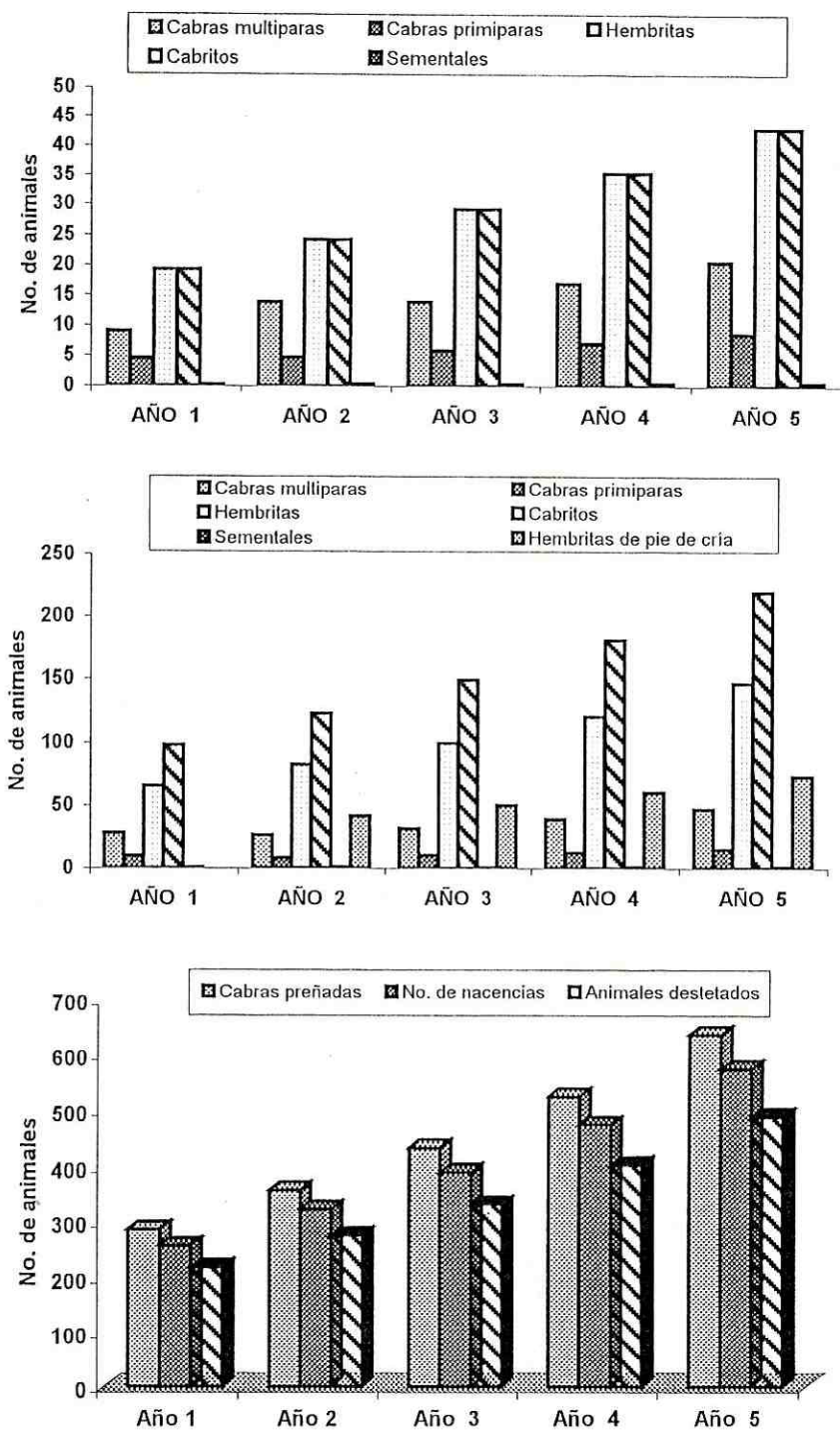


Figura 7. Resultados de la matriz de salida denominada “MASAMODERE” que incluye la mortalidad (a), los desechos (b) y del número de cabras preñadas, nacencias y animales destetados (c) obtenidos en la proyección a cinco años en el escenario cinco con el MPC Ver 1.1 en la Comarca Lagunera en el año 2003.

Desechos de la explotación

Los resultados de los desechos obtenidos con este escenario se muestran en la figura siete (b) encontrando que el número de cabras multíparas y primíparas que se desechan se incrementan a través de los cinco años de la proyección iniciando con 28 y 10 animales desechados de cabras multíparas y primíparas respectivamente para incrementarse hasta 47 cabras multíparas y 15 cabras primíparas en el año cinco.

Los desechos de hembritas obtenidos el primer año fue de 65 para terminar el año cinco con 146, respecto a los desechos de cabritos se inician con 98 el primer año y se venden 220 en el año cinco (Figura siete b). Las diferencias se relacionan con el porcentaje de reemplazos debido a que en este escenario es del 40%. La diferencia lo representa las hembritas de reemplazo que se venden como pie de cría que en este escenario varían de las 41 el año dos hasta 73 en el año cinco las cuales son obtenidas con un 50% de animales seleccionados como más sobresalientes.

Los desechos de sementales encontrado en este escenario fue de un semental cada año a lo largo de los cinco años de la proyección, con excepción del año uno en donde el modelo no considera el desecho de ningún semental. La disminución de los desechos de las cabras primíparas en el año dos se debe a que las del año uno son más que las que se reemplazan provenientes de las hembritas.

Resultados de cabras preñadas, nacencias y animales destetados

Los resultados obtenidos para este escenario se muestran en la figura siete (c) encontrando un número inicial de cabras preñadas de 285 y se incrementan en el año cinco hasta 636 cabras, los abortos encontrados en este escenario manifiestan 14 animales abortados el primer año llegando a 32 animales en el año cinco de la proyección. Los partos distócicos se relacionan con el valor determinado en la matriz de entrada para todos los escenarios teniendo 8 partos distócicos el año uno y 17 en el año cinco.

Las nacencias obtenidas en este escenario muestran los valores más altos de todos los escenarios debido a que los porcentajes de parámetros reproductivos utilizados son los mejores encontrando 256 nacencias el primer año y llegando a obtener 574 animales nacidos en el año cinco de la proyección.

Los animales destetados en este escenario también se muestran en la figura siete (c) encontrando el mayor número de animales destetados en la evaluación de todos los escenarios llegando a alcanzar un total de 488 animales destetados en el año cinco. Lo anterior es importante debido a que al lograr incrementar los valores de los parámetros reproductivos y mejorar la eficiencia reproductiva se pueden obtener hasta una diferencia de 303 cabritos entre el escenario tres con un 60% de destete y el escenario cinco con un 75% de destetes decir 15% más de animales destetados.

Resultados de la matriz de salida

Los resultados de la matriz de salida obtenidos en los distintos escenarios para el año cinco de la proyección para evaluar el desempeño del modelo de productividad caprina Ver 1.1 se muestran en el cuadro siete y en el cual se puede observar que el escenario uno es el que muestra los más bajos rendimientos en lo que a la Tasa Interna de Retorno (TIR) se refiere obteniendo el -5% seguido del escenario cinco, siendo el mejor escenario el cuatro el cual es el que mostró tener la mayor TIR con un 8%.

Cuadro 7. Resultados obtenidos en la matriz de salida en el año cinco de los distintos escenarios para evaluar el desempeño del modelo de productividad caprina Ver. 1.1

	Cabras en producción	No. de cabritos	Cabras múltiparas	Cabras primíparas	Hembras pie de cría	Producción de leche	T.I.R.
1	317	102	252	106	45	336,813	-5%
2	384	157	317	128	57	470,322	2%
3	301	79	226	116	32	405,579	4%
4	416	175	341	151	54	579,039	8%
5	479	248	408	166	73	545,853	0%

Los resultados indican que la TIR es influenciada grandemente por los valores de tres variables las cuales son: La producción de leche de las cabras, el precio de la leche y el precio del kilo de heno de alfalfa, sin embargo, de acuerdo a

de leche y sin embargo la TIR obtenida es de cero, lo anterior se relaciona ampliamente con la producción de leche de multíparas como de primíparas ya que el aumentar el valor de la producción de leche por día en 100 a 200 mililitros (ml) el valor de la TIR se modifica e incrementa significativamente, siendo uno de los valores de los parámetros de entrada más sensibles en el funcionamiento del modelo.

Respecto al número de cabras en producción el mejor escenario fue el cinco con 479 cabras seguido del escenario cuatro con 416 sin embargo, el escenario cuatro es el que obtuvo la mejor TIR. El escenario con menor número de cabras en producción fue escenario tres con 301 y una TIR de 4% sin embargo la producción de leche por cabra es de 5 y 4 litros por día (Cuadro 6).

El número de cabritos obtenidos el escenario tres es el que obtuvo los más bajos número de animales debido a los valores de los parámetros de entrada utilizados con solo un destete del 60%, sin embargo, la producción de elche es de 5 y 4 litros por día y tiene una TIR de 4%. El escenario cinco muestra el mayor número de cabritos y no se manifiesta en su TIR ya que mostró un cero.

Los resultados sobre el número de hembras de pie de cría se relaciona con el porcentaje de destete y el porcentaje de reemplazo de hembras y el escenario cinco fue el que mostró el mayor número de hembras de pie de cría con 73 seguido del los escenarios dos, cuatro y uno con 57,54 y 45, siendo el

escenario tres el que reporto el menor número, sin embargo, lo anterior no se relaciona con la TIR.

La producción de leche obtenida en los diferentes escenarios muestra que el escenario cuatro es el que aporta la mayor producción y es el que tiene la mejor tasa interna de retorno con un 8%, seguido del escenario cinco con 545,853 litros de leche en el año cinco, sin embargo su tasa interna de retorno es de cero pero su producción de leche por día es de 4.3 y 2.2 litros para multíparas y primíparas respectivamente, por lo que este valor si se relaciona con el tasa interna de retorno. El escenario uno es el que mostró la menor producción de leche con solo 336,813 litros de leche y también con la tasa interna de retorno más baja con -5%.

El escenario dos que presenta una producción de leche de 470,322 y una tasa interna de retorno de 2% pero su producción de leche es de 4.5 y 3 litros por día para multíparas y primíparas respectivamente, el escenario tres presenta una producción de 405,579 y una tasa interna de retorno de 4% pero su producción de leche por día es de 5 y 4 litros, por lo que se puede concluir que la producción de leche por cabra por día es probablemente el factor que más influya sobre las utilidades de una explotación, por lo que se hace necesario en estudios posteriores realizar un análisis por separado y con mayor detalle de los componentes del modelo.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en las diferentes salidas con los diferentes escenarios con el Modelo de Productividad Caprina Ver 1.1 y después de realizar un análisis de los mismos se pueden llegar a las siguientes conclusiones:

1.- Como resultado de esta investigación se puede contar con una herramienta analítica auxiliar en la toma de decisiones a través de un modelo de simulación determinístico, simple y estático de fácil manejo para el operador del mismo y con limitados parámetros de entrada permitan en las salidas (output) obtener información sobre el comportamiento de los distintos componentes del sistema de producción de leche de cabra.

2.- Los resultados obtenidos sobre la Tasa Interna de Retorno (TIR) indican que entre los factores que más la afectan se tienen; la producción de leche por día de las cabras multíparas y primíparas, el precio de la leche y los parámetros reproductivos en menor proporción.

3.- Se observó que por cada 100 mililitros de aumento en la producción de leche por día de cabras multíparas y primíparas se tiene un efecto directo sobre la Tasa Interna de Retorno ya que impacta en un incremento del uno por ciento, por lo que las estrategias de manejo deberán tender a precisar cuales factores afectan en mayor o menor grado la producción de leche e implementar prácticas que mejoren dicha producción.

4.- Se hace necesario continuar el mejoramiento de este tipo de modelos de simulación a través de la selección más rigurosa de algunos parámetros de entrada para poder cuantificar con mayor detalle el impacto de los mismos sobre la eficiencia del sistema de producción de leche y su efecto sobre las utilidades de la explotación.

5.- Se puede concluir que la producción de leche por cabra por día es probablemente el factor que más influya sobre las utilidades de una explotación, por lo que se hace necesario en estudios posteriores realizar un análisis por separado y con mayor detalle de los componentes reproductivos y productivos del modelo.

LITERATURA CITADA

- Acock Y.A. Pachepsky, E.V. Mironenko, F.D. Whisler, and V.R. Reddy. 1999. GUICS: A generic user interface for on farm crop simulations. *Agronomy Journal* 91:657-665.
- Bennet, G.L., S. E. Echternkamp, and K. E. Gregory. 1998. A model of litter size distribution in cattle. *J. Animal Sci.* 76:1789-1793.
- Blackburn, H.D. 1995. Comparison of performance of Boer and Spanish goats in two U.S. locations. *J. Animal Sci.* 73:302-309.
- Blackburn, H.D. and Cartwright T.C. 1987. Description and validation of the Texas A and M sheep simulation model. *J. Animal Sci.* 65:373.
- Bosman, H.J., A.A. Ayantunde, F.A. Steemstra, and H.M.J. Udo. 1997. A simulation model to assess productivity of goat production in the tropics. *Agricultural Systems* 54:539-576.
- Boyazoglu, J., and P. Morand-Fehr. 2001. Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality. A critical review. *Small Ruminant Research* 40:1-11.
- Cacho, O.J., J.D. Finlayson and A.C. Bywater. 1995. A simulation model of grazing sheep: II. Whole Farm Model. *Agricultural Systems* 48: 27-50.
- Castelán-Ortega, O.A., R.H. Fawcett, C. Arriaga-Jordan, and M. Herrero. Artículo en prensa. A decision support system for smallholder campesino maize-cattle production systems of the Toluca Valley in Central México. Part I --

Integrating biological and socio-economic models into a holistic system.
Agricultural systems.

Chawatama, S., L.R. Ndlovu, F.D. Richardson, F. Mhlanga and K. Dzama. 2000. A simulation model of draught animal power in smallholder farming system: part I. Context and structural overview. *Agricultural Systems*. En prensa www.elsevier.com/locate/agsy.

FAO-2001. World statistical Compendium for raw hides and skins, leather and leather footwear, 2001 (1982-2000).

Finlayson, J.D., O.J. Cacho, and A.C. Bywater. 1995. A Simulation Model of Grazing Sheep: I. Animal Growth and Intake. *Agricultural systems* 48:1-25.

Gipson, T.A. 1998. Current market trends and the potential for meat goat production. *J. Anim. Sci. Suppl.* Vol. 76. 110.

Gross, J.E. 2001. Evaluating effects on an expanding mountain goat population on native bighorn sheep: A simulation model of competition and disease. *Biological Conservation* 101:171-185.

Haenlein, F.W. 2001. Goat management. Why Goat Milk. Cooperative Extension Dairy Specialist. University of Delaware.

Hankin, M. 1992. New products associations needs you. *Dairy Goat Journal*. Jan-Febr. 24.

Harper, J.M. 2000. Ranch Vision [Online]. Available by Advanced Veterinary Services www.ranchvision.com (posted 12/12/2001; verified 20/03/2002).

- Herrero, M., R. H. Fawcett and J.B. Dent. 1999. Bio-economic evaluation of dairy farm management scenarios using integrated simulation and multiple-criteria models. *Agricultural Systems* 62: 169-188.
- Hudson, A.G., M.J. Havercamp, and S. Larson. 1998. The role of animal science in natural resource management: Current Decision Making Models and Future Needs. *J. Animal Sci.* 76:248-953.
- Malher, X., H. Seegers, F. Beaudreau. 2001. Culling and mortality in large dairy goat herds managed under intensive conditions in western France. *Livestock Production Science* 71: 75-86.
- McPhee, M.J. 1996. SheepO Version 4.0: A sheep management package. *Environment Software* Vol. 11 Nos 1-3, pp 105-112.
- Paschal, J.C. 1998. Breeding and managements systems for meta goat production. Texas Agricultural Extension Service, Corpus Christi. *J. Animal Sci.* Vol. 76, Suppl. 1
- PROGRESA, 1995. Programa PROGRESA. Gobierno de la Republica. México, D. F.
- Pulina, G. E. Salimei, G. Masala, J.L.N. Sikosama. 1999. A spreadsheet model for the assessment of sustainable stocking rate in semi-arid and sub-humid regions of Southern Africa. *Livestock Production Science.* 61: 287-299.

- Romero, F. E. 1996. El manejo de los suelos para incrementar la producción de los forrajes. II Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo. Producción y manejo de forrajes para aumentar la eficiencia del ganado lechero Grupo Industrial LALA. Nov. 21-23. Gómez Palacio, Dgo. p. 10-22.
- Rumph, J.M., R.M. Koch, K.E. Gregory, L.V. Cundiff and L.D. Van Vleck. 2002. Comparison of models for estimation of genetic parameters for mature weight of Hereford cattle. *J. Anim. Sci.* Vol. 80 3:358-590.
- Sakul, H., W.J. Boylan, J.N.B. Shrestha. 1999. Animal model evaluation for dairy traits in US sheep breeds their crosses and three synthetic populations. *Small Ruminant Research* 34:1-9.
- Salinas, H., R.G. Ramirez, and A. Rumayor-Rodríguez. 1998. A whole farm model for economic analysis in goat production system in México. *Small Ruminant Research* 31:157-164.
- Schaik, G. Van. M. Nielen, A.A. Dijkhuizen. 2001. An economic model for on-farm decision support of management to prevent infectious disease introduction into dairy farms. *Preventive Veterinary Medicine* 51: 289-305.
- SIAP, S.d.l.y.E.A.y.P.c.i.d.l.D.d.l.S. 2001e. Producción Nacional de Leche [Online]. Available by SIAP www.sagarpa.gob.mx (posted diciembre 2001; verified 15 diciembre 2001).
- Watts, J.M. 1998. Animats: Computer-Simulated animals in behavioral research. *J. Animal Sci.* 76:2596-2604.

Wiggans, G.R. and S. M. Hubbard. 1998. Genetic evaluation of yield and conformation traits of dairy goats. Animal Improvement Programs Laboratory. J. Anim. Sci. Suppl. Vol 81 110.