

MODELO DE SIMULACION:
RENTABILIDAD DE RANCHOS DEL MATORRAL
TAMAULIPECO DE COAHUILA POR EFECTO DE LA
RELACION BOVINO: VENADO EN LA CARGA ANIMAL

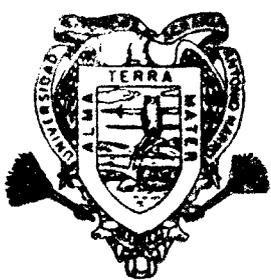
BARTOLO ROMO DIAZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN PLANEACION AGROPECUARIA



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATY
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.



Universidad Autónoma Agraria

"Antonio Narro"

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenvista, Saltillo, Coah.

NOVIEMBRE DE 2001

1352

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCION DE POSGRADO

MODELO DE SIMULACION:
RENTABILIDAD DE RANCHOS DEL MATORRAL TAMAULIPECO DE COAHUI
POR EFECTO DE LA RELACION BOVINO:VENADO EN LA CARGA ANIMAL

TESIS

POR

BARTOLO ROMO DIAZ

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y
aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

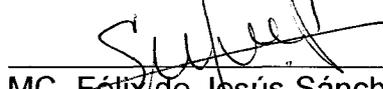
MAESTRO EN CIENCIAS
EN MANEJO DE PASTIZALES

COMITE PARTICULAR

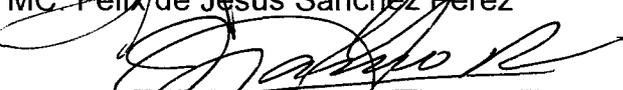
Asesor principal:


Ph D. Eduardo Aizpuru García

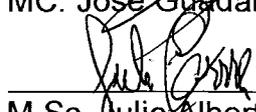
Asesor:

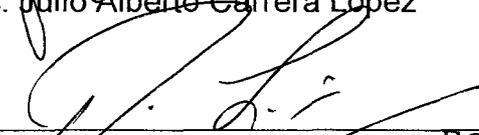

MC. Félix de Jesús Sánchez Pérez

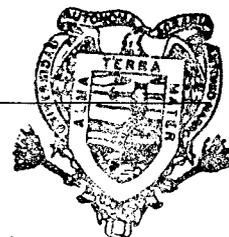
Asesor:


MC. José Guadalupe Narro Reyes

Asesor:


M Sc. Julio Alberto Carrera López


Ph D. Ramiro López Trujillo
Subdirector de Postgrado



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONA
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Noviembre 2001

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCION DE POSGRADO

MODELO DE SIMULACION:
RENTABILIDAD DE RANCHOS DEL MATORRAL TAMAULIPECO DE COAHU
POR EFECTO DE LA RELACION BOVINO:VENADO EN LA CARGA ANIMAL

TESIS

POR

BARTOLO ROMO DIAZ

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y
aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

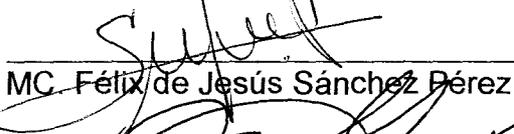
MAESTRO EN CIENCIAS
EN MANEJO DE PASTIZALES

COMITE PARTICULAR

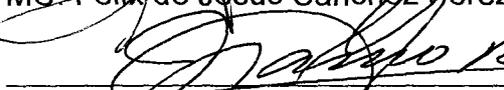
Asesor principal:


Ph D. Eduardo Aizpuru Garcia

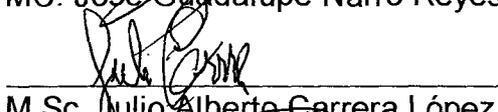
Asesor:

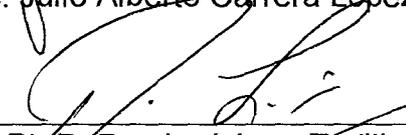

MC. Félix de Jesús Sánchez Pérez

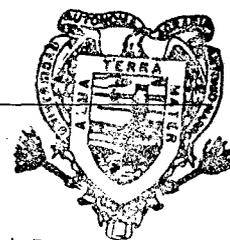
Asesor:


MC. José Guadalupe Narro Reyes

Asesor:


M Sc. Julio Alberto Carrera López


Ph D. Ramiro López Trujillo
Subdirector de Postgrado



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONA
BANCO DE TES
U.A.A.A.N.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Noviembre 2001

AGRADECIMIENTOS

A Patricia Muñoz Jaime, mi esposa, por su paciencia y entusiasmo para realizar esta meta, por nuestro primer hijo, recién nacido.

A Eduardo Aizpuru García, Julio Alberto Carrera López, José Guadalupe Narro Reyes y Félix de Jesús Sánchez Pérez, mi comité particular de asesores, por ser excelentes profesores y amigos.

A Ernesto Flores Ancira, Rubén Chávez Gutiérrez, Víctor Aguirre De Luna, Martín Luna Prieto y Jesús Valdés Reyna, mis asesores externos, así como a todos mis profesores y amigos, por su confianza y apoyo invertidos en esta empresa de la vida, cuya fortaleza es su valiosa amistad.

A Genaro Rodríguez Tinoco y a todos los compañeros y compañeras de estudio, por los honores y los retos que enfrentaron conmigo en este posgrado, por su originalidad y creatividad para asumirlos.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y a la Universidad Autónoma de Aguascalientes, mis dos *Almas Mater*, por las virtuosas personas que integra para la humanidad y su entorno, para el bien del mundo y el honor de México.

DEDICATORIAS

A la memoria de Domingo Díaz Zermeño y Bartolo Romo López, mis abuelos,

por todas las personas que representan, principalmente:

Julia Díaz Pérez y Crescencio Romo González †, mi Madre y mi Padre,

mis mejores maestros

COMPENDIO

MODELO DE SIMULACION:
RENTABILIDAD DE RANCHOS DEL MATORRAL TAMAULIPECO DE COAHUILA
POR EFECTO DE LA RELACION BOVINO:VENADO EN LA CARGA ANIMAL

POR

BARTOLO ROMO DIAZ

MAESTRO EN CIENCIAS
EN MANEJO DE PASTIZALES

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Noviembre 2001

Ph D. Eduardo Aizpuru García - Asesor -

Palabras claves: modelo de simulación, rentabilidad, ranchos, Matorral
Tamaulipeco de Coahuila, bovino:venado, carga animal

El objetivo fue desarrollar un modelo de simulación para predecir la rentabilidad de ranchos al variar la relación bovino:venado. El estudio se realizó en la región del Matorral Tamaulipeco de Coahuila, partiendo de una revisión de literatura que sustentó el desarrollo de un modelo conceptual y cuantitativo. Se obtuvo una serie de simulaciones que demuestran que el modelo es estructuralmente correcto, requiriéndose estudios posteriores para su evaluación y uso.

ABSTRACT

SIMULATION MODEL:
FITABILITY OF RANCHES IN THE TAMAULIPECAN BRUSH OF COAHUILA
BY EFFECT OF THE RATIO BOVINE:DEER IN THE STOCKING RATE

BY

BARTOLO ROMO DIAZ

MASTER OF SCIENCE
IN RANGE MANAGEMENT

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Buenavista, Saltillo, Coahuila. November 2001

Ph D. Eduardo Aizpuru Garcia - Advisor

Key words: simulation model, profitability, ranches, Tamaulipecan Brush of Coahuila, bovine:deer, stocking rate

The objective was to develop a simulation model to predict the fitability of ranches when varying the relationship bovine:deer. The study was carried out in the Tamaulipecan Brush of Coahuila, starting with a literature review that supported the development of a conceptual and quantitative model. A series of simulations showed that the model is structurally correct, requiring further study to the evaluation and use of the model.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
MODELO DE SIMULACIÓN.....	4
NIVEL DEL MODELO.....	12
RENTABILIDAD.....	14
CAPITAL NATURAL.....	17
REEMPLAZO DE LOS ARTICULOS IMPORTADOS CON LOS PRODUCTOS LOCALES.....	24
RESPONSABILIDAD EN LOS EFECTOS QUE TIE- NEN SOBRE EL MUNDO NATURAL.....	25
DESARROLLO Y CRECIMIENTO SIN REQUERI- MIENTO DE CAPITAL EXTERNO.....	26
CREACION DE OBJETOS DE DURABILIDAD Y UTI- LIDAD A LARGO PLAZO SIN DAÑO A FUTURO.....	27
CAMBIO DE CLIENTES CON LA EDUCACION.....	28
RANCHOS.....	29
LEGISLACION.....	30
OPORTUNIDADES Y AMENAZAS.....	31
SERVICIOS.....	33
EJEMPLO.....	38
MATORRAL TAMAULIPECO DE COAHUILA (MTC).....	39
BOVINO:VENADO.....	42
BOVINO.....	43
VENADO.....	44
TROFEOS.....	47
PREFERENCIAS DE FORRAJE.....	50
CAPACIDAD DE CARGA.....	65
UNIDAD ANIMAL.....	71
CARGA ANIMAL.....	72
MATERIALES Y METODOS.....	82
AREA GENERAL.....	82
AREA DE ESTUDIO.....	90
CLIMA.....	92
SUELO.....	94
VEGETACION.....	96
ACACIA.....	110
CASTELA.....	113
CELTIS.....	115
CERCIDIUM.....	117

DIOSPYROS.....	120
KARWINSKIA.....	122
LEUCOPHYLLUM.....	124
OPUNTIA.....	126
PROSOPIS.....	128
HIERBAS.....	131
ZACATES (GRAMINEAS).....	133
MODELO DE VEGETACION MTC.....	136
MATERIALES.....	143
METODOS.....	145
DEFINICION DE LOS OBJETIVOS DEL MODELO.....	148
DEFINICION DE LOS LIMITES DEL SISTEMA DE INTERES.....	149
CLASIFICACION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE INTERES.....	152
IDENTIFICACION DE LAS RELACIONES ENTRE LOS COMPONENTES.....	153
REPRESENTACION FORMAL DEL MODELO CONCEPTUAL.....	155
SELECCION DE LA FORMA MATEMATICA GENERAL PARA EL MODELO.....	156
ECUACIONES DE VARIABLES EXTERNAS.....	158
ECUACIONES DE VARIABLES AUXILIARES.....	159
ECUACIONES DE TRANSFERENCIA DE MATERIAL.....	160
ECUACIONES DE VARIABLES DE ESTADO.....	161
ELECCION DEL INTERVALO DE TIEMPO PARA LAS SIMULACIONES.....	162
IDENTIFICACION DE LA FORMA DE LAS RELACIONES ENTRE LAS VARIABLES DEL MODELO.....	164
ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE LAS ECUACIONES DEL MODELO.....	172
DATOS CUANTITATIVOS.....	172
RELACIONES TEORICAS.....	173
INFORMACION CUALITATIVA.....	175
INFORMACION OBTENIDA MEDIANTE LA EXPERIMENTACION CON EL MODELO.....	176
TIPO DE MODELO.....	177
CODIFICACION DE LAS ECUACIONES DEL MODELO EN LA COMPUTADORA.....	178
ECUACIONES DE VARIABLES DE ESTADO.....	178
ECUACIONES DE VARIABLES EXTERNAS.....	179
ECUACIONES DE VARIABLES AUXILIARES.....	180
ECUACIONES DE TRANSFERENCIA DE MATERIAL.....	181

EJECUCION DE LAS SIMULACIONES DE REFERENCIA..	184
RANCHO EJEMPLO.....	187
RANCHO TRADICIONAL.....	198
RANCHO TECNIFICADO.....	203
RANCHO TEORICO.....	208
RESULTADOS.....	215
FORMULACION DEL MODELO CONCEPTUAL.....	215
ESPECIFICACION CUANTITATIVA DEL MODELO.....	224
RANCHO EJEMPLO.....	228
RANCHO TRADICIONAL.....	230
RANCHO TECNIFICADO.....	232
RANCHO TEORICO.....	234
DISCUSION.....	239
MODELO DE SIMULACION.....	239
RENTABILIDAD.....	244
RANCHOS.....	245
MATORRAL TAMAULIPECO DE COAHUILA.....	247
BOVINO:VENADO.....	249
CAPACIDAD DE CARGA.....	253
SIMULACIONES DE REFERENCIA.....	256
CONCLUSIONES.....	258
RESUMEN.....	259
ERATURA CITADA.....	261
INDICES.....	278
APENDICE A.....	280
APENDICE B.....	282

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Página
2.1	MODELOS PARA LOS RECURSOS EN PASTIZALES.....	8
2.2	SISTEMAS DE COMPUTO PARA SOPORTAR DECISIONES.....	9
2.3	EFICIENCIA EN LA PRODUCCION DE VENADOS POR HECTAREA.....	45
2.4	PREFERENCIAS POR ALIMENTO PRESENTADAS EN BOVINO Y VENADO DURANTE LAS ESTACIONES DEL AÑO.....	51
2.5	PORCENTAJE DE PLANTAS CONSUMIDAS POR BOVINO Y VENADO EN CADA ESTACIÓN DEL AÑO.....	52
2.6	SÍNTESIS DE REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y SU INFORMACION EN CUANTO A PREFERENCIAS Y CONSUMO.....	64
3.1	CLIMA EN EL NOROESTE DE COAHUILA.....	92
3.2	TEMPERATURA Y PRECIPITACION EN EL MTC.....	93
3.3	INVENTARIO FLORISTICO, CUENCA BURGOS (24E) MATORRAL TAMAULIPECO.....	104
3.4	CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS PLANTAS EN EL MTC.....	106
3.5	GENEROS Y ESPECIES EN EL MATORRAL TAMAULIPECO.....	107
3.6	ESCALA DE TIEMPO GEOLOGICA Y EVENTOS GEOLOGICO, CLIMATICO Y BIOTICO SELECCIONADOS.....	138
3.7	LIMITES DEL SISTEMA DE INTERES.....	150
3.8	ATRIBUTOS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE INTERES.....	151
3.9	FUNCIONES DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA EN EL MODELO.....	152
3.10	INDICADORES PRODUCTIVOS DE BOVINO Y VENADO.....	169
3.11	TIPOS DE VEGETACION, SITIOS DE MUESTREO Y kg MS DE FORRAJE EN CONDICION BUENA, EN AÑOS DE PRECIPITACION NORMAL Y EN VEGETACION NATIVA.....	174
3.12	UNIDADES POR VARIABLE.....	175
3.13	DATOS PROMEDIO DEL RANCHO EJEMPLO EN EL CICLO 1999.....	187
3.14	DESGLOSE DE INGRESOS Y EGRESOS EN EL RANCHO EJEMPLO.....	196

3.15	DESGLOSE DE VENTAS Y COSTOS DE OPERACIÓN EN EL RANCHO TRADICIONAL.....	202
3.16	DESGLOSE DE VENTAS Y COSTOS DE OPERACIÓN DEL RANCHO TECNIFICADO.....	207
3.17	TASAS DE EXTRACCION PARA BOVINOS Y DE APROVECHAMIENTO PARA VENADOS EN EL NORESTE DE MEXICO.....	211
3.18	RELACION EGRESOS/INGRESOS PROMEDIO DE LOS CASOS: EJEMPLO, TRADICIONAL Y TECNIFICADO.....	214
3.19	ESTADO DE RESULTADOS PARA EL RANCHO TEORICO.....	214
4.1	VALORES DETERMINADOS PARA CADA UNO DE LOS CASOS SIMULADOS.....	227
4.2	RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS CUATRO CASOS SIMULADOS.....	236

INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Página
2.1	CRECIMIENTO DE LA POBLACION CON UN NUMERO MAXIMO DE INDIVIDUOS QUE PUEDEN SER SOSTENIDOS POR EL AMBIENTE.....	68
2.2	RELACIONES PROPUESTAS ENTRE CARGA ANIMAL Y GANANCIA DE PESO POR ANIMAL.....	74
2.3	PRODUCCION GANADERA POR INDIVIDUO Y POR UNIDAD DE AREA ORIGINADA DE LOS EFECTOS COMBINADOS EN LA EFICIENCIA DE CAPTURA DE ENERGIA SOLAR, EFICIENCIA DE COSECHA DE FORRAJE Y EFICIENCIA EN LA CONVERSION EN RESPUESTA A LA INTENSIDAD DE APACENTAMIENTO.....	76
2.4	RELACION ENTRE PRODUCCION/ANIMAL, PRODUCCION/UNIDAD DE AREA DE TIERRA, GANANCIA/UNIDAD DE AREA Y NUMERO DE ANIMALES POR UNIDAD DE AREA.....	77
3.1	PARTE SUR DE LA GRAN LLANURA DE NORTE AMÉRICA.....	83
3.2	PROVINCIA BIOTICA TAMAULIPECA Y MTC.....	84
3.3	PLANICIES DEL RIO GRANDE EN TEXAS.....	85
3.4	TIPO DE VEGETACION 25 MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO.....	87
3.5	LOCALIZACIÓN DE LOS PERFILES DIAGRAMÁTICOS (AA', BB', CC' Y DD') DE VEGETACIÓN.....	89
3.6	PERFIL A-A' DE COTECOCA.....	89
3.7	AREA DE ESTUDIO: MATORRAL TAMAULIPECO DE COAHUILA (MTC).....	90
3.8	CLIMA SECO (5) DEL MTC.....	93
3.9	SUELOS DOMINANTES DEL MTC.....	95
3.10	ACACIA FARNESIANA (L.) WILLD. Y ACACIA RIGIDULA BENTH.....	112
3.11	CASTELA TEXANA.....	114
3.12	CELTIS PALLIDA.....	116
3.13	CERCIDIUM FLORIDUM.....	119
3.14	DIOSPYROS TEXANA.....	121
3.15	KARWINSKIA HUMBOLDTIANA.....	123
3.16	LEUCOPHYLLUM FRUTESCENS.....	125
3.17	OPUNTIA LINDHEIMERI.....	127
3.18	PROSOPIS GLANDULOSA TORR.....	130

9	MODELO CONCEPTUAL DE LA CONVERSIÓN DE ZACATALES O SABANAS EN ARBUSTALES, ASUMIENDO LA EXISTENCIA DE UN LIMITE DE DISTURBIO POR APACENTAMIENTO.....	142
0	CRECIMIENTO NORMAL DE LA PLANTA.....	165
1	PORCENTAJE DE ARBUSTOS Y HERBACEAS EN LA DIETA DE VENADO BURA.....	165
2	PRODUCTO POR ANIMAL Y PRODUCTO POR HECTAREA.....	166
3	ETAPAS DE LA FUNCION DE LA PRODUCCION.....	168
4	COSTOS, INGRESOS Y UTILIDADES.....	171
	LIMITES DEL SISTEMA DE INTERES.....	216
	CATEGORIZACION DE LOS SUBMODELOS.....	217
	MODELO DE VEGETACION.....	220
	VEGETACION COMO VARIABLE HOMOGENEA.....	221
	DIAGRAMA CAUSAL.....	222
	MODELO CONCEPTUAL.....	223
	FORMULACION DE LAS ECUACIONES POR TIPO DE VARIABLE.....	226
	TABLA DE PREDICCIONES PARA EL RANCHO EJEMPLO.....	228
	GRAFICA DE VARIABLES PARA EL RANCHO EJEMPLO.....	229
0	TABLA DE PREDICCIONES PARA EL RANCHO TRADICIONAL.....	230
1	GRAFICA DE VARIABLES PARA EL RANCHO TRADICIONAL.....	231
2	TABLA DE PREDICCIONES PARA EL RANCHO TECNIFICADO.....	232
3	GRAFICA DE VARIABLES PARA EL RANCHO TECNIFICADO.....	233
4	TABLA DE PREDICCIONES PARA EL RANCHO TEORICO.....	234
5	GRAFICA DE VARIABLES PARA EL RANCHO TEORICO.....	235
	SOLUCIÓN ANALÍTICA VS. SIMULACIÓN.....	242

INTRODUCCION

A partir de 1925 con los trabajos de Pearson, Fisher y Gosset se tendió a considerar que la ciencia se limitaba a la investigación experimental; es decir, que el experimento era la parte substancial del método científico (Steel y Torrie, 1960). Por definición esa postura excluye los trabajos de Galileo y de Darwin por ser esencialmente de carácter observacional, así como los trabajos de Einstein, por ser de carácter estrictamente teórico.

En la escala de la historia, recientemente se han planteado las limitaciones del método experimental, señalándose que por sustentarse en el reduccionismo se impide la consideración de fenómenos complejos al no poder rebasar cierto nivel de complejidad (Dobzhansky, 1974 y Beckner, 1974). En consecuencia se han hecho planteamientos que incluyen alternativas metodológicas de investigación como la simulación, la observación, la teoría y la historia.

La simulación se sustenta en el holismo y en la teoría de la jerarquía, de tal manera que se sobrepone a las limitaciones de la experimentación, pudiendo resolver problemas de manera integral y además considerar sistemas complejos con tantas variables como el investigador pueda abstraer, así como diversas escalas espacio temporales para trabajar a un costo prácticamente nulo (Hall y Day, 1977; Kothmann *et al.*, 1982; Rykiel, 1993; Neill, 1995). La

simulación permite incluso, imitar procesos de investigación (Grant *et al.*, 1997).

Considerando lo anterior se ha aplicado el método de simulación a diversas facetas del manejo de recursos tales como el pastizal (Holechek *et al.*, 1998; Kothmann *et al.*, 1982) y la fauna silvestre (Grant *et al.*, 1997). En la actualidad es aún mayor la urgencia de producir alternativas de manejo de recursos naturales que giren en torno al incremento de la rentabilidad de las unidades de producción, manteniendo sin embargo su sustentabilidad (Holechek *et al.*, 1998; Morrison *et al.*, 1998). Desafortunadamente la rentabilidad y la conservación de los recursos naturales en los ranchos con sistemas de producción tradicionales son tan desalentadoras, que se requiere cambiar a sistemas más promisorios; uno de ellos es la negociación internacional por la conservación del capital natural (Miller, 1994 y Owen y Chiras, 1995).

En Manejo de Pastizales se requiere predecir los resultados económicos en regiones específicas tales como la provincia del Matorral Tamaulipeco de Coahuila (MTC) con la producción de bovinos y aprovechamiento de venados, en ranchos diversificados o UMAS, integrando así el uso racional del pastizal con la administración eficaz de los ranchos que lo conforman.

En este contexto, el presente estudio plantea desarrollar un modelo de simulación para predecir la rentabilidad en ranchos del MTC al hacer variar la relación bovino:venado, buscando demostrar el alto valor que la simulación tiene como alternativa de investigación científica. Alcanzándose ese objetivo se podrá cumplir la validación del modelo en estudios posteriores y llegar a hacer

predicciones con variables estocásticas específicas, conforme se obtenga la información pertinente. Como resultado de lo anterior se podrán establecer en el futuro estrategias en la administración de los ranchos en el MTC.

REVISION DE LITERATURA

Modelo de Simulación

Un modelo es una representación o descripción simplificada de la realidad (Blessner, 1969; Odum, 1994; Whitten y Bentley, 1998). Consiste en una reducción en el tamaño o en el número de atributos, elementos o componentes que caracterizan al sistema o realidad, de tal manera que se incluyan el menor número de variables. De lo contrario no sería un modelo, sería el sistema real además de sus atributos funcionales (Hall y Day, 1977).

Un modelo es un esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento (Real Academia Española [RAE], 1984). Es una abstracción de la realidad, una descripción de los elementos más esenciales de un problema. Algunas de las dicotomías más relevantes incluyen modelos dinámicos versus estáticos, determinísticos versus estocásticos y analíticos versus de simulación (Grant *et al.*, 1997). De hecho los modelos representan "estados" de las variables y mediante la simulación se describen los "cambios de estado" de esas variables (Grant *et al.*, 1997, Padulo y Arbib, 1974)

La Simulación es la acción y efecto de simular: representar una cosa, fingiendo o imitando lo que no es (RAE, 1984). Es el uso de un modelo para imitar,

o describir paso a paso, el comportamiento de un sistema en estudio (Grant *et al.*, 1997). El problema con las definiciones de la simulación es que engloban a todos los modelos que implican investigación (Dent y Anderson, 1974).

Los modelos de simulación son un medio para entender como funcionan y cambian los sistemas y sus componentes (Odum y Odum, 2000) para los cuales es imposible encontrar una solución analítica que se resuelve utilizando un conjunto de operaciones aritméticas (Grant *et al.*, 1997). En este sentido las computadoras han sido una marca de distinción para la modelación de los sistemas ecológicos, no obstante que se requiere el conocimiento de los principios elementales para la operación de la computadora (Kitching, 1983). Resumiendo, el modelo de simulación se conceptúa aquí, como una abstracción de una realidad compleja para comprenderla y estudiar su comportamiento con el uso de la computación.

Los administradores de recursos están simplificando una arrolladora cantidad de información científica relativa a ecología, suelos, hidrología y principios de administración de pastizales. Para esto las herramientas innovadoras, incluyendo los modelos de simulación y los sistemas de soporte, son necesarios para encontrar los cambios multifacéticos en los ecosistemas de pastizal. Sin embargo los modelos de simulación no han sido ampliamente utilizados en la administración de pastizales, como pueden o deben serlo por los directivos y las agencias relacionadas (Hanson *et al.*, 1999). Respecto a lo anterior se ha argumentado que los modelos ecológicos son demasiado

complejos para ser descritos de forma analítica, por lo que se requiere aplicar la simulación (Grant *et al.*, 1997).

Existen sistemas de computo (softwares) para soportar decisiones en la administración de ecosistemas, mismos que incluyen modelos de simulación, bases de datos, sistemas de visualización y sistemas expertos. A pesar de que sus usuarios los han encontrado complejos o frustrantes, consideran que son una buena herramienta que requiere ser desarrollada por sus autores de acuerdo con las necesidades, entendimiento y metas del usuario final (Hanson *et al.*, 1999), lo que resulta en un poderoso y riguroso entendimiento de los sistemas cuando al pensamiento humano se conecta la simulación cuantitativa, usando los programas de simulación (Odum y Odum, 2000).

Los cambios en las demandas sociales por la sustentabilidad en la administración del ambiente y la creciente tendencia a encontrar esas demandas a través de una regulación, requieren desarrollar tecnología de predicción. Mientras que la investigación tradicional en pastizales ha llevado al desarrollo de prácticas mejoradas en la administración de la vegetación, esta ha hecho poco para mejorar las capacidades de los ecosistemas en procesos complejos (Hanson *et al.*, 1999). Una de las razones para construir modelos de simulación es que proveen un método para estudiar la complejidad, lo cual es particularmente relevante para los ecosistemas al integrar varios subsistemas (Thornley, 1998). Sin embargo, son aún pocas las guías viables para la construcción de modelos ecológicos, además de que los errores al medir las variables se transportan a través de la simulación, lo que puede contribuir a

predicciones inciertas derivadas del modelo (Jeffers, 1978; Odum, 1994; Odum y Odum, 2000).

En este sentido existen pocos ejemplos exitosos en la simulación de problemas de decisión a nivel de rancho que además son de casos hipotético (Dent y Anderson, 1974 y Grant *et al.*, 1997). Ahora bien, no es el concepto de simulación lo que es nuevo, sino el empleo de las computadoras. Respecto a lo anterior, el desarrollo de las computadoras es un requisito previo indispensable para el desarrollo de la simulación (Dent y Anderson, 1974). La simulación por computadora requiere que el modelador incluya aspectos prácticos, de tal manera que pueda simular el futuro comportamiento del sistema (Hall y Day, 1977).

En la literatura existen referencias con respecto a la simulación desde la década de 1960. En 1997 la Society for Range Management (SRM) encabezó el uso de modelos de simulación en la planeación y administración de recursos naturales (Hanson *et al.*, 1999), de los cuales y con respecto a ecosistemas y pastizales, se presenta una síntesis en el Cuadro 2.1. Los modelos de simulación usados independientemente y como componentes de sistemas de cómputo para soportar una decisión, ejercerán una función creciente e importante (Grant, 1998; Hanson *et al.*, 1999 y Odum y Odum, 2000) algunos de los cuales pueden apreciarse en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2.1. Modelos para los recursos en pastizales,
(Adaptado de Holechek *et al.*, 1998 y Hanson *et al.*, 1999)

AÑO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS GENERALES
1965	IBP	International Biological Program	Desarrolla el entendimiento de la estructura y función de los ecosistemas.
	ELM	Ecosystem Level Model	Representa la dinámica en la biomasa de los sitios de zacatales perenes y su respuesta a alternativas de administración.
1987	SPUR	Simulation of Production and Utilization of Rangelands	Herramienta de investigación y desarrollo en hidrología, crecimiento vegetal, animales y economía.
	SPUR2	SPUR 2	Mejoramiento del SPUR. Describe el impacto del calentamiento y los cambios en el clima global en pastizales de EUA.
	SPUR-91	SPUR 91	Mejora la intercomunicación entre los componentes de hidrología, suelo y planta.
	SPUR2.4	SPUR 2.4	Tiene potencial para incorporar la evaluación de varias estrategias de administración de pastizales y practicas en áreas limitadas
	ERHYM-II	Ekalaka Rangeland Hydrology and Yield Model II	Provee simulación diaria de evaporación, transpiración y ruta de agua en el suelo.
	RAPPS	Rangeland Plant Profiles	Calcula biomasa por unidad de área en cada parte de la planta, digestibilidad, calidad, dimensiones, morfología y eventos fenológicos.
	SHAW	Simultaneous Heat And Water	Simula el movimiento del agua y el calor través de un perfil vertical de vegetación, nieve y suelo. Debe ser acoplado con otros modelos para que sea útil en administración de pastizales.
1987	WEPP	Water Erosion Prediction Project	Aplicable a todas las situaciones donde ocurre erosión hídrica del suelo. Esta limitado a pequeñas áreas. Su uso requiere mejorar la estimación de los procedimientos usados para representar a la vegetación, el suelo y la administración inducida por la variación en tiempo y en espacio.
1992	GEM	Generation of weather Elements for Multiple applications	Proporciona diariamente una serie de temperaturas máximas y mínimas, lluvia y radiación solar para alguna localidad, aún en regiones donde no existen datos climáticos de un largo periodo.

Cuadro 2.2. Sistemas de cómputo para soportar decisiones

(Adaptado de High Performance Systems [HPS], 1997 y 1998; Hanson *et al.*, 1999 y Odum y Odum, 2000)

AÑO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS GENERALES
1991	GLA	Grazing Lands Applications	Es un presupuesto de forraje cuya estructura depende de información computada externamente, con un juicio profesional de entrevistas anticipadas a responsables de vegetación y propietarios de tierra.
	MSSC	Multiple Species Stocking Calculator	Desarrollado para dirigir la planeación de asuntos más complejos. Es un sistema basado en las preferencias en las cuales cambia la planeación para el entendimiento del proceso en selección de la dieta y establecimiento de niveles de utilización sobre especies de plantas deseadas. Su éxito depende ampliamente de la habilidad del usuario para caracterizar el forraje ofrecido a los animales, asignar la unidad animal equivalente, entender la densidad promedio en herbívoros silvestres y estar de acuerdo con la asignación de las clases preferidas para especies de plantas y animales.
	NUTBAL	Nutritional Balance Analyzer	Provee una representación de los tipos de crianza y condiciones ambientales en una manera tal que los usuarios no son forzados a introducir información que es difícil de adquirir.
	GAAT	Grazinglands Alternative Analysis Tool	Incorpora un modelo dinámico económico para obtener el valor presente neto y la tasa interna de retorno a partir de un nivel determinado de inversión sobre cierta unidad de superficie. Provee a planeadores y consultantes la capacidad de analizar situaciones complejas donde la respuesta económica debe ser templada en una realidad económica y biológica.
	RANGETEK		Provee diariamente la simulación del suelo, evaporación en la planta, curso del agua a través del perfil y pronóstico de la producción anual de forraje.
	PHYGROW	Phytomass Grow Model	Desarrollado para capturar conceptos críticos de un amplio arreglo de modelos dirigidos a hidrología, crecimiento de plantas, selección de la dieta, producción animal y decisiones humanas. Usado para análisis de política y observación de sistemas en sequía.
1985-1998	STELLA	Modelos, Simulación y Pensamiento de Sistemas	Promueve en el usuario los siguientes procesos de aprendizaje: asimilación conforme, ganancia por el entendimiento, construcción del entendimiento, construcción de la capacidad para el entendimiento y construcción de la capacidad para afinar el entendimiento.

En los párrafos anteriores se menciona varias veces el término sistema, por lo que es necesario definirlo. El Sistema es un conjunto de cosas que ordenadamente relacionadas entre sí contribuyen a determinado objeto (RAE, 1984). Es un conjunto de componentes relacionados entre sí, que poseen un límite y funcionan como una unidad. Un sistema es cualquier conjunto de materiales y procesos que se comunican para realizar una serie de funciones. Es un conjunto de procesos conectados entre sí, caracterizado por muchas vías recíprocas de causa efecto. El principal atributo de un sistema es que podemos entenderlo sólo considerándolo como un todo, otro atributo importante es que se define de acuerdo a un propósito particular. El análisis de sistemas es tanto una filosofía como un conjunto de técnicas cuantitativas, incluyendo a la simulación, que se ha desarrollado explícitamente para enfrentar problemas relacionados al funcionamiento de sistemas complejos (Grant *et al.*, 1997).

El conjunto de programas de computadora (software) denominado STELLA, usa métodos numéricos estándar para resolver el sistema de ecuaciones que comprende un modelo. No es posible obtener una solución exacta cuando la computadora es utilizada para simular comportamientos de sistemas que fueron modelados y perfeccionados analíticamente. Sin embargo con cálculos discretos (los únicos que las computadoras digitales pueden realizar) es utilizado para aproximarse al comportamiento perfeccionado. El software divide al tiempo en intervalos igualmente espaciados, cada uno con una amplitud denominada DT (Delta Time) como el intervalo de tiempo entre

En los párrafos anteriores se menciona varias veces el término sistema, por lo que es necesario definirlo. El Sistema es un conjunto de cosas que ordenadamente relacionadas entre sí contribuyen a determinado objeto (RAE, 1984). Es un conjunto de componentes relacionados entre sí, que poseen un límite y funcionan como una unidad. Un sistema es cualquier conjunto de materiales y procesos que se comunican para realizar una serie de funciones. Es un conjunto de procesos conectados entre sí, caracterizado por muchas vías recíprocas de causa efecto. El principal atributo de un sistema es que podemos entenderlo sólo considerándolo como un todo, otro atributo importante es que se define de acuerdo a un propósito particular. El análisis de sistemas es tanto una filosofía como un conjunto de técnicas cuantitativas, incluyendo a la simulación, que se ha desarrollado explícitamente para enfrentar problemas relacionados al funcionamiento de sistemas complejos (Grant *et al.*, 1997).

El conjunto de programas de computadora (software) denominado STELLA, usa métodos numéricos estándar para resolver el sistema de ecuaciones que comprende un modelo. No es posible obtener una solución exacta cuando la computadora es utilizada para simular comportamientos de sistemas que fueron modelados y perfeccionados analíticamente. Sin embargo con cálculos discretos (los únicos que las computadoras digitales pueden realizar) es utilizado para aproximarse al comportamiento perfeccionado. El software divide al tiempo en intervalos igualmente espaciados, cada uno con una amplitud denominada DT (Delta Time) como el intervalo de tiempo entre

los cálculos, es así que los cálculos son efectuados en intervalos discretos (HPS, 1997).

La elección del intervalo de tiempo depende del nivel de resolución temporal que de acuerdo con Grant *et al.* (1997) se requiere para cubrir las siguientes necesidades:

- 1) Contestar las preguntas.
- 2) Representar apropiadamente los cambios en las tasas de los procesos.
- 3) Facilitar la estimación de los parámetros de las ecuaciones de modelo, considerando la resolución temporal de los datos disponibles.
- 4) Mantener los costos asociados a los cálculos dentro de límites razonables en términos de tiempo y dinero.

El software STELLA, resuelve las ecuaciones en un modelo aplicando tres algoritmos de simulación: el método de Euler, el método Runge-Kutta 2º Orden y el método Runge kutta 4º Orden, de los cuales el método Euler es el algoritmo más ampliamente utilizado por el software (HPS, 1997) aunque no necesariamente es el más preciso, por las razones que se presentan en el capítulo de discusión.

Nivel del Modelo

El concepto de nivel del modelo es el grado de avance en el proceso para llegar al uso de un modelo conforme a las etapas teóricas para el desarrollo del mismo, las cuales se describen a continuación: (1) formulación del modelo conceptual, (2) especificación del cuantitativa modelo, (3) evaluación del modelo y (4) uso del modelo (Grant *et al.*, 1997). Años atrás se ha presentado una metodología general específicamente para la simulación cuya característica principal es la retroalimentación a cualquier paso previo, lo que es característico de la naturaleza casi cíclica de muchos estudios de simulación. (Dent y Anderson, 1974).

En la primer etapa el objetivo es obtener una representación cualitativa del sistema de interés. En base a los objetivos del proyecto, debe decidirse cuáles son y como se relacionan entre ellos los componentes del mundo real que se incluirán en el sistema de interés. Estos componentes y sus relaciones forman lo que se denomina modelo conceptual y se representa gráficamente usando símbolos que representan la naturaleza específica de cada relación. También se deben bosquejar los patrones esperados del comportamiento del modelo, lo cual frecuentemente se hace en términos de la dinámica temporal de los componentes mas importantes del sistema. Estos patrones sirven como punto de referencia durante la evaluación del modelo para asegurar que éste provee el tipo de predicciones que permite abordar las interrogantes planteadas (Grant *et al.*, 1997) En este sentido, una variedad de alternativas

pueden ser examinadas al proveer una base para los productores cuando toman decisiones de administración (Kothmann y Smith, 1983; Krauthamer *et al.*, 1987). En la etapa de la especificación cuantitativa del modelo se trata de traducir el modelo conceptual a una serie de ecuaciones matemáticas haciendo usos diversos de la información sobre el sistema real que, en conjunto, forman el modelo cuantitativo. En la etapa de la evaluación del modelo se determina si el modelo es apropiado o no para cumplir con los objetivos, considerando su utilidad. Finalmente en la etapa del uso del modelo se responden las preguntas que fueron identificadas al inicio del proyecto, lo que implica diseñar y simular con el modelo los mismos experimentos que se realizarían en el mundo real para la solución de las preguntas; para esto también se analizan, interpretan y comunican los resultados de las simulaciones mediante los mismos procedimientos generales que se usarían para analizar, interpretar y comunicar los resultados de un experimento en el mundo real. Las cuatro etapas del desarrollo del modelo se encuentran interconectadas, por lo que se puede pasar por cada etapa mas de una vez. En cualquiera de las etapas se puede encontrar que se ha pasado por alto, o representado erróneamente, alguno de los componentes o procesos del sistema; en este caso se debe regresar a una etapa anterior, frecuentemente a la formulación del modelo conceptual o a la especificación cuantitativa del modelo (Grant *et al.*, 1997).

Rentabilidad

La rentabilidad significa calidad de rentable: que produce renta (utilidad o beneficio que rinde anualmente una cosa) suficiente o remuneradora (RAE, 1984). El porcentaje de interés que se obtiene del capital invertido por medio de la producción se llama rentabilidad (Trillas, 1982). La rentabilidad es la razón de ser de la empresa. Indica el retorno que los propietarios perciben a cambio de la inversión, riesgo y esfuerzo desarrollado (Guerra y Aguilar, 1995). La rentabilidad es también conocida como tasa de rentabilidad interna, tasa de rendimiento interno, tasa interna de recuperación y tasa interna de retorno, misma que se define como la tasa de actualización a la cual el valor actualizado de los costos es igual al valor actualizado de los beneficios; cuando se calcula desde el punto de vista económico se le llama *tasa de rentabilidad económica* y cuando se calcula en función de los aspectos financieros del proyecto se le llama *tasa de rentabilidad financiera* (Carvallo, 1993).

Para poder producir, es necesario invertir capital. La utilidad neta es el resultado económico de la producción, que se obtiene mediante la inversión de capital. Para encontrar la rentabilidad se consideran tanto los intereses del capital propio, como los del capital ajeno (Trillas, 1982). En el caso de empresas privadas, la meta principal son las utilidades; en el caso de organizaciones públicas y no lucrativas, la meta es sobrevivir y atraer fondos suficientes para desempeñar bien sus funciones. Ahora bien, la clave no es lograr utilidades como tales, sino lograrlas como consecuencia de haber

realizado un buen trabajo (Kotler, 1993). Al realizar investigación donde se abordan aspectos económicos, se debe considerar que la inversión identificada por la información proporcionada por el productor difiere de la inversión real hecha por el mismo y que en ocasiones es insuficiente (Guerra, 1992). Por otra parte, en los pastizales del semidesierto mexicano, existe deficiente aplicación de la administración como disciplina, principalmente en los ranchos del sector social, siendo además común que los ranchos de instituciones educativas, presenten una penosa productividad, ocasionando retraso, frustración e incompetencia en sus estudiantes (Romo y Chávez, 1999).

Hablando específicamente de la tasa interna de retorno (TIR) ésta es considerada como el valor del interés compuesto al practicar futuros retornos basados sobre los insumos proporcionados, si la TIR es igual al valor de una alternativa de inversión, entonces la práctica estará en quiebra; si ésta es alta, la practica tendrá un retorno positivo. El propietario o director del rancho debe decidir cual es el retorno aceptable, aunque esto difiere de persona a persona, generalmente un retorno aceptable es aquél que iguala o excede el valor al cual el director tendría dinero confiable para llevarlo a la practica, o el valor en el cual al menos se iguale con otras opciones de inversión. Cuando los directores del rancho establecen el valor de descuento en los cálculos del valor presente neto, ellos están estableciendo su mínimo valor de retorno. Sin embargo, algún valor presente neto que iguale o exceda a cero es aceptable (National Range and Pasture Handbook [NRPH], 1997).

Considerando que la economía es una ciencia, aún cuando no se puedan realizar experimentos controlados en un sistema económico (Schettino, 1994), es necesario definir un criterio científico uniforme que considere y evalúe las metodologías prácticas de los ganaderos para que éstas puedan ser juzgadas y aprovechadas en el mejoramiento de los pastizales así como en el mejoramiento de la remuneración para los productores (Romo-Díaz *et al.*, 2000).

Por otra parte, el añadir los costos ecológico y/o social de empresas, es extremadamente difícil, puesto que no es posible asignar un costo a vidas humanas o a lagos o a bosques fácilmente. La solución pues al problema ecológico existe teóricamente, lo que todavía no es posible hacer es aplicarlo en todos los casos (Schettino, 1994). En el caso de los recursos naturales renovables se puede calcular el ingreso real, que es igual al ingreso bruto menos los costos económicos (se calculan en base a los precios del mercado); el *ingreso ajustado* es definido como el ingreso real menos los costos ecológicos y sociales, o sea, $lr = lb - Ce$; $la = lr - Ce$. Estos últimos valores se pueden estimar como la rentabilidad y/o el beneficio de la explotación del recurso que se obtendría con una explotación racional adecuada (Saldivar, 1998). La rentabilidad de un rancho puede ser mejorada o empeorada dependiendo del capital natural con el que este cuente, al respecto se describe la siguiente sección.

Capital Natural

El capital es el valor de lo que rinde rentas, intereses o frutos. Lo natural es lo perteneciente al conjunto, orden y disposición de todas las entidades que componen el universo (RAE, 1984). El capital natural es el acervo de calidades de suelo, atmósfera, bosques, vida silvestre y agua, proporcionados por el medio ambiente (Tietenberg, 1992). Es la riqueza ecológica de una nación, esta incluye bosques, espacios abiertos, granjas, esteros y especies silvestres como recursos de importancia estética y económica (Owen y Chiras, 1995). En este contexto la existencia humana, los estilos de vida y las economías dependen totalmente del sol y la tierra. Es así que la energía del sol se puede abstraer como capital solar y los elementos del planeta tales como aire, agua, suelo fértil, bosques, zacatales, vida silvestre, minerales y procesos naturales de purificación y reciclaje, se pueden abstraer como capital tierra (Miller, 1994) o bien como capital natural.

En una percepción global la era moderna es marcada por la cosecha comercial de especies silvestres y domésticas, con frecuencia en una escala masiva y mediante el enlace de mercados distantes. Unos cuantos ejemplos expresan los diversos usos y las regiones de especies silvestres como son: uso de madera y administración de bosques, esteros, cacería de fauna para carne y recreación, cosecha de plantas no maderables, ganadería en pastizales y otras formas de uso continuo (Freese, 1998). Los rangos de abuso sobre el hábitat de la vida silvestre y de especies en extinción son los más rápidos y acelerados que han existido en la historia de la humanidad (Costanza *et al.*, 1997).

En el caso específico de la ganadería en pastizales, el uso humano de ganado para convertir productos no utilizables ni palatables como los arbustos y zacates, en algo utilizable como alimento, leche, pieles y lana, representa una de las formas menos sustentables en el uso continuo de la biodiversidad, con efectos de alto empobrecimiento (Freese, 1998). Por otra parte los principales cereales para consumo humano directo de los productores a pequeña escala y para el grueso de la población en los países en desarrollo está siendo desplazado en parte por granos para alimentar el ganado (Barkin *et al.*, 1991).

En aspectos económicos cualquier meta de sustentabilidad debería incorporarse a la capacidad de carga de la tierra, que es finita, determinada por el nivel de recursos y servicios proveídos por el acervo del capital natural y la captura de energía solar a través de fotosíntesis. Existen fallas en los mercados al limitar costos y beneficios, como son los valores económicos de la biodiversidad, la valoración del ecosistema en los mercados, la valoración de los beneficios futuros, y los incentivos económicos y derechos de propiedad (Freese, 1998). El universo de la propiedad de los recursos puede tener consecuencias importantes para su conservación y la eficiencia económica con la cual son usados, protegidos y desarrollados (Tisdell, 1991).

La relación entre la demanda del consumidor y la sustentabilidad es una herramienta clave de administración. Respecto al efecto de las utilidades en la sustentabilidad, si los recursos están expuestos al peligro estos serán escasos, entonces la escasez será la esencia del valor porque las personas conservan las cosas valiosas. Sin embargo los altos precios pueden poner en riesgo la

sustentabilidad ecológica por varias razones. Primero, la rentabilidad financiera de las cosechas ocasiona que los cosechadores clandestinos estén dispuestos a asumir altos riesgos y con esto que el respeto al derecho de propiedad presente complicaciones. Segundo, las agencias gubernamentales quizá debiliten, ignoren o nulifiquen los derechos de empleo de comunidades al permitir el acceso para intereses de mayor poder político por el hecho de minar los recursos y cosechar utilidades para reinvertirlas en cualquier parte. Tercero, si el precio de las especies silvestres comerciales es visto como anormalmente alto y que de esta manera probablemente caiga otra vez, la decisión económica razonable (por ejemplo maximizar las utilidades a largo plazo) por parte del propietario del recurso, será quizás cosechar de inmediato la población entera. Cuarto, las altas utilidades pueden proveer el incentivo y habilidad financiera para el propietario, de invertir en producción especializada de especies comerciales, entonces estas especies antes que ser sobreexplotadas se volverán superabundantes (Freese, 1998).

El universo del propietario de los recursos puede tomar varias formas. En un extremo la propiedad puede implicar a un solo dueño con el derecho exclusivo de disfrutar algún producto que surja del recurso, para usar el acervo de esos recursos y para asignarlos junto con el mejoramiento de otros. Este es un caso extremo de la propiedad privada. El uso de una propiedad puede ser sujeto para condiciones o convenios impuestos por el Estado o por vendedores o quienes asignan la propiedad en algunos casos (Tisdell, 1991).

Respecto a los mercados verdes que relacionan la demanda del consumidor con los incentivos de los productores, la mercadotecnia verde es un

medio para retornar al menos una porción del valor agregado a los mismos productores de los productos silvestres cosechados. En este sentido, en la cacería de recreación, el valor de un trofeo es inverso a la artificialidad de su origen (Freese, 1998). Por otra parte, la vida silvestre tiene un valor económico basado en varios productos diferentes agregándose a diferentes segmentos de la sociedad, dependiendo en quien se derive el beneficio (Ogden, 1996).

Las políticas macroeconómicas afectan los usos comerciales continuos (UCC) de la biodiversidad por medios complejos. Los tratados de libre comercio tales como el Tratado de Organización Mundial o WTO y el Tratado Norteamericano de Libre Comercio o NAFTA, han extendido ampliamente implicaciones para intentar cuidar los UCC por la conservación de la biodiversidad; ya que la especialización en los recursos de mayor productividad económica disminuye la biodiversidad. De esta manera los efectos de los tratados libres sobre la biodiversidad tendrán alta eventualidad sobre las condiciones ecológicas y socioeconómicas de una región particular. Por otra parte las ganancias económicas de un tratado tienden a ser exageradas, particularmente en los países menos industrializados. De esta manera la administración y la mercadotecnia de las especies silvestres comerciales, desde la madera hasta los peces, se incrementará en torno a los recursos de los propietarios y las comunidades, con una supervisión por los gobiernos nacionales para proteger los intereses sociales. Respecto a los programas de ajuste estructural, en la década de 1970 los gobiernos acumularon niveles extremos de deudas ocasionadas por excesivos

errores y el decline en su habilidad por pagar sus deudas, debido a la disminución en los ingresos del tratado internacional (Freese, 1998).

En cuanto a los Sistemas de Cuentas Nacionales (SCN), es bien conocido que los sistemas tradicionales de contabilidad tienden a ignorar el agotamiento de los recursos naturales, la contaminación ambiental y otros efectos de desarrollo; sin embargo el como resolver este problema continúa siendo una área de desacuerdos considerables. En este sentido, es mucho más común y pernicioso que el agotamiento continuo del capital natural, como la pérdida de bosques, esteros y otras especies silvestres comerciales, así como las funciones de varios ecosistemas, sea totalmente ignorado por los SCN ordinarios. Por otra parte el primer obstáculo para reformar los SCN es una deficiencia de política dada por parte de varios gobiernos y por la mayoría de las instituciones internacionales tales como el Banco Mundial (Freese, 1998).

En los países desarrollados se presenta un fenómeno llamado *ciclo económico*. Este ciclo corresponde a un periodo de entre siete y diez años, dependiendo del país que se utilice como referencia. En México este ciclo no existe por una razón muy sencilla, el ciclo político es sustancialmente inferior: seis años, y existe una subordinación excesiva de la economía hacia la política (Schettino, 1994) o mejor dicho, hacia el partidismo y el burocratismo.

En un rancho representativo de propiedades pequeñas que conforman una región importante en México, los ingresos y egresos proporcionados por cada una de sus áreas (Natural y Agrícola) proporcionaron utilidades del área natural tan aceptables e incluso mejores que las del área agrícola. Con este argumento, el

estudio y conclusión sobre los ranchos representados, pueden funcionar como guía para los ranchos circunvecinos, principalmente los que son colindantes, en cuanto a la rentabilidad como empresa y el uso racional de sus recursos naturales (Romo y Díaz, 1993).

En este contexto, una oportunidad para lograr la sustentabilidad son los pequeños negocios. Estos son partes del comercio donde nuevas ideas y diversidad de sucesos son procesados para su crecimiento. Los pequeños negocios conforman una variedad de servicios muy importantes en los aspectos cultural y económico. Son la arena en la cual los pragmatistas, inventores e idealistas operan, donde ellos pueden actuar clara, directa y afirmativamente desde que ellos están más cercanos a sus clientes se encuentran en mejor posición para organizarlos y educarlos para que perciban las diferencias entre un producto hecho en forma sustentable y otro que no lo es (Hawken, 1993).

Lo anterior es un trabajo difícil debido a las diversas desventajas para competir y a la ausencia de asistencia gubernamental o de otro tipo, sin embargo existen innumerables nichos disponibles. Un principio cardinal en la ejecución de algún nuevo negocio puede ser la formación de empleos y servicios que son sustentablemente producidos y/o promueven la sustentabilidad en la sociedad como un todo (Hawken, 1993) donde el desarrollo sustentable enfatiza la prevención de la contaminación más que el control de la misma (Saldivar, 1998).

La sustentabilidad significa que el servicio o producto no compite en el mercado en términos de su imagen, poder, velocidad, empaque, etc. Sin embargo el negocio implica ropa, objetos, alimento, o servicios para el cliente en un medio

que reduce consumo, uso de energía, costos de distribución, concentración económica, erosión del suelo, contaminación atmosférica y otras formas de daño a medio ambiente. Mientras que las enormes compañías resisten la evidencia de los problemas ambientales y sociales causados y efectuados por sus propios productos y acciones, las pequeñas compañías pueden ver estos problemas como oportunidad como rutas para crecer y progresar (Hawken, 1993).

La distinción entre crecimiento y desarrollo esta en el corazón de una economía de restauración, mientras que una economía en crecimiento se esta volviendo más grande, una economía en desarrollo se esta volviendo mejor. Sin embargo una economía puede desarrollarse sin crecimiento o crecer sin desarrollarse. Esta distinción puede aplicarse en las áreas de producción de energía y de conservación de energía, donde esta segunda área es un negocio en desarrollo mediante una labor intensiva que crea empleos y salud promueve prosperidad económica y disminuye el impacto sobre el ambiente (Hawken, 1993). El desarrollo sustentable puede ser entendido como un proceso de aproximaciones sucesivas y una perspectiva hacia la utilización más racional y equitativa de los recursos naturales (Saldivar, 1998).

La mayoría de los servicios de conservación son manejados por pequeño propietarios de la localidad, como es el caso de los indios Menominee en el aprovechamiento de sus bosques en la región de los Estados del Lago. En este sentido existen los principios que se señalan en los siguientes encabezados para pequeños negocios sustentables que sirven para evaluar el diseño, medios, impacto y propósito de un nuevo o pequeño proyecto (Hawken, 1993).

Reemplazo de los Artículos Importados con los Productos Locales

Los altos costos de infraestructura inherentes a la manufactura y distribución altamente centralizadas son devastantes e innecesarios. Al localizar la producción y la distribución, las comunidades exportan menos capital mientras agotan menos sus recursos. En varias partes de Estados Unidos y en los países del tercer mundo exportan su carbón, madera o algodón y compran en los centros comerciales los muebles y prendas de vestir que han sido importadas. Si tales desbalances persisten sobre un periodo de tiempo, la comunidad perderá otros recursos críticos como son sus talentos y su gente joven (Hawken, 1993). Es necesario considerar que la solución de los problemas de los recursos naturales está enmarcada dentro de niveles físicos, ecológicos, sociales y económicos (Nava *et al.*, 1979).

Las comunidades en declive no son lugares atractivos para vivir y los residentes con la ambición y educación para trabajar lo harán en cualquier parte a costa del empobrecimiento de la comunidad y minimizando el prospecto de la autorenovación local y el crecimiento económico. Una comunidad que puede proveer localmente varias de sus necesidades, estará menos afectada por el engaño nacional y la economía mundial. Construir una economía en honor a las comunidades naturales de las cuales depende la sociedad humana, implica una reconstrucción de sus confinamientos y conexiones que sea paciente (Hawken, 1993).

Responsabilidad en los Efectos que tienen sobre el Mundo Natural

Mientras que cada cosa individual proporciona ayuda, esos esfuerzos son relativamente insignificantes comparados con las demandas establecidas sobre el ambiente por las mismas organizaciones. Si los artículos utilizados en los hogares de América fueran todos reciclados, esto pudiera reducir la basura sólida por únicamente uno a dos por ciento. Después del denominado *día del planeta 1990*, grandes negocios y pequeñas agrupaciones del movimiento verde captaron esto como el significado para encontrar un nicho en el mercado o para mejorar su imagen opaca. Es necesario aprender a distinguir entre lo que es llamado negocios verdes y lo que son genuinas compañías de restauración (Hawken, 1993). Se debe evitar a toda costa el conflicto entre la protección ambiental y el crecimiento económico, entre el bienestar de esta generación y el de la siguiente. Se debe encontrar la unidad íntima entre el desarrollo económico y el medio ambiente (Saldivar, 1998). En este sentido, ahora es tiempo de actuar para formar administradores estratégicos de pastizales, ya que México en su situación cultural y económica, se enfrenta a la inexperiencia en el comercio internacional, misma que al ser atendida con preparación administrativa en los profesionales mexicanos, puede convertirse en la herramienta para evitar la incompetencia de la que México esta siendo víctima (Romo y Chávez, 2000).

La conservación y el papel ecológico del Matorral Espinoso Tamaulipeco es fundamental, pues en el se desarrollan patrones y procesos ecológicos básicos que regulan la dinámica de los componentes bióticos y abióticos (Alanis, 1993).

Desarrollo y Crecimiento sin Requerimiento de Capital Externo

Es evidente que los negocios no pueden crecer sin capital y que además al mismo tiempo las infusiones de capital han sido la caída de varios negocios. Los defensores del capital de riesgo lo ven indispensable para su progreso, sin embargo muchas inversiones fallan. Existen excepciones, pero para crear un ambiente económico estable el capital necesita ser ajustado a las necesidades de los trabajadores y de la comunidad con compañías y agrupaciones sanas (Hawken, 1993).

El hecho de que los recursos sean escasos determina en gran medida el que la economía no pueda crecer a voluntad de los gobiernos. En México es necesario que la iniciativa privada corte el cordón umbilical con el gobierno y planee a largo plazo para obligar al gobierno a apoyar su crecimiento (Schettino, 1994). No obstante el mejoramiento en la humanidad puede surgir de esforzar más materia-energía a través de la economía, o de presionar más las satisfacciones deseadas de los humanos fuera de cada unidad de materia-energía requerida al respecto. Estos dos procesos son tan diferentes en su efecto sobre el ambiente que se debe evitar el confundirlos (Costanza *et al.*, 1997).

Creación de Objetos de Durabilidad y Utilidad a Largo Plazo Sin Daño a Futuro

La visión de que las generaciones actuales tienen una responsabilidad ética para sostener económicamente y ambientalmente los recursos naturales de las futuras generaciones no siempre ha sido aceptada (Tisdell, 1994). Si los consumidores se concientizan de los productos innecesarios en el mercado, tales como empaques, moldes, papel ecológico, golosinas, perfumes, etc. es posible que las nuevas compañías evadan la torre de babel comercial de una irrelevante abundancia generadora de basura. Todos los negocios piensan que están agregando valor por utilizar materiales en estado natural o manufacturado y ensamblarlos en algo de mayor utilidad al hacerlo más informativo, con servicios agregados tales como el cuidado de la salud, la educación o el costo, que afectan al cliente. Pero de hecho, todos los productos y negocios no ganan valor, muchos realizan lo opuesto. La venta de productos que son generadores de basura, baratos, rápidos para ser desechados o de utilidad marginal, es más posible que genere dicho valor. Para agregar valor, se tiene que desarrollar al menos lo que está disponible en el mercado existente, no únicamente en términos de sabor, función o servicio, si no también en términos de cantidad de energía consumida y recursos que fueron o no usados en comparación con la competencia. La durabilidad en los servicios informa o cambia a los clientes en un camino que los libera de la dependencia comercial (Hawken, 1993 y Nebel y Wright, 1996), e incluso del consumismo.

Cambio de Clientes con la Educación

La economía de restauración se soporta en la premisa de que la gente, si se le proporciona información honesta en cuanto al precio y al costo, tomará decisiones inteligentes y apropiadas que mejorarán sus propias vidas y la vida de su entorno. Los negocios serán instrumentos del cliente y aquel consumidor como instrumento pasivo del comercio desaparecerá. El producto o servicio es parte de la conexión directa entre el cliente y el negocio, y la gratitud es la fortaleza de la relación, es una parte de la ecología social porque es el más poderoso medio para sentir y expresar la conexión con otros. Una economía restaurativa tendrá como marca genuina de calidad una comunidad de negocios que coevolucione sus servicios con las comunidades naturales y humanas. Esto necesita un alto grado de cooperación, tolerancia mutua y colaboración en la solución de problemas. Depende en muy diferentes aspectos de todo aquello que sea armonizado en deportes, cine y escuelas de negocios. La competencia por los consumidores entre los negocios es impráctica, destructiva, costosa y degradante en todo lo que envuelve. Esto imita un ecosistema inmaduro que en este día y en esta era es retrogresivo, no progresivo (Hawken, 1993). No obstante aunque la solución al problema ecológico existe, no ha sido posible aplicarla en todos los casos (Schettino, 1994).

Después de todas las consideraciones anteriores, es indispensable especificar el concepto de *Rancho* así como las características principales para el presente estudio, lo cual se describe a partir del siguiente encabezado.

Ranchos

La palabra rancho significa lugar fuera del poblado donde se albergan diversas familias o personas (RAE, 1984). Representa a la unidad de producción agropecuaria instalada en la zona rural (Oteiza, 1985), como una empresa cuya fuente de materia prima es el pastizal (Romo y Chávez, 1999). Es el área donde el clima y el suelo, o las decisiones del propietario hacen a la tierra inadecuada para cultivos y útil para producir ganado y/o vida silvestre y los productos relacionados por medio del apacentamiento (Conner, *et al.*, 1993). El Rancho cinegético es definido como el predio de gran extensión dedicado a la protección y aprovechamiento regulado y redituable de la fauna silvestre nativa o adaptada (Oteiza, 1985). El rancho es también denominado unidad de producción agropecuaria, granja, finca, explotación, área rural, ejido, UMA, etc. Es una empresa aparentemente tan conocida y fácil de administrar, que ni siquiera los científicos, los técnicos, los productores, los administradores, los propietarios o la sociedad, le han establecido una denominación clara y universal (Romo, 1995).

Para fines prácticos del presente estudio, la palabra *Rancho* representará a la unidad de producción cuya principal fuente de materia prima es el MTC y cuyos principales productos son los trofeos y los becerros.

En este contexto, es necesario definir la legalidad de ranchos con producción de becerros y aprovechamiento de venados e identificar sus principales oportunidades y amenazas, así como los servicios que ofrecen para finalmente describir las características de un rancho muestra.

Legislación

La cacería deportiva, es una actividad cada vez más promisoría por su vinculación a los mercados establecidos, así como por la importante derrama económica que genera. Dicha actividad se lleva a cabo en las Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de Vida Silvestre (UMA's extensivas) definidas así por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), las cuales son propiedades o conjunto de propiedades privadas, ejidales o comunales, o empresas sujetas a registro, manejo de hábitat, monitoreo poblacional, procesos sustentables de aprovechamiento, planes de manejo y certificación de la producción (Rodríguez *et al.*, 1998).

La ganadería diversificada nació en el noreste de México en la década de los años 1960's, a raíz de la continua descapitalización de los ganaderos como resultado de un mercado nacional no ajustado a la realidad, la oferta de créditos inoperantes y la necesidad de una mayor productividad y rentabilidad de sus ranchos, aunado a la demanda de trofeos de venado cola blanca texano (Villarreal, 1999b) quedando en 1987 oficialmente reconocida dentro de la Confederación Nacional Ganadera (Villarreal, 1999a). Pero en realidad existe un vacío legal que ha dado origen a una peculiar relación entre los gobiernos federal y estatal, los productores y los usuarios del recurso, en esto contribuye también la carencia a nivel nacional de un entrenamiento formal académico en manejo de fauna silvestre (Carrera y Moreno, 1999)

Oportunidades y Amenazas

Como oportunidades, la opción de incursionar la ganadería diversificada en el aprovechamiento integral de los recursos de una empresa agropecuaria (fauna silvestre, ganado bovino productor de carne y el paisaje en sí), se incrementa día con día. La baja inversión requerida en la ganadería diversificada, la tendencia que existe hacia un mayor interés institucional, así como la cada vez mayor demanda de diversión y esparcimiento por la población, crean grandes expectativas para el desarrollo de la actividad cinegética (Rodríguez *et al.*, 1998). Datos de un estudio reciente en el Estado de Texas sugieren que las actividades de recreación populares al aire libre entre los texanos incluyen la pesca, campamentos, caminatas y paseos, asistencia a parques, natación, caza, paseos en bote y paseos en bicicleta (Scott, 1999). En el caso específico de la caza, la producción del venado y su aprovechamiento, siempre darán como resultado un valor agregado al rancho ganadero, que prácticamente no sería posible obtener a través del sistema de producción tradicional (Villarreal, 1999a).

Respecto a las amenazas, la recuperación y la conservación del medio ambiente desafortunadamente no es considerada por la mayoría de las personas en la sociedad, como un beneficio actual y para sus futuras generaciones (Romo y Alvarado, 1998). El resultado del vacío legal existente, mencionado en la sección anterior, ha sido una falta de valoración del recurso que se traduce en el deterioro de los hábitats por cambio en el uso del suelo o

malas prácticas en la ganadería. La propuesta de las UMA's, debe ser evaluada cuidadosamente, ya que para algunos académicos su tendencia es la privatización del recurso, lo que ven como un peligro para el mantenimiento de la diversidad biológica que es, en último de los casos, patrimonio de todos. De este modo, si no logramos generar la información y la credibilidad para que los productores puedan contar con las herramientas para que sus técnicos tomen decisiones de manejo acertadas, el recurso puede llegar a tener serios problemas de recuperación y de conservación. Como ejemplo de lo anterior, las diferencias entre México y Texas en la actividad de la cacería son enormes, ya que se estima que existen 35,000 cazadores en México y 911,000 en Texas, quienes generan una derrama económica de \$2'000,000 de pesos en México y de \$1'475'682,317 USD en Texas, así como 17,000 permisos en México y 955,505 en Texas (Carrera y Moreno, 1999).

Por otra parte, si bien con la investigación agropecuaria se generan técnicas útiles al productor, en México la insuficiente producción y la escasa investigación a nivel de localidades, están afectando la estabilidad económica de cada región (Romo, 1995a). Lo cual aunado a una carente educación de la gente en el consumo, puede conducir a la infusión del capital externo con todos los riesgos que ello acarrea (Hawken, 1993).

Servicios

Existe un amplio rango de formas de operación en las empresas de renta de cacería. No se conocen estudios conducidos científicamente en el norte de México y sur de Texas, por lo que la información disponible no cubre todo acerca de los diferentes servicios con que cuenta cada sistema, sin embargo se provee un indicio del amplio rango de formas con que operan las empresas presentes en cuatro casos de estudio y en dos modelos de aprovechamiento, que se describen en los siguientes párrafos.

Cacería con Alojamiento y Servicio Completo

Los huéspedes pueden elegir la especie a cazar y la forma de hacerlo. El rancho está cercado con alambre de púas y con cerco alto para fauna. El complejo de alojamiento consiste en habitaciones y baños privados, áreas para reuniones y descanso, cocina, comedor, alberca y campo de tiro. Se incluye refrigeración para carne, camionetas acondicionadas y equipo. El ingreso anual de la empresa varía en años dependiendo del número exacto de cazador-días comercializados (Conner *et al.*, 1999). Existen alojamientos metropolitanos y alojamientos rurales de acuerdo con la distancia a la ciudad (Kosicky, 1987) pero es importante considerar que el abuso de la cerca venadera está conduciendo a alejarse del uso integral de los variados recursos que ofrece el pastizal (Carrera, 1995).

Renta durante todo el Año en Pequeñas Superficies sin Servicios

El arrendatario proporciona mantenimiento a cercas, caminos y sistemas de agua y especifica la carga animal máxima. A los cazadores se les ofrecen derechos exclusivos de caza para todas las especies legales, se les permite acceso durante todo el año, electricidad, agua y modificaciones de hábitat. Sin embargo los cazadores deben proveerse de su propio refugio, alimento y comederos para fauna (Conner *et al.*, 1999). En esta pequeña escala deben tomarse mas en cuenta los riesgos de la pérdida de diversidad biológica (Freese, 1998) mencionados anteriormente con respecto al capital natural.

Manejo por Proveedores del Servicio y Renta por Estación

El principal negocio del rancho es la producción de ganado. El rancho contrata sus derechos de cacería a un proveedor de estos servicios. El propietario del rancho ofrece una cabaña con mobiliario, cocina y baño, a cambio de una cuota anual. El proveedor del servicio hace la publicidad, los registros y la documentación (permisos para armas, licencias etc.) para los cazadores a cambio del contrato con el propietario. Normalmente estos proveedores contratan cada estación con varios ranchos (20-40) y llegan a registrar de dos a cuatro veces este numero de cazadores (Conner *et al.*, 1999). Aunque en México debe respetarse, en todos los casos, la ley de vida silvestre (Unión Ganadera Regional de Nuevo León [UGRNL], 2000).

Servicio Completo, Pequeña Superficie y Diversificado

En un caso del sur de Texas se ofrece una variedad de oportunidades para disfrutar del estilo de vida campirana. El rancho tiene habitaciones lujosas con baño privado y aire acondicionado central, las comidas son memorables: banquetes, el rancho tiene cancha de tenis, veredas para caminar, campo para tiro a discos de arcilla y perreras. Los paquetes de caza incluyen traslado de aeropuerto al alojamiento, transportación al campo, guía profesional, perros de caza, campo de tiro y limpieza de aves. El rancho proporciona una exclusiva observación de aves (Conner *et al.*, 1999). No obstante, es esencial una definición clara de las metas de administración, éstas permiten medir la situación actual de una organización y realizar los ajustes que conservan a la organización en marcha (McBryde, 1992). En un caso del norte de México se ofrecen cacerías por estación y por paquete. La renta por estación incluye el alojamiento con cocina y baño. El paquete incluye alojamiento, alimentos, transporte, documentos, permisos de caza, armas y preparación de trofeo. Durante las últimas tres décadas en el norte de México y sur de Texas, la cacería de venado cola blanca se ha convertido en un negocio de mucho dinero (Conner *et al.*, 1999).

Con respecto específico a los servicios proporcionados en los ranchos de México, los modelos que se describen en los siguientes párrafos representan un ejemplo de lo que puede ser una empresa "X" bajo determinadas consideraciones.

Modelo con Aprovechamiento Integral Tecnificado

En este modelo se analiza una empresa que tendrá como fuente de ingresos la venta de ganado bovino en el mercado nacional o de exportación y la venta de servicios de cacerías sustentadas en un potencial de aprovechamiento cinegético de especies de fauna silvestres, como son hospedaje, cocina, guía cinegético, transporte, trámite de permisos y pesca deportiva; así como la venta de servicios de turismo ecológico en base a la atractividad del paisaje para la recreación y la educación (Rodríguez *et al.* 1998). No obstante, el turismo ecológico, no es la panacea ni una vía rápida y expedita para solucionar los problemas económicos de una comunidad (Scott 1999).

Este modelo representa la situación más parecida a lo que sería un aprovechamiento integral ideal de una empresa de ganadería diversificada. La empresa esta dedicada en principio al aprovechamiento de ganado bovino para carne, mediante el sistema vaca-becerro y cuenta con un recurso faunístico suficiente para brindar todos los servicios al turista cinegético y ecológico. La característica diferencial del modelo, es la inversión en una casa equipada con los servicios necesarios para brindar la atención total y de buena calidad a los turistas. La rentabilidad de este modelo resulta del 60.9 por ciento (Rodríguez *et al.*, 1998).

Modelo con Aprovechamiento Tradicional

Empresa cuya fuente de ingresos es la venta de ganado bovino para mercado nacional o exportación, así como la venta de servicios de cacerías de acuerdo al potencial de aprovechamiento cinegético del venado cola blanca texano. La superficie del rancho está dedicada en principio al aprovechamiento de ganado bovino para carne, mediante el sistema vaca-becerro, y cuenta con el recurso faunístico suficiente. Su rentabilidad resulta del 50.4 por ciento (Rodríguez *et al.*, 1998).

Los modelos anteriores permiten proporcionar a los técnicos evaluadores, una metodología confiable para desarrollar este tipo de proyectos (Rodríguez *et al.*, 1998). Por otra parte, además de lo indicado con antelación, es necesario combinar los sectores económicos de mayor magnitud, principalmente el sector Comercio-Restaurantes-Hoteles con el sector Agropecuario-Silvícola-Pesca, para regular a los intermediarios, diversificar la producción agropecuaria y forestal, fortalecer el capital de los propietarios de la tierra y promover el autoempleo de sus habitantes (Romo, 1996).

Se recomienda que en la aplicación de los modelos, cada proyecto sea evaluado bajo sus propias condiciones y de esta manera se manejen apropiadamente los recursos disponibles y se aprovechen las oportunidades que el negocio brinde a cada caso particular (Rodríguez *et al.*, 1998).

Ejemplo

Los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura en el Banco de México (FIRA), correspondientes a la Subdirección Regional del Norte, Residencia Coahuila, en la Agencia Piedras Negras; cuentan con un rancho demostrativo que denominan Unidad de Administración Holística de los Recursos, utilizado como ejemplo para el presente estudio (FIRA, 1999a).

Es el rancho La Muralla, ubicado en la carretera a Acuña, Coah. (Nº 2) entre Piedras Negras y Jiménez, Coah., con una superficie de 1600 ha, colindante al norte mediante el Río Bravo o Río Grande con el Estado de Texas, EUA, y colindante en los demás cuadrantes con ejidos y propiedades privadas de la región.

El rancho se encuentra a una altura de 280 msnm, con 350 mm de precipitación y 26° C de temperatura. En la parte sur es cruzado por el Arroyo Blanco que desemboca en el Río Bravo. Su vegetación es característica del MTC, en las partes altas además de otros arbustos, se observa alta densidad de cenizos y en las partes bajas de mezquites. Los zacates y otras herbáceas se incrementan en la cercanía al Río Bravo y a los arroyos.

El rancho posee vacas cruzadas de razas cebú x europea, así como algunas casas, corrales, bodega, baño garrapaticida, bordos, cerco perimetral de púas y cercos eléctricos en las divisiones interiores (FIRA, 1999a).

Matorral Tamaulipeco de Coahuila

El Matorral Tamaulipeco de Coahuila (MTC) es el sistema de interés para los fines del modelo a desarrollar, entendiéndose por matorral un tipo de pastizal constituido en su mayor parte por especies arbustivas leñosas, enmarcado aquí, de acuerdo con Aizpuru (1995), dentro del concepto de sistema ecológico y formado por diversos factores como el suelo, el clima, la vegetación y los animales, entre otros, que constituyen el tipo de vegetación denominado Matorral Espinoso Tamaulipeco que se ubica en los Estados del noreste de México (Muller, 1947; Secretaría de Programación y Presupuesto [SPP], 1980 y 1983; Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 1998a e INEGI, 1998b) siendo aquí considerado específicamente el Estado de Coahuila.

La descripción detallada del MTC, básicamente del clima, el suelo y la vegetación, se presenta dentro del capítulo de materiales y métodos en la descripción del área general y del área de estudio. En lo que se refiere a ganado y venado, se realiza la descripción en la siguiente sección de éste capítulo. Por otra parte, en el capítulo de resultados se presenta el modelo de vegetación, obtenido de los antecedentes previamente planteados, y que corresponde a la variable de entrada en el compartimiento denominado MTC, el cual representa a un submodelo que a la vez representa una parte del modelo de simulación.

En base a lo anterior, es importante el proceso de identificación de los componentes que deben ser incluidos o excluidos del sistema de interés, ya que el modelo debe ser lo más simple posible, pero sin excluir los componentes esenciales para la solución del problema. La definición de los límites, la clasificación de los componentes, la identificación de las relaciones entre los componentes y la elección del intervalo de tiempo para las simulaciones, son algunos de los pasos que se consideran para definir la escala espacio temporal en el estudio (Grant *et al.*, 1997).

La definición del MTC como sistema de interés se fundamenta en las características importantes del noreste de Coahuila, tales como el tipo de vegetación, el clima y el suelo, descrito por diversos autores (Dice, 1943; Muller, 1947; Kendeigh, 1981; SPP, 1980 y 1983; Guthery, 1986; INEGI, 1998a; INEGI 1998b; Rodríguez *et al.*, 1998 y Villarreal y Valdés, 1993); así como en el tipo de fauna, específicamente en cuanto al venado cola blanca texano, ya que esta especie a nivel nacional predomina en el noreste de México y a nivel del Estado de Coahuila, predomina en el MTC (Rue, 1978; Rodríguez *et al.*, 1998 y Villarreal, 1999b), estando este matorral compuesto de importantes especies vegetales, con respecto a las cuales se considera que el ramoneo de hojas y tallos de las plantas leñosas, aunado al consumo de hierbas silvestres y cactáceas, son el principal componente de la dieta de venado cola blanca, siendo ocasional el consumo de zacates, que representan al forraje preferido por los bovinos (Villarreal, 1999b).

Otra característica importante del MTC es la ganadería, misma que sobresale a nivel regional por el fuerte enlace con la exportación hacia el Estado de Texas, USA, con sistemas diversificados de aprovechamiento del venado cola blanca texano, de tal manera que se ha estado sacando a flote la economía de los ranchos ganaderos durante la última década (Conner, *et al.*, 1999; Scott, 1999 y Villarreal, 1999b).

Por otra parte, el MTC es un importante sistema de interés, debido a las necesidades de educación, de investigación y de manejo en la región (Aizpuru, 1995; Carrera, 1995 y Carrera y Moreno, 1999), requiriéndose proponer alternativas que favorezcan la valoración de los recursos naturales y que reduzcan su creciente deterioro. El MTC proporciona, entre otros elementos, forraje y cobertura a los herbívoros que lo habitan, entendiéndose aquí como forraje, de acuerdo con (Holechek *et al.*, 1995), la vegetación disponible y viable para ser apacentada por los animales y entendiéndose como cobertura el componente del hábitat físico o la parte del paisaje que provee a un animal protección contra riesgos y depredadores (Patton, 1992).

Considerando que en el MTC la mayor parte de la cobertura es proporcionada por la vegetación y entendiendo la utilización como el porcentaje de vegetación consumida o destruida por los herbívoros (Holechek *et al.*, 1995), se puede decir que el forraje y cobertura presentan cierto porcentaje de utilización por los bovinos y los venados en el MTC, en un momento o periodo de tiempo especificado.

BANCO DE TESIS

Bovino:Venado

Se refiere al número de unidades animal (bovinos) en relación al número de venados en un rancho. Se recomienda como aproximación inicial, una relación bovino:venado del orden de 1:1, dependiendo de la calidad del hábitat y del manejo que se haga al matorral (Rodríguez *et al.*, 1998 y Villarreal, 1999b); considerando además, que en la estación de investigación de Sonora, Texas, obtuvieron la mejor rentabilidad con las siguientes proporciones y sistemas:

- a) 16 acres (6.47 ha) por unidad animal bovino con 15 acres (6.07 ha) por venado con el sistema Merrill.
- b) 10.7 acres (4.33 ha) por unidad animal bovino con 10 acres (4.04 ha) por venado, con el sistema 7 potreros de corta duración.

Una buena administración del pastizal para el bovino puede ser favorable para manejar las especies de cacería. De esta manera, con una planeación cuidadosa, los recursos del pastizal pueden ser administrados para incrementar la rentabilidad de ambos, bovino de carne y animales de cacería (Reardon *et al.*, 1978).

La relación bovino:venado de un rancho implica describir un concepto y especificar las características de cada especie animal, así también es necesario definir las preferencias de forraje por cada especie. La necesidad anterior es presentada en las siguientes líneas.

Bovino

Dícese de todo mamífero rumiante, con el estuche de los cuernos liso, el hocico ancho y desnudo y la cola larga con un mechón en el extremo. Son animales de gran talla y muchos de ellos están reducidos a domesticidad (RAE, 1984). La escala zoológica del bovino lo ubica en el reino animal, del tipo vertebrados, clase mamíferos, subclase ungulados, orden artiodáctilos, suborden rumiantes, familia bóvidos, género bos, subgénero taurino, especies *Bos taurus typicus* y *Bos taurus indicus* (Enríquez, 1995).

En el noreste de México, la gran mayoría de las tierras son susceptibles a la producción de bovinos de carne. Respecto a los sistemas de producción de bovinos de carne en pastoreo, los sistemas de producción mas usados son vaca-becerro, vaca-becerro de registro, desarrollo de becerros y engorda en corral. No obstante, se requiere profundizar más en el conocimiento de tales sistemas, llevando a nivel regional los índices de rendimiento o productividad semejantes a los registrados en los Estados Unidos (García *et al.*, 1999).

A pesar de que la Zootecnia, tan fuertemente relacionada con el manejo de pastizales, implica como elemento principal a la Economía en sus cinco elementos básicos (GAMSE: Genética, Reproducción, Alimentación, Manejo, Sanidad y **Economía**), son pocos los estudios que proporcionen avances para mejorar la economía del ganado en pastizal (Romo y Chávez, 1999). Por otra parte, los inventarios mundiales de ganado bovino han declinado en un cuatro por ciento (Rosson y Adcock, 1999).

Venado

Animal mamífero rumiante, de alrededor de 13 decímetros de altura, esbelto, de pelo áspero, corto y pardo rojizo en verano y café grisáceo en invierno; más claro por el vientre que por el lomo; patas largas y cola corta y blanca, que cuando corre, lleva levantada verticalmente como una bandera. El macho está armado de astas o cuernas estriadas y ramosas, que pierde y renueva todos los años, aumentando con el tiempo el número de puntas, que llega a 10 en cada asta. Es un animal indomesticable y se caza para utilizar su piel, sus astas y su carne (Leopold, 1977 y RAE, 1984).

Con respecto a la clasificación taxonómica, el venado cola blanca pertenece a la clase de los mamíferos, al orden artiodáctila, el suborden ruminantia, la superfamilia cervoidea, la familia cervidae, el género *Dama*, la especie *virginiana*, y cuenta con varias subespecies (Hall, 1981). No obstante, existen autores que por convencionalismo lo consideran clasificado dentro de la subfamilia de los odocoileinos y del género *Odocoileus* (Leopold, 1977; Rue, 1978; Zamarron, 1997; Rodríguez *et al.*, 1998; Drawe *et al.*, 1999 y Villarreal, 1999b)

El tipo de venado predominante en el MTC es el conocido como cola blanca texano *Dama virginiana texana* (Alcala, 1988), también denominado *Odocoileus virginianus texanus*, el cual es encontrado en el oeste de Texas, Oklahoma, Kansas, sureste de Colorado, este de Nuevo Mexico y el noreste de México, donde destaca el noreste de Coahuila (Rue, 1978 y Villarreal, 1999b) dentro de cuya región se ha a identificado esta subespecie en el municipio

Monclova como un récord marginal (Hall, 1981). En la región del noreste mexicano el venado cola blanca texano es una de las especies de fauna silvestre de mayor interés cinegético (Rodríguez *et al.*, 1998) desde el punto de vista trofeos de caza deportiva, por el gran tamaño y masividad del conjunto de sus astas (Villarreal, 1999b).

Para fines del presente estudio, además de ser indispensable especificar el tipo de venado con el que se pretende trabajar, es necesario especificar la relación macho:hembra y el manejo. En cuanto a relaciones macho:hembra, existen tres valores que proporcionan diferentes eficiencias en la producción de venados por hectárea (Guerra, 1992), ver el Cuadro 2.3.

Cuadro 2.3. Eficiencia en la producción de venados por hectárea

RANCHO	RELACION Macho:Hembra:Cria	TOTAL DE VENADOS	HECTAREAS POR VENADO
1	1 : 6 : 0.43	9.58	2.5
2	1 : 5 : 0.5	8.5	6.6
3	1 : 1.2 : 0.20	2.44	5

Con fines de producción de trofeos la relación macho:hembra óptima es 1:1, ya que permite contar con más venados macho y mayor probabilidad de trofeos (Rodríguez *et al.* y 1998, Villarreal, 1999b). Sin embargo, ésta relación debe ser dirigida en la administración de una población de venados y aunque esta variará de acuerdo con los objetivos de cada rancho con respecto al hato de venados, en general las tasas de aprovechamiento deberían ser enfocadas para obtener y mantener una relación de sexos de aproximadamente un macho por cada una a dos hembras (Davis, 1990).

En cuanto al manejo, se puede concluir que un excesivo manejo de la fauna no siempre trae los beneficios esperados. En este sentido, ciertamente el conocimiento de poblaciones y ecosistemas es aún inadecuado (Dasmann, 1981). Al respecto, la administración del hábitat es el aspecto más importante en el manejo de un hato de venados. La administración del hábitat es la clave para el manejo del venado, el éxito o el fracaso de la mayoría de los programas al respecto son atribuidos al mejoramiento o al deterioro del hábitat. Estos programas se pueden dividir en dos grandes segmentos, la administración del hábitat y la administración de la población (Davis, 1990); en este sentido el proveerle calidad al hábitat es una parte esencial para el éxito, ya que cada animal tiene las necesidades básicas de alimento, cobertura vegetal, espacio y agua, de acuerdo a su existencia (Davis, 1990; Drawe *et al.* 1999 y Villarreal, 1999b).

El venado cola blanca texano puede ser afectado por parásitos como el gusano barrenador, las larvas de la nariz, garrapatas, piojos y otros, así como enfermedades virales y bacteriales como la brucelosis, la cisticercosis y fiebre aftosa (Villarreal, 1999b y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], 2001) y es depredado por felinos como el puma (*Puma concolor*) (Villarreal, 1999b y Carrera, 2001).

Trofeos

El venado cola blanca de la Planicie Costera Nororiental de México es la subespecie más importante y codiciada de México desde el punto de vista de los trofeos de caza, por el tamaño y masividad de sus canastas de astas. Es precisamente de esta región de donde han salido los actuales récords de venado cola blanca para México: 223 6/8 puntos del sistema de medición Boone and Crockett Club para la categoría de atípicos (cazado en Anáhuac, Nuevo León) y 181 7/8 puntos del mismo sistema para la categoría de típicos (cazado en Hidalgo, Coahuila). Estos dos trofeos mexicanos están clasificados dentro de los mejores 135 y 175 trofeos de venado cola blanca que se han cazado a lo largo de toda la historia de América, lo que habla por si solo de la excelente calidad en trofeos de los venados cola blanca de la subespecie texanus que se desarrollan en esta región ecológica de México (Villarreal, 1994). Es importante insistir en que el futuro de los buenos trofeos de venado cola blanca del noreste de México sólo se podrá mantener si se hace un adecuado manejo de la densidad y composición de las poblaciones silvestres y si se mantiene una calidad adecuada del hábitat natural (Rodríguez *et al.*, 1998).

El concepto de calidad en la administración de venados, no debe ser confundido con el de administración para trofeos o con aspectos de cantidad vs calidad. La principal meta a largo plazo, para algún programa de administración es producir animales sanos viviendo en un hábitat con buena calidad. El

mejoramiento del hato bajo esta meta, puede ser medido con el incremento del tamaño corporal por clase de edad en cervatos y adultos. La medida de las astas en los machos, por clase de edad, representará también el mejoramiento (Davis, 1990). Por otra parte, al aplicar alta presión de cacería en la población de machos, con una relación macho:hembra alta, se reduce la calidad de las astas (Vazquez, 1994).

En aspectos fisiológicos, las glándulas paratiroides pueden afectar la calidad de las astas del venado, pero quizás no sean necesarias para su crecimiento (Brown *et al.*, 1981). La glándula pineal es el reloj biológico del venado con el cual se controla el ciclo de las astas, al recibir mensajes desde los nervios ópticos y al determinar, con la cantidad de luz, la producción de testosterona y por consiguiente el crecimiento de las astas (Brown, 1976a).

La hormona llamada melatonina, producida por la glándula pineal durante las horas de oscuridad, actúa como reloj en el crecimiento de las astas. El resultado de remover la glándula pineal es que el ciclo de astas es desfasado más que interrumpido. Se cree que los cambios estacionales en la duración del día determinan cuanta melatonina es producida por la glándula pineal. De esta manera, la melatonina determina cuanta LH es producida por la glándula pituitaria y esta determina cuanta testosterona es producida, la cual en retorno, causa el crecimiento de astas del venado joven o de cada año. Después del primer establecimiento de astas, este sistema no es necesario para su crecimiento, pero regula el periodo de empadre, el desprendimiento del terciopelo y el desprendimiento de las astas. Desafortunadamente esto no es

tan simple como se quisiera, existen varias hormonas en el cuerpo y sus niveles en la sangre varían de mes a mes, por lo que existe siempre una posibilidad de estas dos interacciones para obtener el efecto que por una sola hormona no sucedería (Brown, 1976b).

El topeteo del macho contra árboles y arbustos es para pelar y formar las astas, esta es también una de las razones por las que es incrementado el desarrollo muscular del cuello. Pocos venados tiran sus astas antes el día 21 de diciembre, el día más corto del año, por lo que posiblemente la duración del día sea la señal. Los cambios en la temperatura, la desnutrición por el empadre y la disminución de los niveles de testosterona, pueden ser otros factores. Primero que todo el venado debe contar con una buena dieta; segundo, después de los 4, 5 y 6 años de edad, las astas quizá decrezcan en tamaño debido a la desnutrición por la caída de los dientes del venado (Brown, 1976c).

Respecto a los precios de los trofeos, estos se encuentran estrechamente relacionados con los servicios que proporciona el rancho. En este sentido, el valor económico por servicios de caza del venado cola blanca texano, en el noreste de México, varía desde \$1,500 a \$5,000 Dls. con una demanda real como trofeo por parte de cazadores deportistas nacionales y extranjeros, así como con posibilidades de registro dentro de los libros de récords de trofeos (Villarreal *et al.*, 1999).

Preferencias de Forraje

Preferencia es la primacía, ventaja o mayoría que una persona o cosa tiene sobre otra, ya en el valor, ya en el merecimiento. Forraje es verde que se da a ganado, especialmente en primavera; es también pasto seco conservado para alimentación del ganado (RAE, 1984). Preferencia se refiere a las reacciones de animal (Heady, 1975). Se refiere a la selección por el animal y es ampliamente una respuesta de comportamiento (Cook y Stubbendieck, 1986). Las preferencias están reguladas por los factores internos del animal y el comportamiento aprendido y desarrollado, así como las Influencias ambientales (Heady y Child, 1994).

Respecto a la defoliación selectiva, cada individuo o especie de herbívoros, silvestre o doméstico, grande o pequeño, selecciona una ración diaria de las plantas viables. Todo apacentamiento incluye elementos de selección a partir de una selección restringida, hasta llegar a una especie o género vegetal particular para proporcionar hasta las más pequeñas preferencias por alguna especie. Las plantas preferidas son denominadas *palatables*, es así que las preferencias se refieren a las reacciones del animal y la palatabilidad se refiere a las características de las plantas. La selectividad por especies de hierbas expresa el grado en el que los animales cosechan las plantas o sus partes. El bovino presenta selectividad por las gramíneas mientras que el venado por las hierbas y los arbustos, excepto en la primavera en que se inclina por las gramíneas (Heady, 1975). Por otra parte, las

preferencias de cada especie animal, en cada una de las cuatro estaciones para cada uno de los tres estratos de vegetación y en diferentes lugares presentaron el comportamiento expresado en el Cuadro 2.4.

Cuadro 2.4. Preferencias por alimento presentadas en bovino y venado durante las estaciones del año (adaptado de Heady, 1975 y Heady y Child 1994)

Animal	Estación	% en la dieta			Ubicación
		Zacates	Hierbas	Arbustos	
Bovino Hereford	Primavera	35	40	25	Nuevo México
	Verano	71	23	6	
	Otoño	50	41	9	
	Invierno	50	27	23	
Bovino Santa G.	Primavera	58	30	12	Nuevo México
	Verano	81	17	2	
	Otoño	49	43	8	
	Invierno	65	20	15	
Venado Cola blanca	Primavera	34	65	1	Texas
	Verano	5	71	24	
	Otoño	27	66	7	
	Invierno	37	59	4	
Venado Cola blanca	Primavera	38	18	43	Montana
	Verano	T	54	45	
	Otoño	2	17	81	
	Invierno	6	29	65	

El venado cola blanca presenta una eficiencia asimilación/consumo del 8 por ciento. Consume 60 por ciento de arbustos, 30 por ciento de hierbas y 10 por ciento de gramíneas en base anual, mientras que el bovino consume 13 por ciento de arbustos, 15 por ciento de hierbas y 72 por ciento de gramíneas (Breynmeyer Van Dyne, 1980). En base a las estaciones del clima, el tipo de plantas y el porcentaje de éstas consumidas, tanto por el bovino como por el venado, se cita los datos del Cuadro 2.5.

Cuadro 2.5. Porcentaje de plantas consumidas por bovino y venado, en cada estación del año (Adaptado de Breyemeyer y Van Dyne, 1980)

ESTACION	PLANTA	% DE CONSUMO	
		BOVINO	VENADO
PRIMAVERA	GRAMINEA	71	12
	HERBACEA	12	39
	ARBUSTIVA	17	49
VERANO	GRAMINEA	68	4
	HERBACEA	19	36
	ARBUSTIVA	13	60
OTOÑO	GRAMINEA	75	9
	HERBACEA	12	19
	ARBUSTIVA	13	72
INVIERNO	GRAMINEA	70	11
	HERBACEA	13	12
	ARBUSTIVA	17	77

En varias ocasiones y en varias localidades las hierbas y los arbustos dominan la dieta de los venados en el verano y en el otoño, pero las gramíneas nunca lo hacen. El dato presentado para el venado cola blanca aparenta que tiene alta preferencia por los arbustos, presentando valores mayor o igual al 50 por ciento de estos venados norteamericanos en todas las estaciones. En primavera y verano, las hierbas no son importantes en la dieta del venado como pudiera esperarse, estas rara vez comprenden más del 50 por ciento de la dieta. Las dietas de otoño e invierno del venado, son caracterizadas por la contribución de los arbustos. Las diferencias relativas en la dieta de bovino y venado, basada en promedios anuales, es del valor igual a 0.6. Por otra parte, el venado cola blanca convierte el 1.2 por ciento de su alimento en crecimiento y consume aproximadamente 0.025 partes de su peso vivo en base a materia seca (Breyemeyer y Van Dyne, 1980).

Aproximándose más al MTC, en estudios realizados en dos ranchos de Anáhuac, Nuevo León, México, se observaron las dietas de venado cola blanca y de ganado sobre áreas de apacentamiento rotacional y apacentamiento continuo. Se concluyó que las plantas como el nopal en la dieta del ganado y el zacate toboso en la dieta del venado pueden ser componentes muy importantes en las dietas de rumiantes con diferentes estrategias de pastoreo. Se sugiere que el uso del zacate toboso, bajo el método de pastoreo rotacional sea recomendado para la producción de ganado y venado cola blanca en las sabanas de arbustos mezclados con gramíneas sobre las planicies del Río Grande (Martínez *et al.*, 1997), mismas en las cuales los autores ubicaron la región de Anáhuac, Nuevo León.

Es necesario señalar que administrar combinaciones de especies animales, incluyendo las especies silvestres, presenta nuevos y desafiantes problemas (Heady, 1975). En el estudio de hábitos alimenticios del venado y de tres clases de ganado se encontró que la menor competencia se presentó entre el venado y el bovino en todos los tratamientos y todas las estaciones (McMahan, 1960). Por otra parte, estudiando la competencia entre ganado doméstico y venado se encontró que las reducciones en densidad de venado y carga animal de ganado son necesarias para proteger al pastizal y al hato de venados (Teer *et al.*, 1965).

Las plantas utilizadas no son siempre las más nutritivas. El cedro blanco siendo el más preferido de los arbustos del norte por el venado cola blanca quizá contiene menos proteína que otras plantas. La cantidad de alimento

requerida por el venado cola blanca varía de menos de 2 hasta 7 libras (0.92 a 3.22 kg). En pastizales utilizados con cargas altas, son necesarias mayores cantidades de alimento que en pastizales con buena condición, debido a la baja calidad del alimento. Cuando el alimento es adecuado en cantidad, pero de tal calidad que los animales sean incapaces de consumir y digerir lo suficiente para obtener los nutrientes necesarios, se ocasionará una desnutrición. El venado preferiblemente consume un poco de plantas altamente palatables, aún si algunas especies son disponibles. Cuando estas especies clave son sobreutilizadas, el venado acudirá a especies secundarias, las cuales son generalmente insuficientes para sostener la vida (Giles, 1969).

Todos los animales necesitan ciertas cantidades mínimas de alimento para mantenerse. Mientras no tengan esa cantidad de alimento, carecerán de energía para crecer o reproducirse. Desde los tiempos coloniales, la competencia entre ganado doméstico y venado, por forraje, ha sido relativamente no importante en los bosques del norte de Nueva Inglaterra y en los Estados del Lago. El venado exhibe preferencia por ciertos tipos de plantas forrajeras y ha sido asumido que esto es por las edades de los animales que aprenden a seleccionar alimentos que reúnen sus requerimientos nutricionales. Apareta ser obvio por si solo que tales forrajes son la clave para un buen inicio del venado. Si la utilización y la condición resultante de la mayoría de las plantas preferidas fuera satisfactoria, existiría menor necesidad de iniciar con aquellas menos preferidas. Se ha aprendido también, que el alimento preferido del venado, puede cambiar con el sitio, la estación, la composición de la

vegetación y otros factores. La experiencia ha revelado que, mientras varias especies de plantas forrajeras prosperan bajo un ligero a moderado apacentamiento del crecimiento anual, un excesivo apacentamiento normalmente llevará a reducir la producción y finalmente a su pérdida. En la mayoría de los pastizales existen plantas de muy limitada presencia que son buscadas por el venado y fuertemente apacentadas donde se encuentran. Únicamente el tiempo dirá cuál de estas plantas proporcionará los elementos necesarios para la salud óptima en el venado (Dasmann, 1981).

La producción de venado cola blanca combinado con ganado, bajo todas las presiones de apacentamiento es pobre, debido a que los animales deben competir constantemente con el ganado. El libre acceso del venado tiende a ser disminuido por el ganado obligándolo a usar los forrajes sobrantes. También el uso continuo por ganado, aún bajo ligera presión de apacentamiento, rápidamente elimina todas las preferencias del alimento principal de los venados. Bajo estas condiciones, el venado no puede ser forzado a utilizar las hierbas y zacates menos palatables. El venado utiliza sitios en los que puede descansar y comer, mismos en los que son más detectados que el ganado en cuanto a sus hábitos de apacentamiento (McMahan, 1977).

El ganado bovino es principalmente consumidor de gramíneas, aunque consume algunos arbustos y obtiene algo de forraje a partir de herbáceas. Los estudios de digestión presentan pequeñas diferencias en la habilidad de varios herbívoros para utilizar varios tipos de forraje. Sin embargo, algunos animales

prefieren variar su alimentación a más de una sola especie (Stoddart y Smith 1955).

En verano el venado cola blanca busca herbáceas y musgos para alimentarse. En otoño consumen mucho más alimento porque se encuentra mucho más disponible, consumen hojas tanto verdes como secas. Come compulsivamente porque saben por instinto que ese periodo de plenitud es breve y si no toman ventaja sobre ello, quizás no sobrevivan. En Estados Unidos existen ocasiones en que los frutos del encino conforman el 80 por ciento de la dieta del venado cola blanca. El venado es forzado a ramonear más durante el invierno, afortunadamente el ramoneo de invierno, mientras la planta duerme, es menos dañino que el ramoneo durante el periodo de crecimiento. Los diferentes tipos de plantas tienen diferentes grados de tolerancia al ramoneo, algunas mueren cuando se les ramonea un 30 por ciento. Donde la población de venados es alta, las mejores plantas para alimento son rápidamente consumidas o sacrificadas; y tan pronto como la población disminuye su tamaño, no existen medios para que las plantas favorables regresen. El venado tiene el potencial de cambiar la composición de las áreas forestales que habita (Lee, 1978).

Es importante poseer diversidad de vegetación en pastizales nativos para asegurar los niveles adecuados de nutrientes para venado, durante todas las estaciones del año (Varner *et. al.*, 1977). El venado cola blanca es ampliamente ramoneador (Giles, 1969). Cuando existen suficientes arbustos viables para cubrir los requerimientos del venado, la cantidad y la calidad de

las herbáceas forman el segundo factor más limitante del venado (Holechek *et al.*, 1989).

En el estudio de competencia entre ganado y venado, sobre un sitio que estuvo excluido durante seis años, proporcionando selección libre de alimento el venado cola blanca prefirió las hierbas mientras estaban disponibles. Una vez que las hierbas dejaron de estar disponibles, en el verano y el otoño, el venado cola blanca cambió su dieta por arbustos. El zacate nunca ocupó más del 15 por ciento de la dieta del venado aún en sitios con alta presión de apacentamiento, donde las hierbas y arbustos estuvieron en corta disponibilidad y la competencia por alimento fue severa. Por otra parte, el ganado prefirió el zacate, tomando algunos arbustos y hierbas, aunque durante el invierno utilizó el 73 por ciento de la hierba. Sobre un sitio de alta presión de apacentamiento, el ganado fue el primer consumidor de zacates. El análisis de este estudio sugiere que las vacas, borregas y cabras pueden sobrevivir en tres clases de forraje, mientras que el venado cola blanca utiliza solo dos clases de forraje: los arbustos y la hierba. Lo anterior no quiere decir que el venado no utilice los zacates en su dieta (Armstrong, 1981), puesto que éstos se encuentran incluidos en las hierbas, como parte de sus preferencias (Cool *et al.*, 1984). Estudios en Texas Agricultural Experiment Station en Sonora, T; indican que el venado utiliza máximo el 20 por ciento del zacate en su dieta cuando la planta se encuentra en estado de crecimiento rápido; conforme los zacates maduran y se vuelven más toscos, el venado los elude. Estudios conducidos para venado cola blanca, ganado doméstico y especies exóticas

mayores, encontradas en Texas, sugieren que el venado cola blanca utiliza un rango de plantas más estrecho (bajas en celulosa o aceites) que cada uno de los ganados domésticos o exóticos (Armstrong, 1981).

Las concentraciones de animales cerca del agua, la sombra, la sal y las áreas con topografía accidentada, destruyen la vegetación (Heady y Child, 1994). El ganado bovino en adecuada carga animal es el menos competitivo con el venado cola blanca, el problema llega cuando se sobrecarga al pastizal con ganado doméstico tanto como con venado cola blanca; el venado cola blanca, que no es tan competitivo como el ganado domestico, sufrirá una mala nutrición, con resultados de disminución de altura, impedimento en el desarrollo con un conjunto de astas (canasta) pobremente desarrollado, baja producción de cervatillos y frecuentes muertes (Armstrong, 1981). El mejor aprovechamiento del pastizal, en la mayoría de los casos, puede ser una combinación de ganado y vida silvestre. La proporción de ganado:venado dependerá de los deseos y objetivos del propietario de la tierra. En algunos casos el venado puede ser utilizado para complementar los ingresos del rancharo con una mínima cantidad de esfuerzo o gasto de su parte. El venado puede también ser la mejor economía o manejo inmediato y el ganado ser utilizado solo como una herramienta para conservar la vegetación, especialmente mantener los zacates bajo control. Se tendrán mejores venados si el control del número de venados pone atención a la carga animal total, manteniendo el hato de venados con balance sexual y cierta relación de edad, así como proveyendo una vegetación que proporcione al menos 13 por ciento

de proteína en su dieta, a través del año y con un alto nivel de energía durante periodos de estrés (Blankenship, 1981).

En estudios de la administración óptima de ganado para el beneficio de la vida silvestre, se encontró que el venado prefiere forrajes donde el apacentamiento del ganado ha sido alejado; se encontró también que la selección de los alimentos por el venado, principalmente plantas herbáceas, puede ser incrementada mediante un sistema de pastoreo sistemático (Harmel, 1981).

Las poblaciones nativas y exóticas de fauna, así como el apacentamiento del ganado deben ser controlados para mantener un alto nivel de posición nutricional en el económicamente importante, venado cola blanca de Texas central (Warren y Krysl, 1983). El ganado puede hacer variar el hábitat de la vida silvestre al abrir sitios densos de vegetación y cambiar la composición de sus plantas mediante el apacentamiento selectivo. El apacentamiento del ganado, si es cuidadosamente controlado, es con frecuencia compatible y algunas veces benéfico para el hábitat necesario de la vida silvestre deseada. Algunas prácticas de administración de pastizales pueden ser usadas para mejorar el hábitat de la vida silvestre, también pueden ser utilizadas para incrementar el forraje para el ganado. El apacentamiento de ganado afecta al hábitat de la vida silvestre con impactos indirectos y directos; los impactos indirectos son menos entendidos que los directos, el principal impacto indirecto es el cambio en la composición de la vegetación (Holechek *et al.*, 1989).

La protección, la alteración de la vegetación a través del control de arbustos, la distribución de agua, el control de depredadores y la fertilización normalmente tienen mayor impacto sobre la vida silvestre que la presencia y actividades del ganado *per se*. La vida silvestre, el ganado y los abrevaderos pueden ser incrementados si el control de arbustos es correctamente planeado y ejecutado de una manera interdisciplinaria (Holechek *et al.*, 1989).

En la proporción de las especies clave en la dieta de bovinos en apacentamiento continuo, no se puede tomar alguna decisión en cuanto a efecto sobre las especies clave de venado cola blanca, sin embargo, en cuanto a la proporción de especies clave en la dieta de bovinos, en el sistema de corta duración, el efecto del manejo del ganado bovino es nulo sobre *L. frutescens* y *Opuntia. sp.* como especies clave del venado cola blanca. Además, la condición del hábitat en las dos áreas de estudio para los venados considerando el elemento de vegetación como fuente de alimento, refugio y presencia del venado, permite aceptar la hipótesis de que el hábitat no influye en las preferencias por el venado y el ganado bovino (Zamarrón, 1997).

En un estudio sobre la dieta y nutrición del venado cola blanca en el noreste de México, se obtuvo que el potencial alimenticio de los arbustos es desconocido por la mayoría de los tenedores de la tierra. El ramoneo por el venado durante la mayor parte del año no es una práctica de alimentación casual, se ha reportado que los arbustos palatables del noreste de México poseen cantidades suficientes de proteína y otros nutrientes para satisfacer la demanda de los cérvidos. La composición de arbustos en la dieta seleccionada:

por el venado cola blanca durante el año, puede llegar a alcanzar niveles arriba del 90 por ciento. Sin embargo la composición de arbustos no es uniforme entre meses, el porcentaje más alto se dio en junio y el más bajo durante abril. Al respecto, las hojas de chaparro prieto (*Acacia rigidula*) fueron las más seleccionadas por el venado cola blanca, durante todo el año, formando aproximadamente el 50 por ciento de la composición de arbustos en la dieta. Las hierbas pueden constituir hasta un 50 por ciento de la dieta del venado, sin embargo no pueden ser consideradas como la parte fundamental durante todo el año, ya que su presencia está condicionada por la precipitación. Los zacates introducidos y nativos no son usados intensivamente por los venados, debido en gran parte a que prefieren el ramoneo; su inclusión no sobrepasa el 1 por ciento. Sin embargo, como el caso de las hierbas, el consumo de zacates se acentúa principalmente después de la época de lluvias, cuando están en etapa de crecimiento con alta digestibilidad y contenido de nutrientes. Las dietas mensuales del venado tienen niveles de nutrientes suficientes para cubrir marginalmente sus requerimientos durante la mayor parte del año (Ramírez, 1998).

En hábitats naturales, el ramoneo de hojas y tallos de las plantas leñosas aunado al consumo de las hierbas y cactáceas, son los principales componentes de la dieta del venado cola blanca, siendo ocasional el consumo de zacates, forraje preferido por los bovinos; hecho que permite establecer, que si se evita el sobrepastoreo y sobrecarga del agostadero, no existe competencia por alimento entre bovinos y venados (Rodríguez *et al.*, 1998).

Debe ponerse énfasis en la competencia por el apacentamiento ocurrida entre ganado y animales grande de caza, en la mayoría de las situaciones. Esto es porque durante la mayor parte del año estos animales de caza mayor utilizan las áreas más bruscas e inaccesibles, donde la utilización del ganado es ligera. En el periodo crítico durante el invierno, los animales grandes de caza, tales como venado y alce, se concentran en las áreas más bajas, mismas que reciben una alta utilización por el ganado, siendo estas las áreas donde la distribución del forraje es crítica. En importantes pastizales públicos de caza mayor, durante el invierno, la mayoría de las situaciones deberían administrarse en primer lugar para la caza mayor y después para el ganado. Esto no significa sin embargo, que el apacentamiento del ganado debería ser eliminado de los pastizales. En algunos casos el ganado puede ser utilizado como una valiosa herramienta para intensificar las áreas de animales para caza mayor. En British Columbia, el mayor potencial para competencia entre venado y bovino ocurrió en la primavera, cuando ambos, bovino y venado hicieron una elevada utilización de las gramíneas. Sin embargo, esto fue negado por el hecho de que el venado y el bovino seleccionan diferentes especies de gramíneas, tanto en intensidades ligeras como en moderadas (Holechek *et al.*, 1998).

Un apacentamiento moderado, hecho por el bovino, hace al forraje de primavera más atractivo para el venado, debido a la remoción del crecimiento maduro. La utilización del venado durante la primavera, en pastas no apacentadas por bovino durante el otoño, fue del 35 por ciento, mientras que

las pastas altamente apacentadas recibieron un 65 por ciento de utilización (Holechek *et al.*, 1998). Mientras que el ganado es predominantemente consumidor de gramíneas, generalmente las gramíneas no forman una parte significativa de la dieta del venado, su principal dieta se compone de arbustivas y herbáceas diferentes a las gramíneas. Sin embargo algunas gramíneas son consumidas a lo largo del año y en ciertas veces estas les proporcionan importantes nutrientes en la dieta, que no son encontrados en otras clases de plantas (Nelle, 1984).

Las especies más importantes como forraje para el venado, desde el punto de vista de proteína cruda, son *Celtis pallida*, *Porlieria angustifolia*, *Zanthoxylum fagara*, *Prosopis glandulosa*, *Acacia rigidula* y *Acacia berlandieri*. Desde el punto de vista cobertura son *Prosopis glandulosa*, *Acacia farnesiana*, *Acacia greggii* y *Acacia rigidula* (Rodríguez *et al.*, 1998). Con una administración apropiada existirán suficientes hierbas y arbustos para venado y ganado sin dañar la vegetación. Donde esto ocurre, el venado y el ganado serán viables para coexistir juntos y para encontrar sus necesidades nutricionales. La administración apropiada consiste en mantener bajo el número de animales, principalmente el de bovinos (Nelle, 1984).

Una síntesis de las referencias anteriormente citadas, se presenta en el Cuadro 2.6. Para completar lo referente a la relación bovino:venado, es indispensable proporcionar el concepto y las características de la capacidad de carga, así como los conceptos que de ésta se derivan. Este requerimiento se cubre mediante los párrafos posteriores al Cuadro 2.6.

Cuadro 2.6. Síntesis de referencias bibliográficas y su información en cuanto a preferencias y consumo

AUTOR	INFORMACION					
	ARBUSTO		HERBACEA		GRAMINEA	
	BOVINO	VENADO	BOVINO	VENADO	BOVINO	VENADO
Heady, 1975		Selectividad		Selectividad	Selectividad	
Heady, 1975 y Heady y Child, 1994	2 - 25 %	1 - 81 %	17 - 43 %	17 - 71 %	35 - 81 %	2 - 38 %
Breyenmeyer y Van Dyne, 1980	13 - 17 %	49 - 77 % Domina	12 - 19 %	12 - 39 % Domina	68 - 75 %	4 - 12 % Nunca domina
Martinez <i>et al.</i> , 1997	16.9 - 26.6 %	59.1 - 72.26 %	3.7 - 12.8 %	20.64 - 28.6 %	65.9 - 73 %	6.2 - 18.9 %
McMahan, 1960	Se	presentó	la	menor	competencia	
Dasmann, 1981	Competencia		relativamente	no	importante	
McMahan, 1977		Competencia		constante		
Stoddart y Smith, 1955					1er consumidor	
Lee, 1978		Obligado en invierno		Prefiere en verano		
Giles, 1979		Ampliamente				
Holechek <i>et al.</i> , 1989					Competencia	en primavera
Armstrong, 1981		En verano y otoño		2º factor limite Prefiere al estar disponibles	Primer consumidor	< o = 20 % de la dieta
Zamarron, 1997	El	hábitat	no influye	en las	preferencias	
Ramirez, 1998		Hasta el 90 %				< o = 1 %
Nelle, 1984		Principal dieta		Principal dieta		

Capacidad de Carga

Capacidad de carga es el mayor número de organismos de cualquier especie que un hábitat pueda sostener indefinidamente (Postel, 1994 y Rodríguez, 1998). La capacidad de carga ha sido considerada como el máximo número de animales que puede ser pastoreado cada año en una área dada de pastizal, por un número específico de días, sin inducir presión en la producción de forraje, la calidad del forraje o el suelo (Stoddart, Smith y Box 1975). La capacidad de carga es la máxima carga animal posible sin ocasionar daño a la vegetación o recursos relacionados (Aguirre y Huss, 1974). Las tres vías importantes en las cuales la capacidad de carga ha sido definida son las siguientes: (1) el número de animales de una especie dada que es actualmente soportado por un hábitat, se mide por un periodo de años; (2) el límite superior del crecimiento de la población en un hábitat, mayor al cual ningún incremento puede ser sostenido; y (3) el número de animales que un hábitat puede mantener en una saludable y vigorosa condición (Dasmann, 1981). Por otra parte se dice que capacidad de carga es el tamaño de la población soportada por los recursos de cierta área (Brewer, 1994).

Con el argumento anterior y para fines del presente estudio, se define capacidad de carga como el tamaño de la población de alguna especie determinada, que puede soportar cierta área con sus recursos, sin dañar a su entorno.

Los hábitats naturales tienen una determinada capacidad de carga, la cual está en proporción directa con la abundancia y tipo de componente vegetales que los integran. La capacidad de carga de un hábitat no es constante y varía de acuerdo con la estación del año y de un año con respecto a otro, dependiendo de la cantidad de lluvia que se presente y de la distribución de la misma durante ese año en particular (Robinson y Bolen, 198 y Rodríguez *et al.*, 1998). Los mejoramientos al pastizal son usualmente integrados con el incremento de las capacidades de carga para bovino venado cola blanca (Teer, 1996).

Cuando las poblaciones van alcanzando la capacidad de carga, la calidad de la dieta de cada animal disminuye e incrementan las interacciones sociales y las enfermedades parasitarias, lo cual reduce la producción de becerros y de cervatillos y la sobrevivencia de adultos (Hewitt *et al.*, 1999). En el manejo de bovinos, es común que se utilice una equivalencia a la capacidad de carga denominada *coeficiente de agostadero*, el cual se define como la cantidad de hectáreas promedio que se requieren en condiciones normales para mantener o sostener una unidad animal (Rodríguez *et al.*, 1998). Los coeficientes de agostadero correspondientes a la región del MTC varían desde 9.90 hasta 26.79 ha por unidad animal al año de acuerdo con los sitios de muestreo efectuados (Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de Coeficientes de Agostadero [COTECOCA], 1979).

Al igual que para el caso de bovinos, la densidad máxima posible de una población de venados en un rancho tiene un límite, determinado por

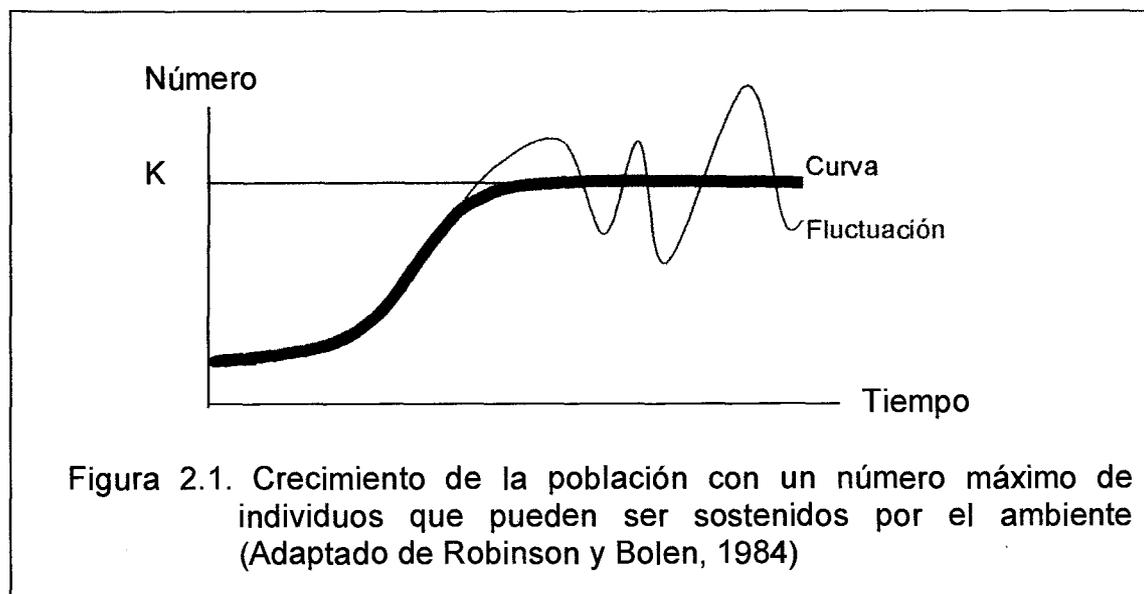
capacidad de carga en su hábitat. Se recomienda en primera instancia y como aproximación inicial mantener una población de venados similar a la de bovinos cuando la carga de bovinos es entre un 20 por ciento y 25 por ciento menor de la máxima permisible (Rodríguez *et al.*, 1998) y aunque la dieta del venado cola blanca en un pastizal con buena condición es muy diferente a la dieta de los bovinos, puede ocurrir un gran traslape en la dieta cuando la oferta de los diferentes grupos vegetales es reducida (Martínez *et al.*, 1997). De aquí que en la mayoría de los casos, los ranchos son comprados y vendidos en base a su capacidad de carga. Por otra parte, al estimar la capacidad de carga o de apacentamiento, tiene que considerarse también la carga animal (Holechek *et al.*, 1998).

Manteniendo las poblaciones por debajo de la capacidad de carga de los ecosistemas, se ha demostrado que bajo éstas condiciones, las poblaciones de venado tienen una mayor eficiencia reproductiva y que es posible obtener trofeos de más alta calidad. A pesar de que los ecosistemas son sumamente variados, se puede establecer que en las áreas del Matorral Tamaulipeco y en las regiones de pino-encino en la sierra, el número óptimo de hectáreas por venado fluctúa entre 12 y 15 (Martínez y Ortega, 1998).

Si bien es cierto que la actividad ganadera de la región ha sido una de las principales fuentes de riqueza de su población, ésta misma actividad ha provocado un gran impacto a los ecosistemas correspondientes, debido a una sobrecarga animal en los pastizales. Esta sobrecarga ha ocasionado impactos ecológicos negativos asociados a una reducción continua de la productividad

Los coeficientes de agostadero señalados por COTECOCA, aunque de acuerdo con Martínez y Ortega (1998) y Carrera (1998) son discutibles, representan una buena base a utilizar, sin embargo es recomendable determinar la capacidad de carga de los diferentes sitios del pastizal en cada rancho (Martínez y Ortega, 1998).

Ninguna población puede crecer exponencialmente por mucho tiempo, debido a las limitaciones en alimento y cobertura, así como a la incidencia de depredadores y de enfermedades, es decir, debido a que el ambiente es finito. En base a lo anterior para el crecimiento de la población se ha definido matemáticamente mediante la ecuación logística. La curva que esta ecuación produce es sigmoide (Figura 2.1).



El término K es referido con frecuencia como la capacidad de carga, pero puede cambiar de un tiempo a otro por la producción de alimento, la cobertura disponible, el agua disponible y otros factores ambientales que

varían con las estaciones del clima y a través de los años. Otros factores como el comportamiento territorial y la respuesta a la multitud pueden influir con los factores externos mencionados, de tal manera que el crecimiento de una población puede volverse lento antes de que la escasez de alimento o agua sea medible en el hábitat. Como ejemplo, cuando los lobos (*Canis lupus*) fueron erradicados de parque Itasca en Minnesota, las poblaciones de castor y de venado se incrementaron más allá de la capacidad de carga natural del sitio destruyendo ciertos tipos de vegetación y en consecuencia interrumpiendo el régimen del suelo en el parque (Robinson y Bolen, 1984).

A pesar de que la capacidad de carga es estadísticamente uniforme, su comportamiento específico es fluctuante, como se señaló en la figura anterior. En consecuencia, es necesario considerar un rango con máximos y mínimos en la estimación de una población viable para su conservación, ya que se requiere definir cuanto es lo máximo (suficiente) y cuanto es lo mínimo de condiciones para la persistencia y la adaptación de las especies en el largo plazo y en un determinado lugar. Esto es uno de los más difíciles y desafiantes problemas en la biología de la conservación (Soulé, 1987).

El análisis de las interacciones entre un venado y su territorio, indica que existen factores relativos y compensatorios a ser considerados, por lo que la idea de la capacidad de carga es mejor aprovechada como un concepto que como una cantidad definible específicamente. No obstante, los factores importantes pueden ser aislados para cuantificar la capacidad de carga de una manera práctica. La identificación de uno o más factores significantes es e

mejor hecho después de un profundo análisis de las interacciones animal-territorio más que por la selección de una relación particular, en espera de que esta pruebe ser adecuada para un uso práctico. En el caso específico de los venados, la expresión de la capacidad de carga puede ser expresada en días-venado, al dividir la cantidad de forraje consumido por venado cada día en la cantidad disponible en el territorio o pastizal (Moen, 1979), en el entendido que puede referirse a forraje diferente al consumido por el ganado.

El concepto de capacidad de carga varía dependiendo del enfoque. En manejo de pastizales con ganado domestico se aplica como una capacidad de carga optima bajo condiciones controladas, mientras que en fauna silvestre se aplica como una capacidad máxima bajo condiciones naturales, de tal manera que a la capacidad de carga para ganado en una área, en un momento dado, se le pueda agregar la capacidad de carga para venado en esa área y momento dado. Aucamp y Barnard (1980) distinguen capacidad de apacentamiento de la capacidad del ramoneo. A lo anterior hay que añadir la incertidumbre de la determinación debido a que ésta se basa necesariamente en el forraje del año anterior y no existe evidencia para considerar que el sobreuso de un año pueda ser compensado por un subuso el año siguiente.

Existen investigadores que dicen que es difícil estimar la capacidad de carga en fauna silvestre por todos los factores anteriormente mencionados, aunado a que es difícil tener control en las poblaciones de fauna, por otro lado el término capacidad de carga engloba los términos *unidad animal* y *carga animal*, mismos que se describen a partir de los siguientes encabezados.

Unidad animal

Una Unidad Animal (UA) es definida como una vaca de 1000 libras (460.24 kg) (Vallentine, 1965). Una UA es equivalente a una vaca de 450 kg con su cría, una vaca de 450 kg comerá alrededor del 3 por ciento de su peso vivo de forraje seco diariamente (Aguirre y Huss, 1974), es decir 12 kg de materia seca por día (Heitschmidt y Taylor, 1991).

En el cálculo de la capacidad de carga se requiere, sin embargo considerar diferentes tipos de animales que apacientan diferentes tipos de forrajes (Dasmann, 1981). Tradicionalmente la unidad animal se considera como la cantidad de alimento que consume un animal basada en la parte proporcional de dicho alimento que consumiría una vaca adulta (Oteiza, 1985) sin embargo el consumo de forraje debe ponderarse conforme a diferencias en la dieta (Hobbs y Carpenter, 1986; Scarnecchia, 1985; Scarnecchia, 1986 ; Scarnecchia y Gaskins, 1987). Las proporciones usadas en el pasado han variado de lo general a lo específico. Las Unidades Animal Equivalentes (UAE) para otros tipos de animales han sido determinadas con los siguientes límites 5 a 6 ovinos, 5 a 7 cabras, 5 a 7 antílopes, 4 a 5.5 venados bura, 4.5 a 7 venados cola blanca, 5 a 6 venados cola negra y 1.25 a 1.75 alces. Todas estas equivalencias se refieren únicamente a aquellos animales sobre los 6 meses de edad. Los animales jóvenes que constituyen el desarrollo natural de hato, no son considerados en la determinación de los números de UA (United States Department of Interior [USDI], 1992).

Lo anterior permite establecer que un animal con preferencias diferentes otro no equivale a una fracción o múltiplo de una misma unidad animal, si no por el contrario una unidad animal separada que dará lugar en consecuencia, diferentes capacidades de carga (Danckwerts, 1982; Hobbs y Carpenter, 1988; Scarnecchia y Kothmann, 1982 y Scarnecchia, 1990). Así el día-venado no es una fracción del día-vaca (Moen, 1979), requiriéndose estimar las unidades animales para cada animal, en cada tipo de vegetación.

Carga animal

Carga animal es el número actual expresado en UA (mes, día o año) en una área específica, a un tiempo específico (Aguirre y Huss, 1974; Scarnecchia, 1985). Es el número de animales por hectárea de tierra (Wilson *et al.*, 1984), es decir, la cantidad de tierra distribuida para cada UA durante el periodo total de apacentamiento al año (Holechek *et al.*, 1989). Es el número de animales de una específica clase o unidad animal por unidad de área de tierra, sobre un periodo de tiempo especificado (Heitschmidt y Taylor, 1991).

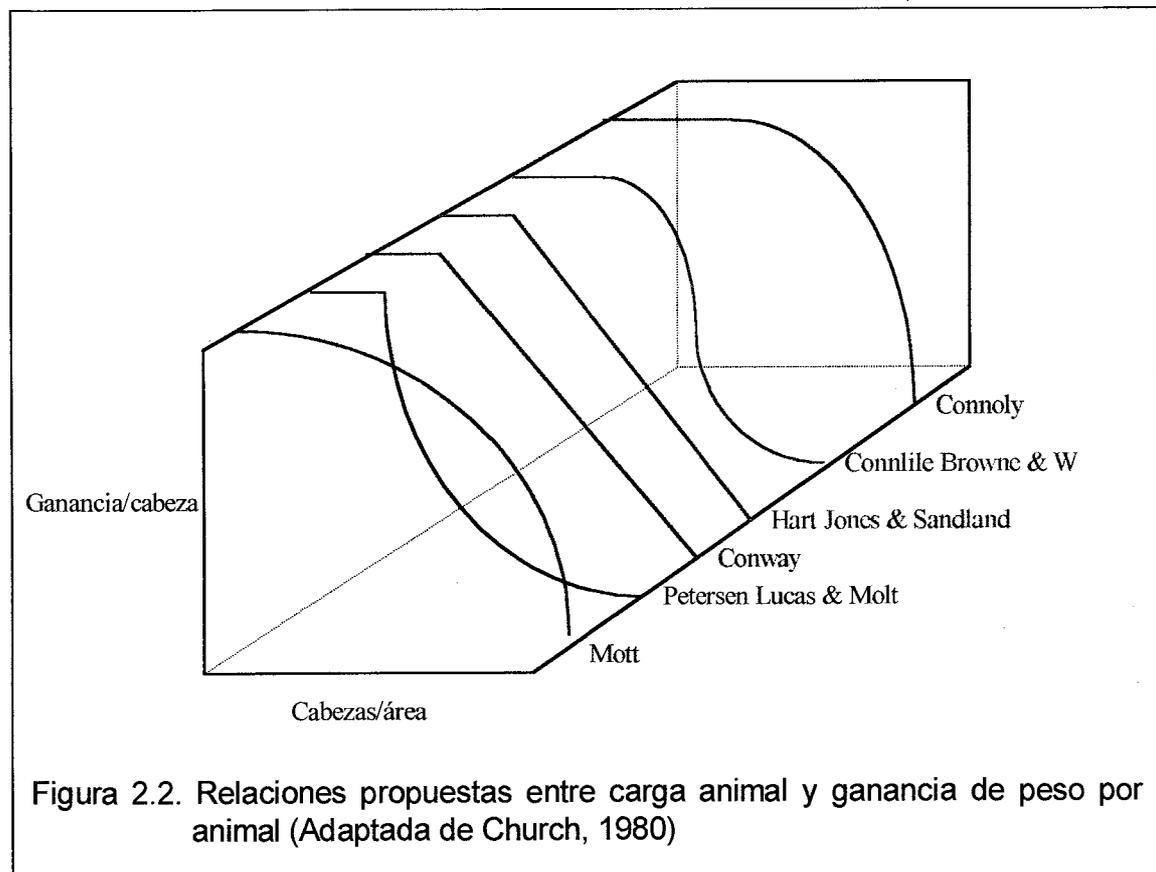
En base a lo anterior y para los fines del presente estudio, se conceptualiza a la carga animal como el número de hectáreas en el MTC por UA de bovino y su proporción de venado en peso, apacentando y protegiéndose durante un año; lo cual de acuerdo con Scarnecchia y Kothmann (1982), se relaciona con la siguiente ecuación planteada sobre la carga animal

$Carga\ Animal = \int_{t_0}^t \text{densidad de carga} * dt$. En el entendido de que

población de venados debe ser más bien considerada por su densidad que por su carga animal.

Todas las definiciones incluyen animales, área y tiempo, las cargas apropiadas influyen en el desarrollo óptimo del animal y en el sostenimiento de pastizal, en consecuencia, las cargas inadecuadas han propiciado a largo plazo impactos negativos sobre el ganado, los recursos del pastizal y las especies de cacería y los bienes asociados, tales como venado cola blanca, guajolote y otras especies (Hanselka y Landres, 1993).

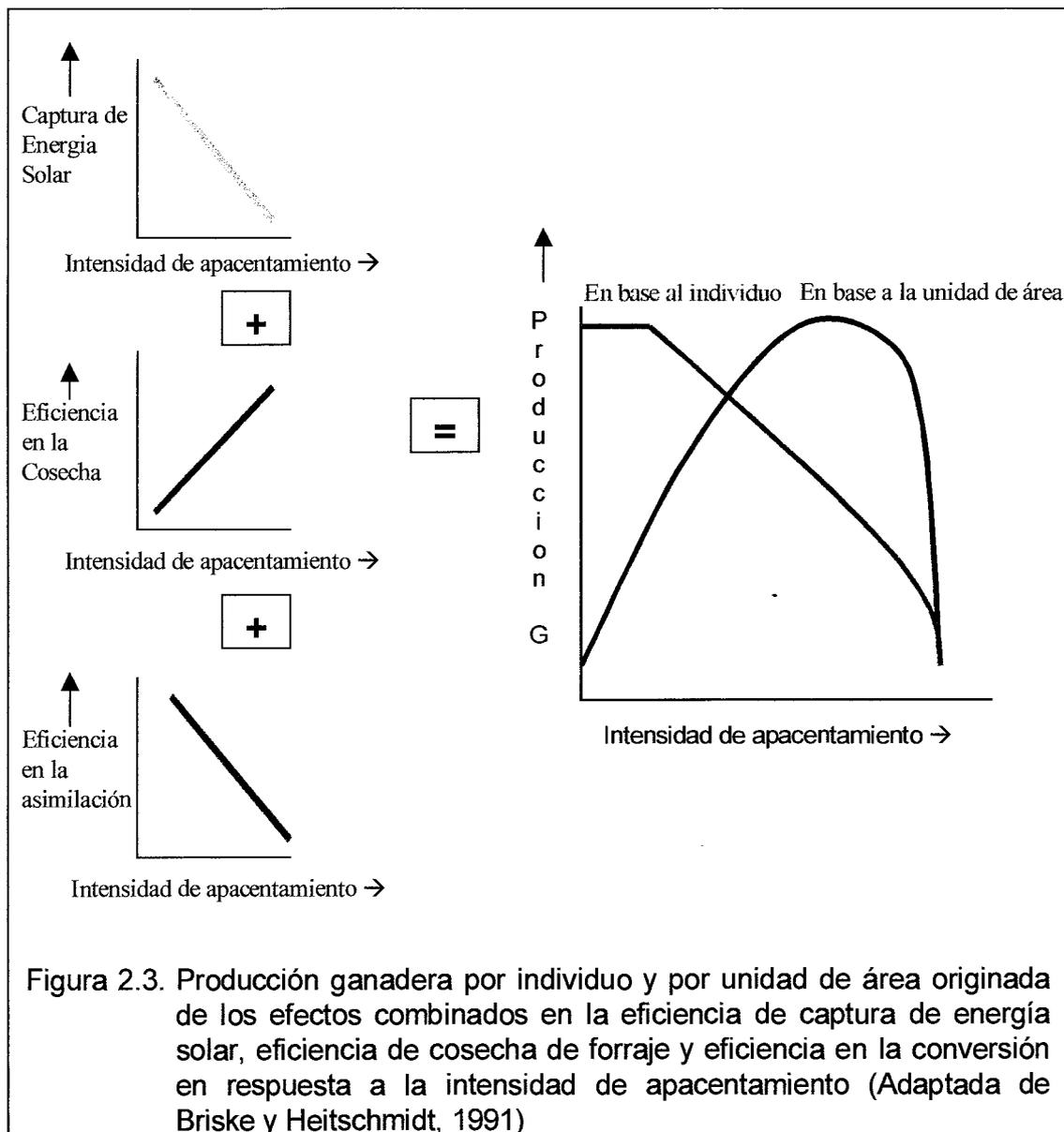
En la teoría de carga animal y su aplicación al apacentamiento en pastizales, la relación entre carga animal y ganancia de peso es el eje de controversias (Hart, 1978). El punto óptimo de la carga animal, definida por ganancias por animal (producción por animal) y ganancias por unidad de superficie, cambiará con las condiciones económicas cuando los costos por animal son altos en relación con los costos por unidad de superficie. La carga animal deberá ser modificada para incrementar la ganancia por unidad de superficie cuando los costos asociados con la superficie o tierra sean altos en relación a los costos por animal. Son diversas las propuestas por parte de los autores en cuanto a la inclinación de la curva que se forma por la relación entre el número de cabezas por área o unidad de superficie (carga animal) y la ganancia de peso por cabeza, proponiendo una curva de formas cóncava, convexa, recta o sigmoide (Church, 1980), como puede verse en la Figura 2.2.



Por otra parte los rancheros intentan realizar sus metas mediante el uso de los recursos disponibles, apoyados en todas las opciones para producir ganado y/o proyectos de fauna y estrategias de apacentamiento. La selección de una estrategia combinada de pastoreo es crucial para lograr la meta del productor, debido a que esta directamente relacionada con la obtención de ganancias y con la prevención de pérdidas catastróficas a través del tiempo. La relación entre la selección de una estrategia de pastoreo y la obtención de ganancias anuales del rancho, es a través del costo del pastizal utilizado para proveer parte o la totalidad del alimento del animal y el hábitat de la fauna; de esta manera los productos mas

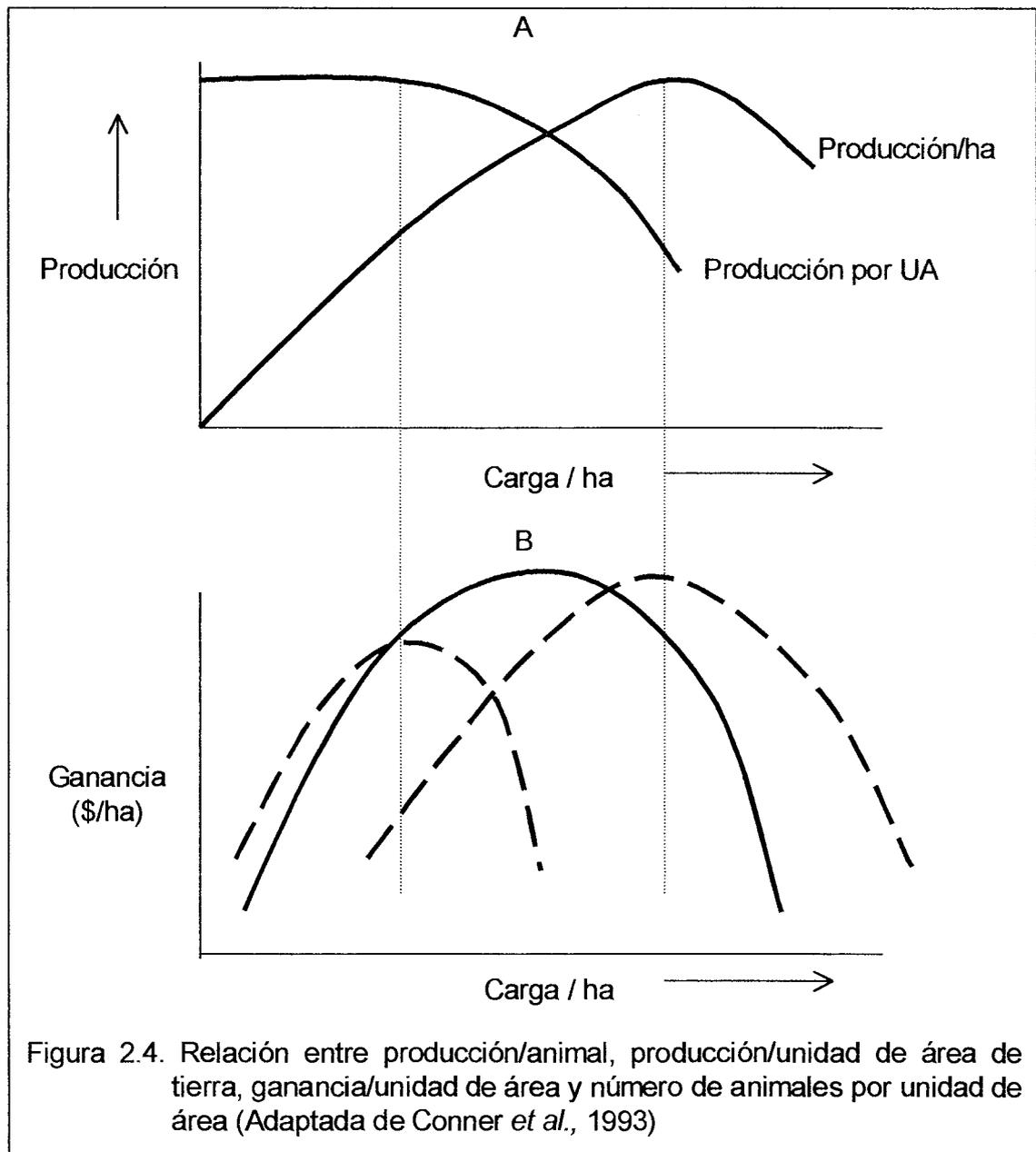
vendibles que puedan ser producidos por unidad de superficie proporcionarán las mayores ganancias (Conner *et al.*, 1993).

Se asume que el costo de otros recursos como la compra de alimentos y trabajo, no se incrementan con el aumento de los productos vendidos, al grado de que su posición fija disminuya el costo de la tierra. Este simple concepto provee a los rancheros un incentivo para incrementar la carga animal, como una reacción a realizar las metas de obtener ganancias; sin embargo este concepto no es tan sencillo como aparenta, puesto que sin respecto a las estrategias empleadas, la producción ganadera esta limitada por varias fuerzas intrínsecas de los sistemas ecológicos. La relación inversa entre la producción animal por individuo y la producción por unidad de área con incremento en la intensidad de apacentamiento, es una respuesta de producción fundamental con todos los sistemas de apacentamiento. Esta respuesta está originada de efectos combinados a partir de los siguientes procesos: 1) Disminución de la eficiencia en la energía solar capturada, 2) Incremento en la eficiencia del forraje cosechado y 3) decremento de la eficiencia en la conversión (por ejemplo la eficiencia con la cual la energía ingerida es convertida en productos animales) conforme se incrementa la intensidad del apacentamiento (Briske y Heitschmidt, 1991 y Conner *et al.* 1993), lo cual se presenta esquematizado en la Figura 2.3.



Cuando se incrementa la carga animal a cierto grado, el alimento por animal es limitado y la producción por animal comienza a declinar (Figura 2.4A). Transportado al extremo, la producción por animal declinará al grado de que la producción por unidad de superficie también declinará. Sin embargo antes de que esto suceda los costos de otros recursos como el trabajo, suplementos veterinarios y suplementos alimenticios, comienzan a incrementar el nivel de su posición fija

que disminuye el costo de la tierra, eliminando consecuentemente el incremento de las ganancias. De esta manera, para lograr la meta de maximizar las ganancias anuales, el ranchero debe seleccionar la carga animal que es menor que la atribuible a la máxima producción por unidad de superficie, pero mayor que la carga animal más alta que esté asociada con la máxima producción por animal (Conner *et al.*, 1993) como puede apreciarse en la Figura 2.4 B.



La carga animal que resultará en máximas ganancias, es determinada por varios factores, algunos de ellos son el clima, la sucesión ecológica, el mercado y el control del espacio y del tiempo (Conner *et al.*, 1993). Los ranchos usados con cargas animal que van de moderadas a ligeras, tienen mucho más altos niveles de forraje en pie, para ser cosechado durante el año (Holecheck *et al.*, 1998 y Conner *et al.*, 1993). Estos ranchos generalmente tienen plantas más vigorosas que aquellos que reciben cargas animal pesadas, en los que el decremento en la disponibilidad de forraje reduce la selectividad del animal, obligándolo a consumir dietas bajas en calidad; esto también obliga al animal a gastar más energía en actividades de forrajeo, que de otra manera pudiera aprovecharse en la producción (Holecheck *et al.*, 1998).

Económicamente existen las complicaciones de máxima rentabilidad de cargas animal y presiones de mercado que puedan ubicar al corto plazo ingresos mayores, manteniendo la producción a largo plazo. Las cargas son también hechas por los gradientes de lluvia a través de una región y por la elasticidad para sequías, lo que proporciona la capacidad de carga que otorga la vegetación. El control de la intensidad de carga en tiempos críticos de forraje es el principal factor para una exitosa administración del apacentamiento en los pastizales. Esto es principalmente en años de bajo promedio de lluvias y sequía, admitiendo que la intensidad de carga durante el establecimiento de sequías, puede también ser importante (Wilson *et al.*, 1984).

Se requiere inspeccionar cada rancho para determinar la carga animal y establecer la presión de caza (Brown, 1979). En un rancho es difícil de

determinar la densidad de población de venados, compatible con la cantidad de bovinos presente y sin afectar la calidad del hábitat disponible para el venado. Depende de muchos factores y debe ser calculada para cada rancho en particular, en función a sus objetivos, al número de bovinos presente, los recursos naturales de que dispone, como son: suelo, agua, vegetación y clima, y el manejo que se efectúe de los mismos (Rodríguez *et al.*, 1998). Por otra parte, es imposible aplicar una carga animal uniforme para bovino o venado en el sur de Texas. Sin embargo, pudiera ser aceptable una carga de bovino en el rango de una UA por cada 25-30 acres (10.12-12.14 ha). Este rango es aceptable durante la mayoría de los años cuando se aplica un sistema rotacional depastoreo. Dependiendo de la calidad del hábitat, los ranchos van a variar en el número de animales que puedan soportar. Los administradores deberán ser hábiles para reconocer los signos del forraje sobreutilizado y ajustar el número de animales armoniosamente (Rodríguez *et al.*, 1998 y Davis, 1990).

El sur de Texas se caracteriza por las lluvias erráticas y periodos de sequía. Las condiciones del pastizal cambian constantemente y las cargas animal óptimas varían con estos cambios. Las cargas animal de venado y bovino deberán ser flexibles de tal manera que pudieran ser ajustadas para establecer un balance con la producción del forraje. De esta manera, la clave para proporcionar calidad al hábitat es mantener el balance entre la densidad animal y la producción de forraje. El administrador del pastizal deberá también tener un conocimiento de las plantas preferidas por ambos, venado y bovino,

para proveerles una adecuada suministración de forraje durante todas las estaciones y obtener los máximos beneficios de ambos recursos (Davis, 1990).

La capacidad de carga en el MTC como tal, no ha sido estimada, por lo que es necesario utilizar la información disponible de algunos ranchos ubicados en el área de estudio. El rancho Casa Roja presenta una carga de 15 ha/UA con bovinos cruzados (Zamarron, 1997). En el rancho Santa Barbara se maneja una carga animal del orden de un bovino por cada 15 ha, combinada con venado (Villarreal, 1989). El rancho La Muralla, con una superficie total de 1600 ha, posee un inventario de 134.4 UA (FIRA, 1999a), lo que permite identificar una carga animal bovina de mínimo 11.08 ha por UA. En el rancho Santa Barbara se maneja también una carga animal del orden de un venado por cada 3 ha, combinada con bovino (Villarreal, 1989).

Generalmente en la región sur de Texas, cuyas características ecológicas son muy similares a las de la región noreste de México, existen estudios en que la capacidad de carga promedio de los agostaderos que se utilizan para bovinos, permite sostener además una densidad media de población de venados cola blanca del orden de un venado por cada 12.2 ha. En la franja fronteriza de la región sur de Texas, colindante al MTC, predomina en gran parte una densidad de venado cola blanca menor a 15 venados por milla cuadrada de acuerdo con la Southeastern Cooperative Wildlife Disease Study (Teer, 1996 y Villarreal, 1998), valor que corresponde a una densidad en el orden de un venado por cada 8.63 ha.

Tomando como base los resultados del último censo de poblaciones realizado por la Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados (ANGADI) en 1993, la experiencia que se ha acumulado en la región durante los últimos 20 años y otros estudios puntuales, se considera que la población total actual del venado cola blanca texano sobrepasa a los 300 mil ejemplares, destacando que la densidad media de esta población, en manejo con ganado bovino de carne, alcanza en la actualidad en muchos ranchos valores del orden de un venado por cada 5 ha de superficie (Villarreal, 1994). Como ejemplo, en el rancho San José de Anáhuac, Nuevo León, manejan una población de un venado por cada 5.2 ha (Flores, 1999), existiendo ranchos con densidades de población aún mayores debido a las mejoras que se han realizado en el hábitat y al manejo que se ha hecho del ganado bovino (Villarreal, 1994).

A pesar de las afirmaciones anteriores y mientras que la COTECOCA reporta que la capacidad de carga promedio de los pastizales de Coahuila y Nuevo León es de alrededor de 25 ha/UA, la carga animal real en diferentes ranchos es de 15 ha/UA, por lo cual de manera general, se puede recomendar el mantener la carga animal ligeramente por debajo de la capacidad de carga del ecosistema (Martínez y Ortega, 1998). Ahora bien, es importante remarcar que si el número de animales es basado en la capacidad de carga promedio, el pastizal será sobreapacentado en años secos y subapacentado en años húmedos. Para lograr obtener la máxima producción y ganancia, el número de animales debe ser igualado a los niveles de forraje actuales y proyectados y no a partir de la capacidad de carga promedio (Larry y McGinty, 1996).

MATERIALES Y METODOS

Area General

Desde una perspectiva general y fisiográfica, el MTC es una parte de Matorral Espinoso Tamaulipeco, el cual se ubica dentro de la Gran Llanura de Norteamérica, en la parte sur (SPP, 1983), caracterizada por la presencia de llanuras y lomeríos suaves de topografía relativamente plana (Rodríguez *et al.* 1998) (Figura 3.1), en donde se encuentra la subprovincia de las Llanuras de Coahuila y Nuevo León (SPP, 1980 y 1983; INEGI, 1998a e INEGI 1998b).

Desde una perspectiva florística general, la región ocupada por el noreste de México y el sur de Texas es presentada con el nombre de Provincia Biotica Tamaulipeca (PBT) del inglés *Tamaulipean biotic province* (Dice, 1943 y Kendeigh, 1961). La superficie que ésta provincia ocupa en México, es denominada Matorral Espinoso Tamaulipeco (SPP, 1983 y Rodríguez, *et al.* 1998). Con una perspectiva fisiográfica y florística general, el MTC se encuentra en el sur de la Gran Llanura de Norteamérica y en el lado oeste de la PBT (SPP, 1983 e INEGI, 1998b) (Figura 3.2). La PBT es también denominada como Planicies del Río Grande en Texas y Planicies del Sur de Texas (Correll y Johnston, 1979; Scifres, 1980 y Guthery, 1986), apreciable en la Figura 3.3.

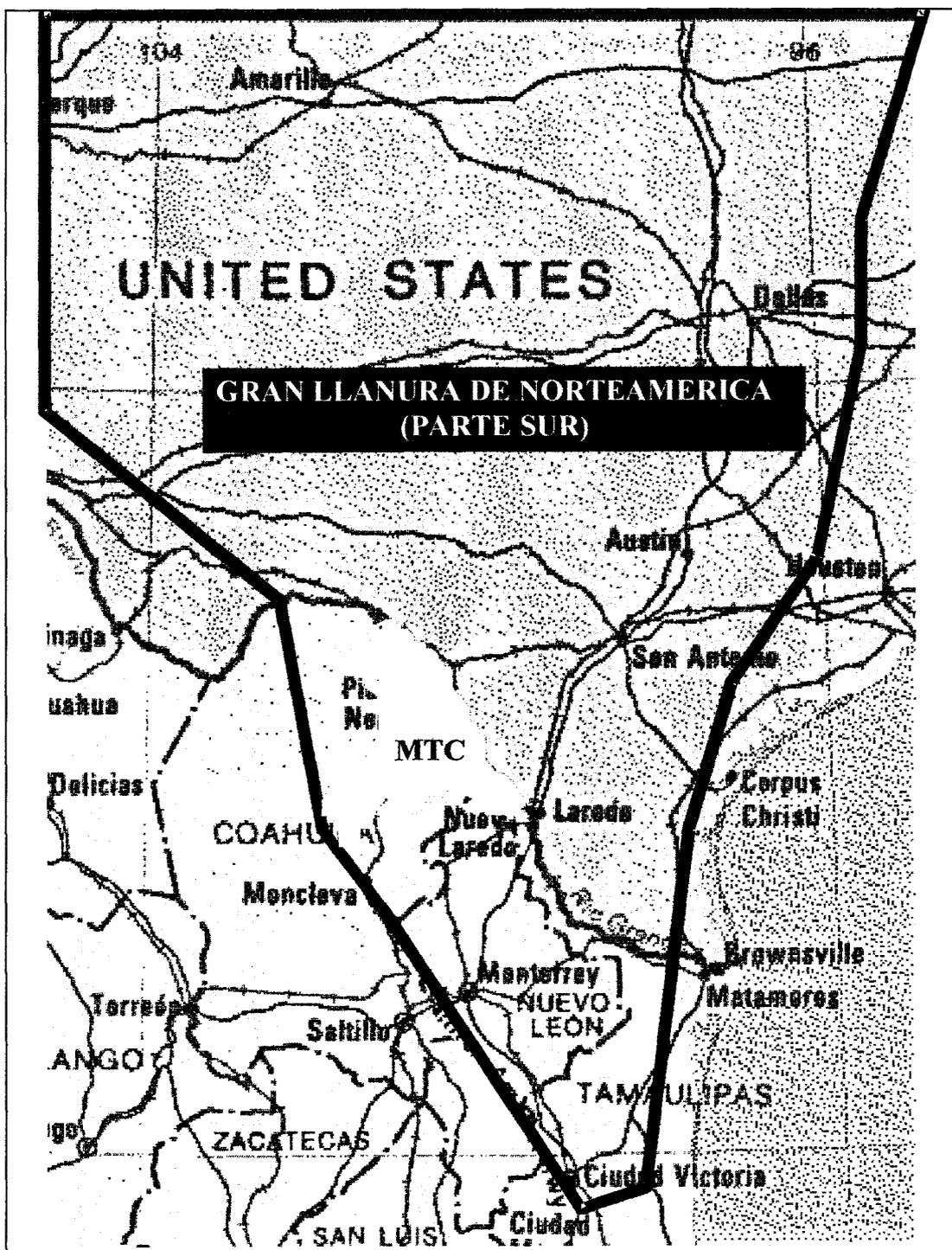


Figura 3.1. Parte sur de la Gran Llanura de NorteAmérica (Adaptado de SPP, 1983 e INEGI, 1998b)

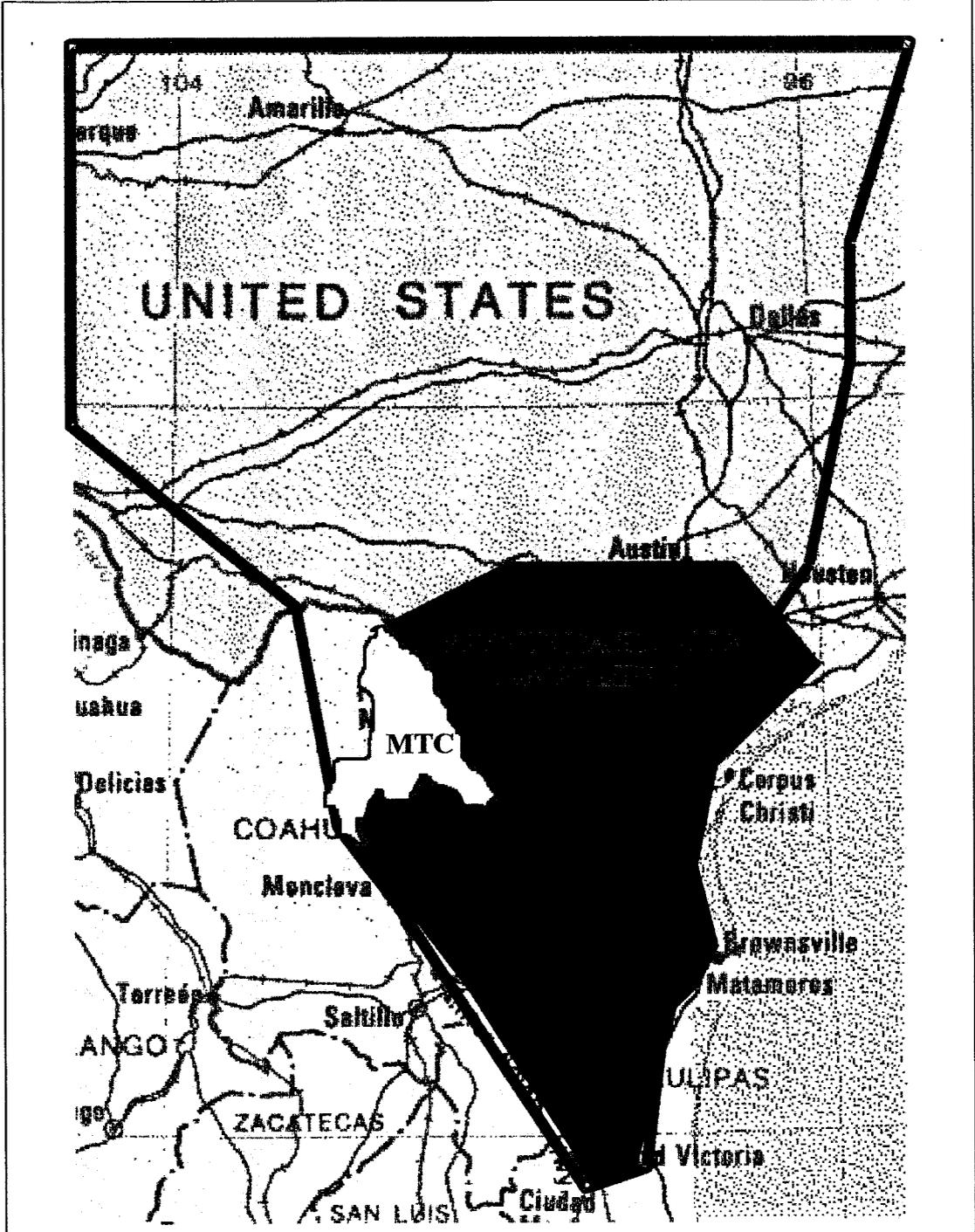
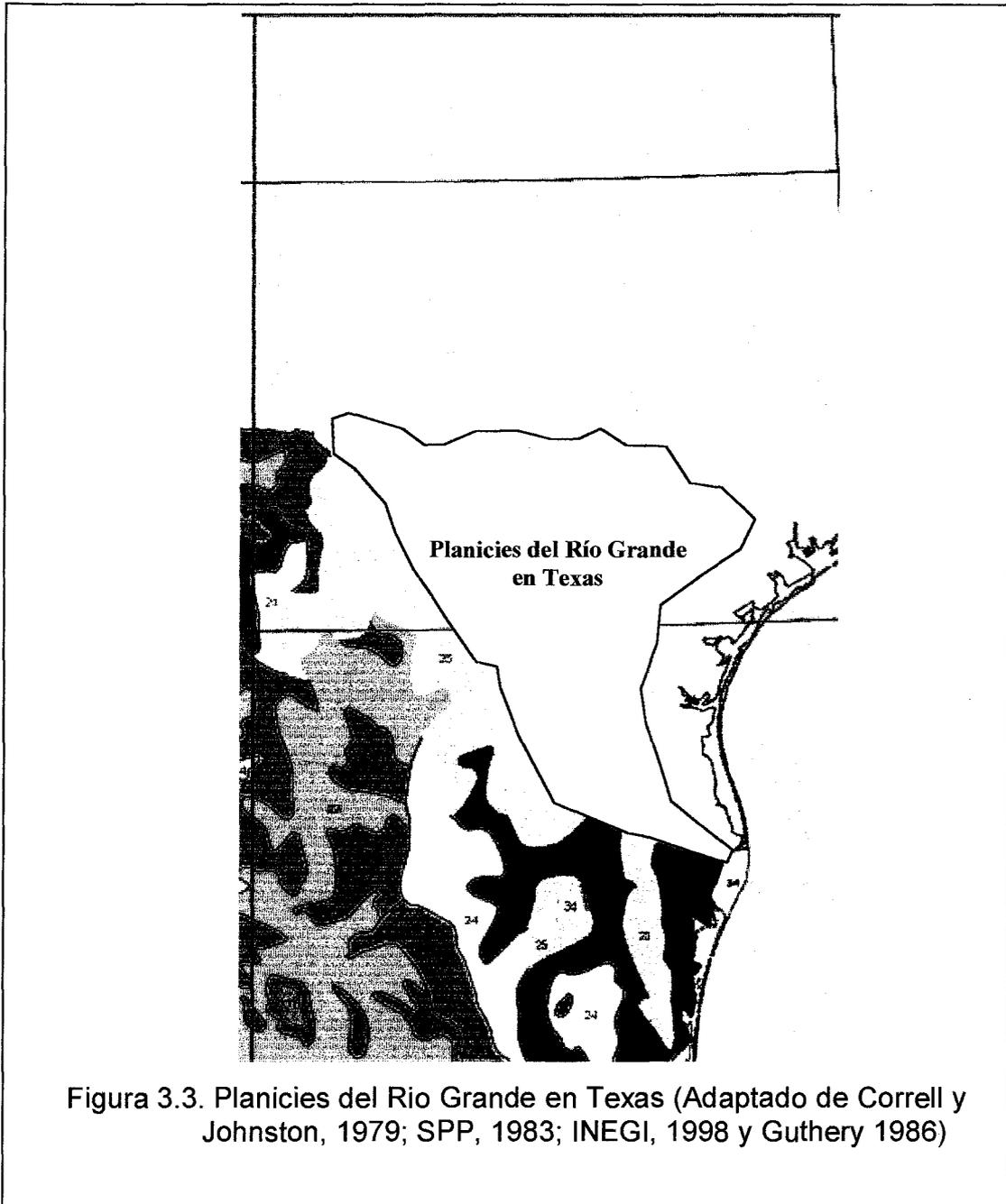


Figura 3.2. Provincia Biotica Tamaulipeca y MTC (Adaptado de Dice, 1943; Kendeigh, 1961; SPP, 1983 e INEGI, 1998b)



Los tipos de vegetación dominantes en las llanuras de Coahuila y Nuevo León son matorrales y ocupan casi el ochenta por ciento de su área; en donde el Matorral Espinoso Tamaulipeco, clasificado en México con el tipo de vegetación número 25, (INEGI, 1999a) es el tipo de vegetación con mayor espacio ocupado; mismo que se prolonga en la región en forma paralela a la frontera con los Estados Unidos de América a todo lo largo de la subprovincia El Matorral Espinoso Tamaulipeco se distribuye de la presa La Amistad hacia el sur, sobre todo en la llanura asociada con lomeríos, ocasionalmente interrumpido por áreas de pastizal inducido (producto del disturbio del matorral y por áreas bajo cultivo (SPP, 1983; INEGI, 1998a e INEGI 1998b). El Matorral Espinoso Tamaulipeco (en Inglés denominado Tamaulipan Thorn Shrub), está ubicado al este de la Sierra del Carmen y de la Sierra Madre Oriental (Muller 1947) y es colindante con las Planicies del Río Grande en Texas (Guthery 1986 y Kendeigh, 1961) (Figura 3.4).

El Matorral Espinoso Tamaulipeco es uno de los principales tipos de vegetación en la frontera noreste del País (INEGI, 1999a). La altitud del lugar donde se ubica no sobrepasa los 600 msnm y en el Estado de Coahuila coincide con la región cinegética uno, del mismo Estado (Villarreal y Valdés 1993 y SEMARNAP, 1998) así como con la zona nueve de distribución de la subespecie *texanus*, de venado cola blanca en México (Rodríguez *et al.*, 1998 y Villarreal, 1999b).

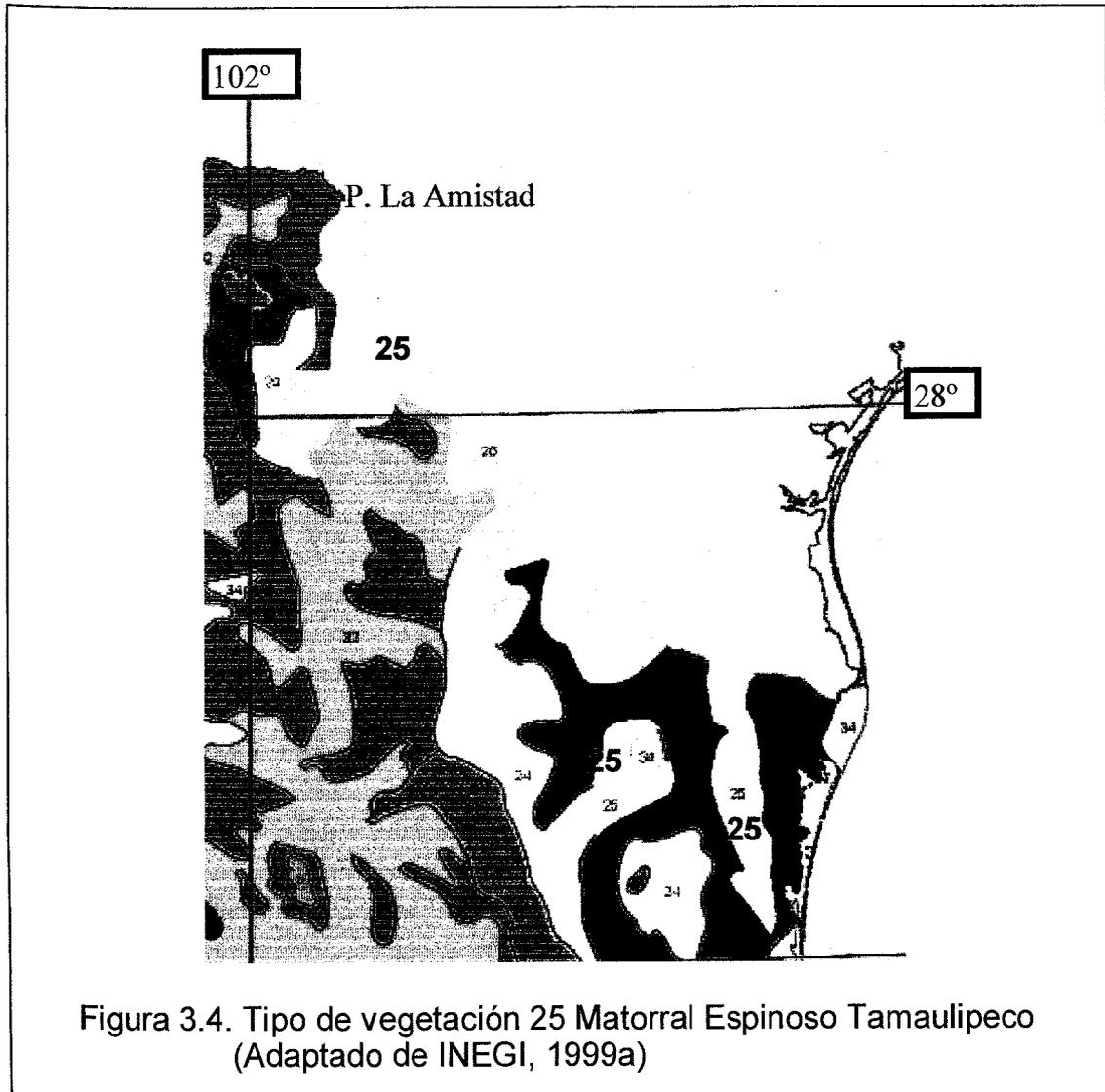
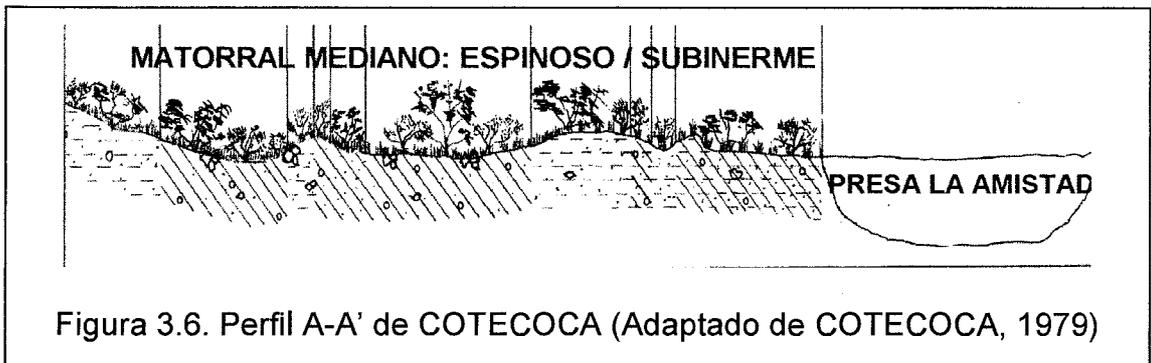
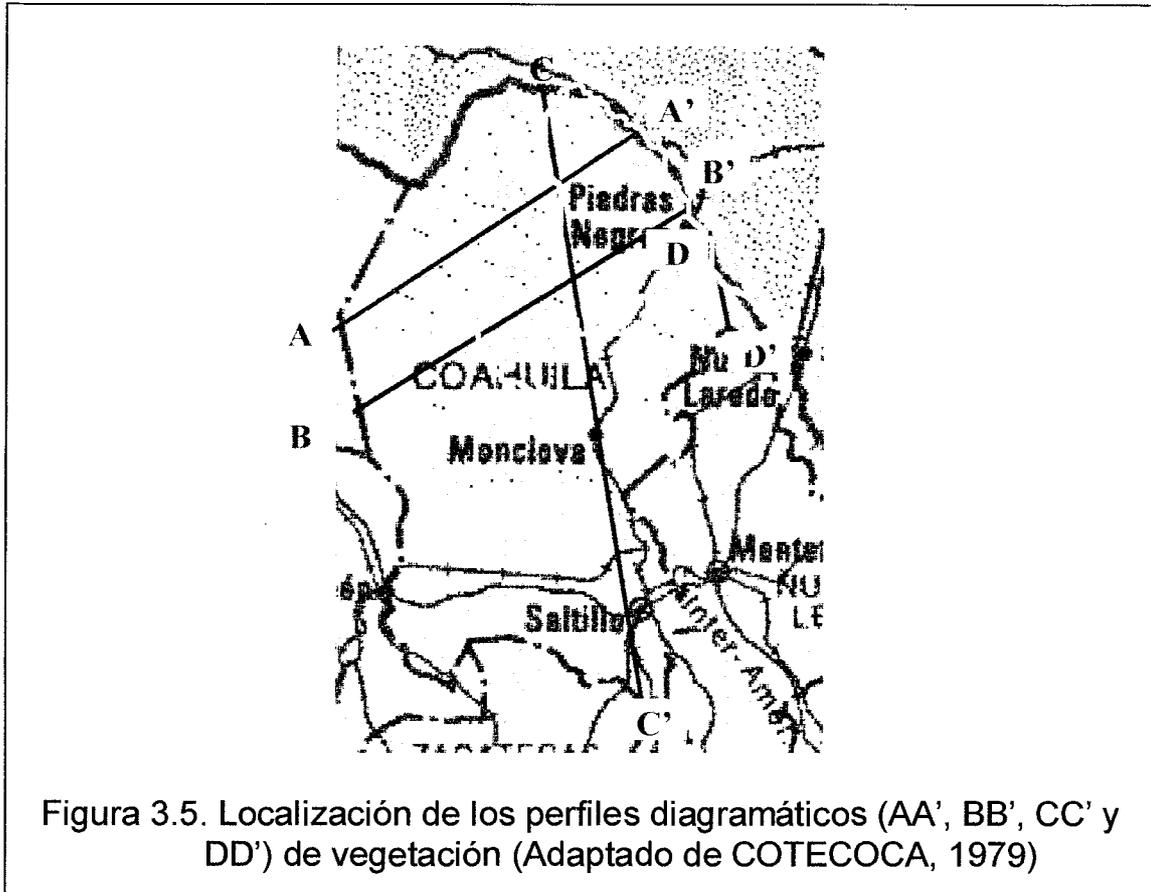


Figura 3.4. Tipo de vegetación 25 Matorral Espinoso Tamaulipeco (Adaptado de INEGI, 1999a)

En un enfoque todavía más cercano, específicamente en el Estado de Coahuila, se identifica el MTC, formado en su mayor parte por comunidades vegetales denominadas Matorral Mediano Espinoso, Matorral Mediano Subespinoso, Matorral Alto Espinoso, Bosque Latifoliado Esclerifolio Caducifolio y Matorral Crasicaule (COTECOCA, 1979).

Las comunidades vegetales mencionadas son representadas en los perfiles diagramáticos de COTECOCA (Figura 3.5), de los cuales se presenta a manera de ejemplo, la fracción al detalle del perfil A-A', que cruza la región del MTC (Figura 3.6). El conjunto de información representada por los perfiles diagramáticos de COTECOCA es la expresión del enfoque más detallado que se tiene sobre el MTC, no obstante que de acuerdo con la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro [UAAAN], 1999, existen estudios más recientes sobre inventarios florísticos, pero que se encuentran en la cuenca Burgos dentro del Estado de Nuevo León.

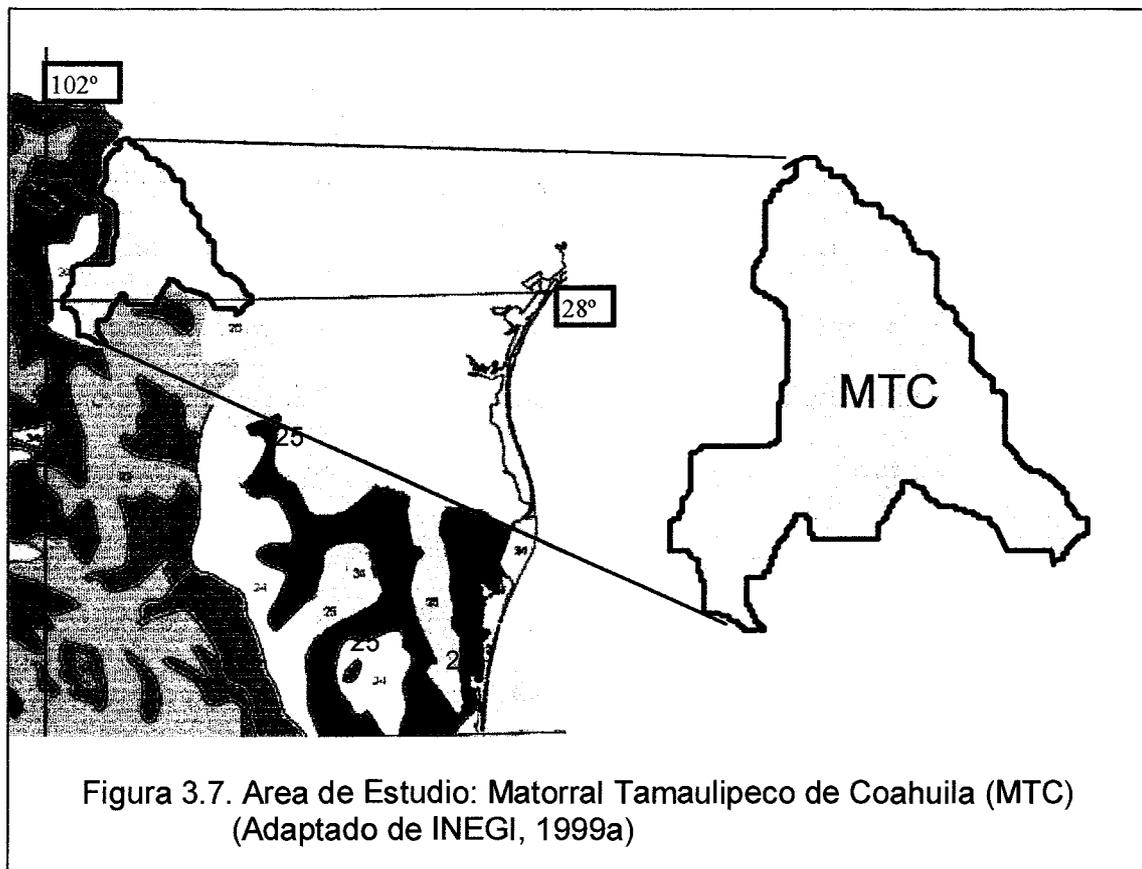
Por otra parte se menciona que la vegetación potencial en las Planicies del Sur de Texas es altamente productiva de zacatal o sabana. Esta vegetación es una asociación de *Stipa-Bouteloua* en las planicies desérticas y una asociación de *Aristida-Bouteloua* en la región oeste del sur de Texas. Sin embargo, se considera que actualmente los rancheros de la región enfrentan un severo problema debido a las invasiones de chaparral, mezquite, encinos, cactus y varias acacias. En este sentido, se plantea que el sur de Texas soporta uno de los problemas más diversos y difíciles de administrar en todo el Estado (Scifres, 1980).



Dentro del MTC como área de estudio, para poder formar un modelo de vegetación como base para desarrollar el modelo de simulación, es necesario describir el área de estudio y sus principales características, como es el caso del clima, el suelo y la vegetación, descritos en los siguientes párrafos.

Area de Estudio

El área de estudio se limita a la región que ocupa el Matorral Espinoso Tamaulipeco que se localiza en el noreste del Estado de Coahuila, del cual aquí se obvia la palabra *espinoso* y se denomina Matorral Tamaulipeco de Coahuila, que como ya se ha señalado, se abrevia por las siglas MTC. Se localiza entre los 99° y 102° de longitud Oeste, y entre los 27° y 30° de latitud norte (Villarreal y Valdés, 1993; United States Department of Commerce [USDC], 1979; Comisión de Estudios del Territorio Nacional [CETENAL], 1975 y Muller, 1947) (Figura 3.7).



Los pies de monte de la Sierra del Carmen y la Sierra Madre Oriental gradualmente dan acceso a las Planicies de la Costa del Golfo, que en Coahuila son de alta elevación relativa, promediando alrededor de 400 metros. Esta elevación se va perdiendo hacia el norte con la gran Planicie del Río Grande, la cual predomina como un verdadero desierto. El este central de Coahuila, sin embargo, tiene poco en común con los desiertos central y del oeste de Coahuila; está mucho más relacionado con el sur de Texas, norte de Nuevo León y norte de Tamaulipas. La vegetación de ésta área, incluyendo el bien conocido *brush country* del sur de Texas, es una formación igual en grado a la vegetación arbustiva del Desierto Chihuahuense en el oeste de Chihuahua y en el este de Coahuila. El Matorral Espinoso Tamaulipeco ocupa una área de planicies y bajos lomeríos similares en varios aspectos a la topografía del matorral en el Desierto Chihuahuense al oeste de las montañas, pero con tres diferencias importantes: más baja elevación, mayor precipitación y más exposición a los vientos del Golfo de México (Muller, 1947).

En ésta escala de espacio y para los fines del presente estudio, el MTC se considera uniforme en todas sus características, sin embargo cabe mencionar, que conforme se profundice más en la región de estudio, se encontrarán diferencias de clima, suelos, especies de cada organismo, economías, ranchos, e incluso de culturas; de tal manera que al llegar a escalas más específicas en estudios que surjan a partir de éste, se requerirá de hacer submuestreos en el MTC.

Clima

Se refiere al mayor régimen de resistencia de la atmósfera, representada por una combinación de las condiciones del tiempo día a día y de los elementos atmosféricos por un largo periodo de tiempo (Trewartha, 1968). Es el conjunto de condiciones atmosféricas a que está sometida una región determinada (Oteiza, 1985). Son las condiciones ambientales ordinarias de una región (Chiras, 1991 y Nebel y Wright, 1996). En la región de estudio el tipo de clima predominante es el seco o desértico (BS_0) y el semiárido o semidesértico (BS_1). Se caracteriza por la presencia de lluvia escasa, que varía de 400 a 700 mm con mala distribución a lo largo del año y errática. La temperatura media anual oscila entre 18 y 22° C, por lo que el clima además se considera como cálido. Durante el invierno se presentan heladas y es común que se presenten años de sequía (Rodríguez *et al.*, 1998). En el Cuadro 3.1, se presenta un concentrado de datos sobre el clima, obtenido de diferentes bibliografías, cuya mayoría de datos coinciden.

Cuadro 3.1. Clima en el noreste de Coahuila

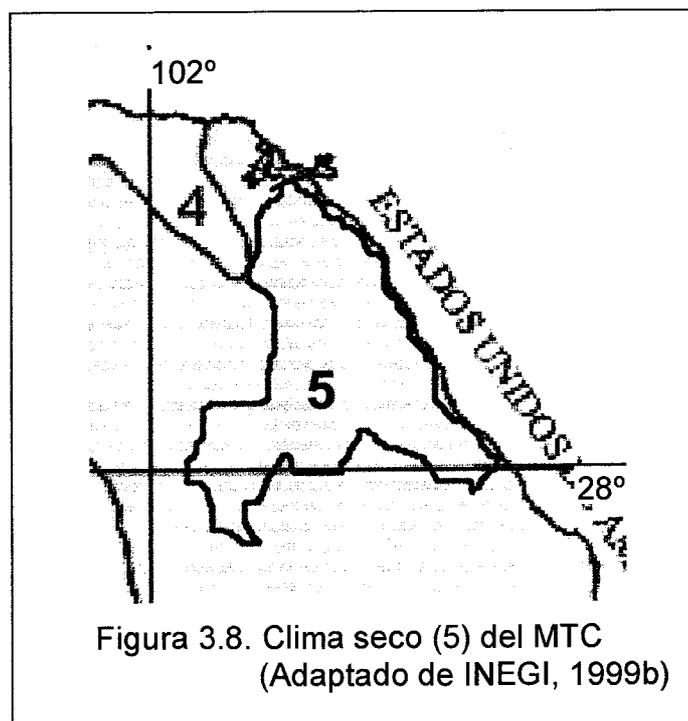
FUENTE	COMPONENTE						
	LUGAR	TIPO	PP (mm)	T °C	H. R.	HELADAS	SEQUIA
CETENAL (1975)	V. HIDALGO, COAH.		452.84				
SARH (1979)	HIDALGO, COAH.	$BS_0(H')$	400-500	22 - 24		NOV-FEB.	
Villarreal y Valdés (1993)	COAHUILA		300-635	21			
Rodríguez <i>et al</i> (1998)	NORESTE DE COAHUILA	BS_0 y BS_1	400-700	18 y 22	BAJA 14JI-24Ag	INVIERNO	2, 3, + AÑOS CONTINUOS

La Secretaría de Fomento Agropecuario en Coahuila (SFA) (1997) editó un documento guía en el cual reúne toda la información meteorológica existente en el Estado de Coahuila, mismo que se arregló por factores del clima y por los promedios de cada mes en cada una de las 14 estaciones meteorológicas, con información disponible para la región del Matorral Tamaulipeco de Coahuila (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2. Temperatura y Precipitación en el MTC (adaptado del apéndice A)

MES	EN	FB	MZ	AB	MY	JN	JL	AG	SP	OC	NV	DC	σ
T° MAX	18.54	21.14	25.44	29.08	32.18	34.90	35.37	35.49	32.38	28.75	22.98	18.99	6.4
T° MIN	4.53	6.19	9.92	14.00	18.07	21.21	21.87	21.83	19.31	14.59	8.78	5.19	6.7
PP	17.83	21.35	14.70	40.18	68.40	60.53	46.04	39.34	89.22	39.69	19.64	19.85	23.0

De acuerdo con el INEGI, el clima correspondiente a la región de estudio es de tipo seco y se clasifica con el número cinco (Figura 3.8).

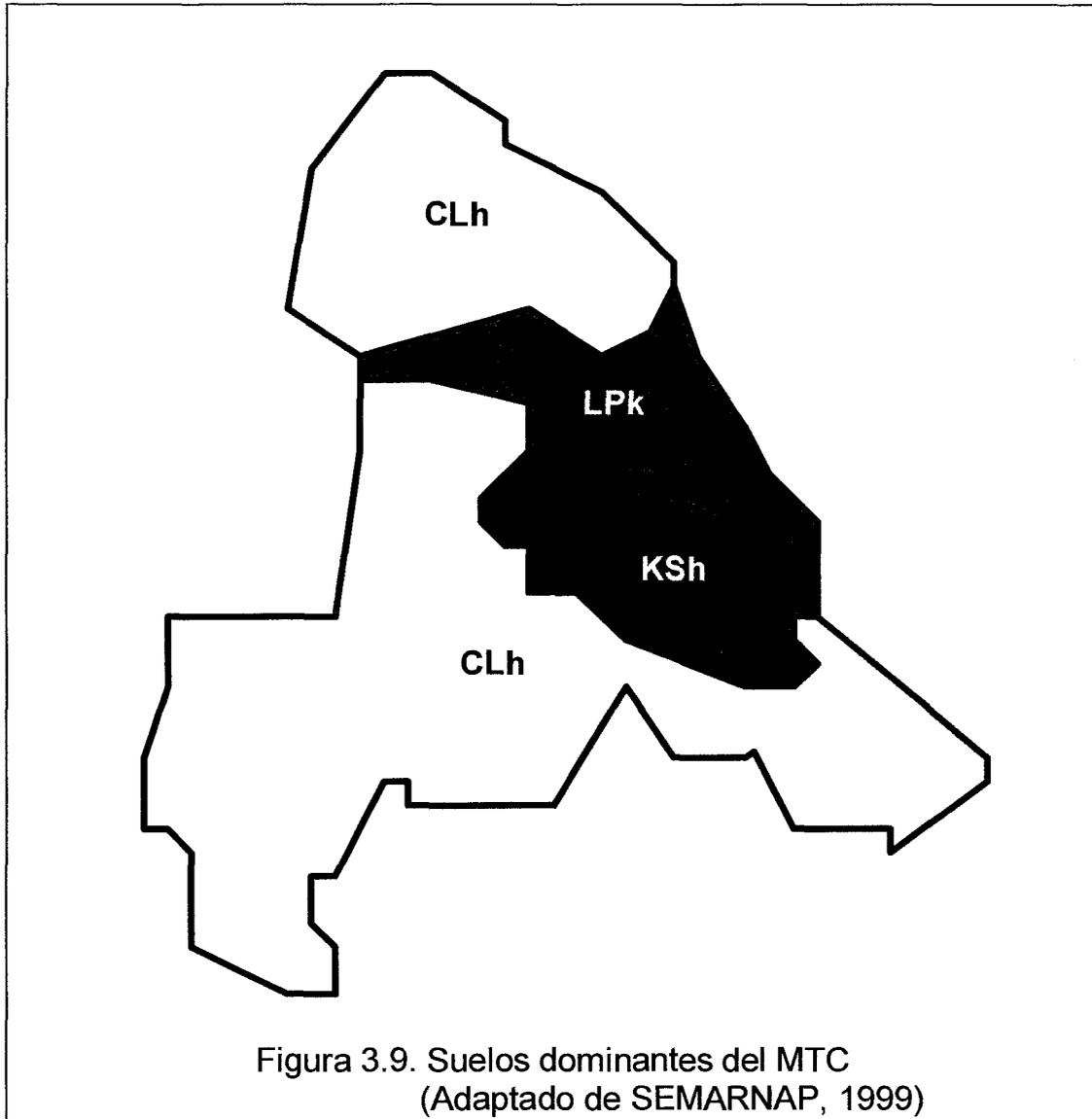


Suelo

Es el terreno en que viven o pueden vivir las plantas (RAE, 1984). Partiendo de información general, con observaciones locales de suelos, las unidades de suelo son Vertisoles Pélicos, Kastanozems Háplicos y Kastanozems Lúvicos, de mayor a menor proporción respectivamente, para la región del noreste de Coahuila (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 1972).

En la región del norte y noreste del Estado de Coahuila, los suelos del Matorral Tamaulipeco son gravosos, arenosos y profundos en los valles, a pedregosos y someros en lomeríos, usualmente con buen drenaje (Villarreal y Valdés, 1993). En el noreste de Coahuila, los suelos predominantes son los xerosoles y regosoles, caracterizados por ser profundos, de textura arcillosa a francoarenosa, cuyas coloraciones varían de café claro a café oscuro y de pH ligeramente alcalino a alcalino (Rodríguez *et al.*, 1998).

Desde el enfoque o perspectiva que se ha venido manejando en la descripción del estudio, el MTC cuenta con tres suelos dominantes: Calciso Háplico (CLh) al norte, al este y al sur, Leptosol Réndzico (LPk) en la parte central y Kastañozem Cálculo (KSk) en la parte central, bajo el área del LPk (SEMARNAP, 1999) apreciables en la Figura 3.9.



Los suelos calcisoles contienen acumulaciones de carbonato de calcio, los suelos leptosoles son delgados y débilmente desarrollados y los del tipo kastañosem, son suelos ricos en materia orgánica que tienen un color pardo (SEMARNAP, 1999). Cabe mencionar que el factor suelo no será considerado como un elemento más en el modelo, en vista de que implicaría efectuar todo un submodelo y para lo cual existe aún menos información que la disponible para los demás elementos estudiados.

Vegetación

Es el conjunto de los vegetales propios de un paisaje o región existentes en un terreno determinado (RAE, 1984). La descripción de la vegetación por los diferentes autores citados al principio coincide, sin embargo su enfoque sobre la administración de la misma es diferente, por lo que la revisión posterior se inclina hacia los autores que se refieren específicamente al Matorral Espinoso Tamaulipeco, que como ya se ha señalado, en el tema del presente estudio se ha venido llamando simplemente Matorral Tamaulipeco, para hacer sencilla su descripción al considerar obvio lo espinoso de la mayoría de sus especies.

El Matorral Tamaulipeco está compuesto por una gran diversidad de arbustos de menos de 4m de altura, comunidades de hierbas silvestres, pastos nativos y algunas cactáceas como el nopal cacanapo (*Opuntia lindehimeri*) y el tasajillo (*Opuntia leptocaulis*). Este tipo de vegetación es el más común en el área, siendo algunas de sus especies características: chaparro prieto (*Acacia rigidula*), guajillo (*Acacia berlandieri*), cenizo (*Leucophyllum frutescens*), uña de gato (*Acacia greggi*), coyotillo (*Karwinskia humboldtiana*) y palo verde (*Cercidium floridum*), entre otras. Además de la vegetación natural, se presentan las áreas agrícolas y de pastizales cultivados e inducidos (Rodríguez *et al.*, 1998). El Matorral Tamaulipeco es una comunidad vegetal formada principalmente por los arbustos, entre los que destacan cenizos (*Leucophyllum frutescens*), palos verdes (*Cercidium texanum*), chaparros amargosos (*Castella*

texana), mezquites (*Prosopis sp*); y algunos componentes más, propios del matorral desértico micrófilo, como guajillos (*Acacia berlandieri*) y chaparros prietos (*Acacia amentaceae*), entre otros. En el matorral de las sierras y llanuras coahuilenses existen las siguientes especies de plantas: fresno *Fraxinus greggi*, palo blanco *Malpighia umbellata*, Cenizo *Leucophyllum frutescens*, chapote *Diospyros texana*, chaparro prieto *Acacia amentacea*, *Bahuinia ramosissima*, guajijillo *Acacia berlandieri*, palma *Yucca periculosa*, maguey *Agave sp*, nopal *Opuntia lindheimeri* y *Heliotropium angustifolium* (SPP, 1983).

Esta vegetación ha sido reconocida como una forma distinta de todos los otros tipos en los Estados Unidos y separada bajo el nombre de Semidesierto de Texas. El termino chaparral fue localmente aplicado a esta vegetación por los nativos y fue adaptado en 1937, en el sur de Texas. El uso de este termino aparenta contradicción desde ambos puntos, etimológico y práctico. En Español, el significado original de chaparral es un crecimiento de árboles de madera dura, con porte bajo y siempre verdes. La palabra fue de alguna u otra manera correctamente aplicada para la vegetación dominante de cobertura esclerofila de California y esta es aplicada por la misma razón para la cercanamente relacionada vegetación esclerofila de Nuevo León y Coahuila. Esta aplicación entonces, para un matorral espinoso semidesertico es inadecuada y errónea. Este matorral espinoso fue descrito en Nuevo León bajo el nombre de Crecimiento Arbustivo de las Planicies Costeras del Este. Obedeciendo a la descripción y localización de la parte central de esta

vegetación, se propone aplicarle el término Matorral Espinoso Tamaulipeco. La vegetación arbórea más abundante de este tipo general, en el extremo sur de Texas y especialmente en Tamaulipas, puede ser denominada *Bosque Espinoso Tamaulipeco* (Muller, 1947). Sin embargo, en la cartografía oficial clasifican la vegetación arbustiva y arbórea de esta región solo con los nombres de Matorral Espinoso Tamaulipeco y Mezquital (INEGI, 1999a).

En el Matorral Espinoso Tamaulipeco la baja elevación, la mayor precipitación y la exposición a los vientos del Golfo de México, en comparación con el matorral del desierto chihuahuense, son diferencias de hábitat que están correlacionadas con el desarrollo de una vegetación caracterizada por la más alta presencia de especies espinosas, mayor abundancia de gramíneas y crecimiento de arbustos más exuberante y denso. Las especies características son mucho más numerosas que en el desierto, la flora es mucho más rica en especies totales y el número de variantes o fases en la formación de la vegetación es en comparación más alta. Estas variantes no son clasificadas excepto en aquellos casos en que se requiere por la descripción de las fases del matorral más prominentes de Coahuila. Esto no es considerado como una caracterización en la formación del Matorral Espinoso Tamaulipeco en su totalidad, si no como una indicación que requiere un tratamiento separado (Muller, 1947) como es el estudio de la UAAAN (1999) en el Estado de Nuevo León, sobre densidad y cobertura, o los de Villarreal y Valdés (1993) en el Estado de Coahuila, o incluso como los de COTECOCA (1979) en el noreste de México.

Admitiendo que varias especies son características del Matorral Espinoso Tamaulipeco y que siendo aun localmente dominantes en esa formación, son también comunes en el matorral desértico; el matorral espinoso es distinguido claramente por varios constituyentes distintivos, parte de ellos son los siguientes:

<i>Acacia amentacea</i> DC.	<i>Cercidium floridum</i> Benth.
<i>A. berlandieri</i> Benth.	<i>Lippia ligustrina</i> (Lag.) Britt.
<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berl.) Johnst.	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.
<i>Porlieria angustifolia</i> (Engelm.) A. Gray	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	<i>Castela texana</i> (Torr. & Gray)
<i>Prosopis glandulosa</i> Torr.	<i>Lantana camara</i> L.
<i>Cordia boissieri</i> DC.	<i>Schaefferia cuneifolia</i> A. Gray

No obstante especies importantes mezcladas en ambas formaciones son *Celtis pallida*, *Opuntia leptocaulis*, *Condalia lycioides*, *Jatropha dioica*, *Koeberlinia spinosa*, *Opuntia imbricata*, *Agave lecheguilla* y *Microrhamus ericoides*. Más aún *Larrea* y *Flourensia* se filtran sobre la Planicie Costera de la gran Planicie del Río Grande y cruzan las montañas donde estas son interrumpidas por sistemas de erosión. También son asociadas con el Matorral Espinoso Tamaulipeco las siguientes especies:

<i>Lycium berlandieri</i> Dunal	<i>Foresiera angustifolia</i> Torr
<i>L. pallidum</i> Miers	<i>Cotharexylum berlandieri</i> Robinson
<i>Eysenhardtia texana</i> Scheele	<i>Salvia ballotaeflora</i> Benth.
<i>Sophora secundiflora</i> (Ortega) Lag.	<i>Leucophyllum minus</i> A. Gray
<i>Bernardia myricifolia</i> (Scheele) S. Wats.	<i>Viguiera stenoloba</i> Blake
<i>Condalia obovata</i> Hook.	<i>Yucca australis</i> (Engelm.) Trel.
<i>Bumelia inuginosa</i> (Michx.) Pers.	<i>Y. rostrata</i> Engelm.
<i>Diospyros texana</i> Scheele	<i>Opuntia lindheimeri</i> Engelm.

En el Matorral Espinoso Tamaulipeco las gramíneas son completamente abundantes y con frecuencia la vegetación asume características de un zacatal bien desarrollado, pero esto no es evidente en Coahuila. Los zacates *Bouteloua trifida* Thurb., *Hilaria Belangeri* (Steud.) Nash, y *Aristida purpurea* Nutt. son los más abundantes. Localmente *Andropogon scopiaris* Michx., *A. saccharoides* Swartz, *Chloris virgata* Swartz, *Buchloe dactyloides* (Nutt.) Egel., y otros son importantes. Las herbáceas perennes son más obvias aquí que en el matorral desértico. Las compuestas, *Croton* y *Verbena* son abundantes (Muller, 1947). No obstante, destacan las leguminosas como una familia de mayor diversidad florística y, por ende, las especies que la forman son las más aprovechadas como plantas útiles (Alanís, 1993).

Las fases de matorral espinoso observadas en el este de Coahuila, incluyen la transición del matorral desértico, en el cual ambos *Larrea* y *Flourensia* son importantes en alguna de las dos áreas de suelos, rocosa o profunda, así como varias fases del verdadero matorral espinoso. Sobre suelos húmedos, cubriendo rocas que consisten principalmente de carbonato de calcio, se encuentran *Acacia berlandieri*, *A. amantacea*, *Leucophyllum frutescens*, *porlieria angustifolia*, *Opuntia spp* y *Jatropha dioica*, estas especies se encuentran junto con las especies que destacan como obvias. En suelos profundos existen distribuciones con porciones de *Bouteloua trifida* e *Hilaria belangeri* alternadas con *Prosopis*, *Opuntia*, *Castela* y algunas de las especies listadas en mayor número. Los suelos aluviales profundos, especialmente adyacentes a los ríos, pueden soportar una rica flora de gramíneas formando

una mayor porción de la superficie, que junto con los arbustos y árboles pequeños aparentan ser una sabana. En sitios muy rocosos los arbustos pueden estar totalmente desarrollados como aquellos del desierto, mientras que en altas elevaciones lo exuberante de los arbustos y la introducción de especies adicionales tiende a desarrollar el denominado Matorral Piedmont (Muller, 1947).

En el MTC, la asociación más frecuente es la de *Acacia rigidula-Leucophillum frutescens-Prosopis glandulosa*, con elementos de *Parthenium incanum* en las regiones de la porción oeste y *Cordia boissieri* en las regiones hacia el este. Otros arbustos o árboles pequeños son los siguientes: *Cercidium macrum*, *Guacimum angustifolium*, *Celtis pallida*, *Karwinskia humboldtiana*, *Acacia farnesiana*, *Castela erecta*, *Acacia constricta*, *Ziziphus obstufolia*, *Opuntia lindheimeri*, *Lycium berlandieri*, *Opuntia leptocaulis*, *Forestiera angustifolia*, *Diospyros texana* y *Colubrina texensis*. En el estrato herbáceo son frecuentes las gramíneas en comunidades abiertas o protegidas entre los arbustos; las más frecuentes son: *Aristida purpurea*, *Bouteloua curtipendula*, *Aristida adscencionis*, *Tridens muticus*, *Bouteloua trifida*, *Sporobolus cryptandrus*, *Hilaria belangeri*, *Cenchrus ciliaris*, *Buchloe dactiloydes* y *Chloris pluriflora*, (Villarreal y Valdés, 1993).

Las comunidades vegetales que cubren la región del MTC, denominadas Matorral Mediano Espinoso, Matorral Mediano Subespinoso, Matorral Alto Espinoso y Bosque Latifoliado Esclerifolio Caducifolio (COTECOCA, 1979), son descritas en los siguientes párrafos.

BANCO DE TESIS

El Matorral Mediano Espinoso está formado por un conjunto de arbustos medianos, de 1 a 2 m de altura, provistos de espinas y con hojas pequeñas. En el Estado de Coahuila se localiza principalmente en los municipios del noreste, las principales especies que caracterizan a ésta comunidad vegetal son las siguientes: chaparro prieto *Acacia rigidula*, guajillo *A. berlandieri*, mezquite *Prosopis juliflora*, chaparro amargoso *Castela texana*, guayacán *Porlieria angustifolia*, cenizo *Leucophyllum texanum*, huizache *Acacia farnesiana*, mezquite *Prosopis glandulosa*, chaparro *Mimosa biuncifera*, gatuño *Acacia greggii*, granjenos *Celtis spinosa* y *C. pallida*, zacate galleta *Hilaria jamesii* y coyotillo *Karwinskia humboldtiana* (COTECOCA, 1979).

El Matorral Mediano Subespinoso está formado por un conjunto de especies arbustivas de 1 a 2 m de altura, siendo del 60 al 75 por ciento de ellas espinosas y del 25 al 40 por ciento especies inermes y con hojas pequeñas. Se localiza en la región este del Estado. Las especies que caracterizan a esta comunidad son las siguientes: mezquite *Prosopis glandulosa*, gobernadora *Larrea tridentata*, guajillo *Acacia berlandieri*, chaparro amargoso *Castela texana*, cruceto *Condalia lycioides*, panalero *Schaefferia cuneifolia*, junco *Koeberlinia spinosa*, retamá *Cercidium floridum*, hojasén *Flourensia cernua*, guayacán *Porlieria angustifolia*, cenizo *Leucophyllum texanum*, gatuño *Acacia greggii*, sotol *Dasyllirion cedrosanum*, palma *Yucca treculeana*, tata lencho *Selloa glutinosa*, coyotillo *Karwinskia humboldtiana* y nopales *Opuntia spp* (COTECOCA, 1979).

El Matorral Alto Espinoso está formado por un conjunto de arbustos altos, de más de 2.00 metros de altura, provistos de espinas y con hojas o foliolos pequeños. Se localiza en regiones del este, noreste y centro del Estado. Las principales especies que caracterizan a esta comunidad vegetal son el mezquite *Prosopis juliflora* y el huizache *Acacia farnesiana* (COTECOCA, 1979).

El Bosque Latifoliado Esclerofilo Caducifolio, se localiza en regiones del norte, centro, noreste y este del Estado. Se caracteriza por las siguientes especies: encinos *Quercus spp.* y navajita *Bouteloua curtipendula* (COTECOCA, 1979).

En la subcuenca 24E, de la cuenca Burgos en el noreste de México, específicamente para la vegetación correspondiente al Matorral Tamaulipeco, se obtuvieron los siguientes datos a partir de un muestreo por cuadrantes: especie, densidades, cobertura, diámetro, dominancia, frecuencias y otros valores (UAAAN, 1999). No obstante que el estudio mencionado obtuvo varios datos hasta llegar al índice de Shannon, para el presente trabajo se considera que los datos mas útiles son los de especie, dominancia relativa y densidad relativa. Estos valores son apreciables en el Cuadro 3.3, la información total se presenta en el apéndice.

Cuadro 3.3. Inventario florístico, Cuenca Burgos (24E), Matorral Tamaulipeco (Adaptado de UAAAN, 1999)

ESPECIE	DOMINANCIA RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA
<i>Acacia berlandieri</i>	0.192	0.35987
<i>Acacia farnesiana</i>	0.509	0.89969
<i>Acacia greggii</i>	0.001	0.04498
<i>Acacia rigidula</i>	6.846	2.15924
<i>Allowissadula lozanii</i>	0.001	0.08997
<i>Amaranthus hybridus</i>	0.046	1.93432
<i>Ambrosia confertiflora</i>	3.567	15.20468
<i>Aristida adscensionis</i>	5.802	4.36347
<i>Bacharis salicina</i>	0.008	0.04498
<i>Castela texana</i>	0.053	0.40486
<i>Condalia spatulata</i>	0.064	0.76473
<i>Cooperia drummondii</i>	0.000	0.94467
<i>Croton potsii</i>	0.078	1.12461
<i>Echinocereus eneacanthus</i>	0.044	0.53981
<i>Evolvulus alsinoides</i>	0.000	0.26991
<i>Eysenhardtia texana</i>	0.001	0.08997
<i>Guaiacum angustifolium</i>	0.057	0.76473
<i>Hypericum pauciflorum</i>	0.018	0.85470
<i>Jatropha dioica</i>	0.011	1.43950
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.882	0.49483
<i>Lantana macropoda</i>	0.000	0.04498
<i>Mammillaria heyderi</i>	0.000	0.04498
<i>Melampodium cinereum</i>	0.001	0.35987
<i>Molugo verticillata</i>	0.000	0.49483
<i>Opuntia leptocaulis</i>	0.119	0.26991
<i>Opuntia lindheimeri</i>	0.505	0.94467
<i>Parthenium hysterophorus</i>	0.000	0.04498
<i>Pennisetum ciliare</i>	79.969	56.41026
<i>Phaulothamnus spinescens</i>	0.093	0.22492
<i>Phyla nodiflora</i>	0.037	0.62978
<i>Polanissia dodecandra</i>	0.001	0.35987
<i>Portulaca mundula</i>	0.007	1.30454
<i>Prosopis glandulosa</i>	0.482	0.62978
<i>Rivinia humilis</i>	0.055	0.31489
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	0.003	0.62978
<i>Talinum angustissimum</i>	0.000	0.08997
<i>Tidestromia lanuginosa</i>	0.445	3.41880
<i>Yucca treculeana</i>	0.011	0.13495
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	0.094	0.85470
TOTAL	100	100

En el cuadro anterior, se distingue la predominancia de arbustivas, así como la escasez de gramíneas y otras herbáceas en la Cuenca Burgos. Se aprecia la mayor dominancia relativa por el zacate *Pennisetum ciliare* y por el arbusto *Acacia rigidula*, al que le sigue *Aristida adscensionis* como zacate, *Ambrosia confertiflora* como principal hierba y *Opuntia lindheimeri* como principal cactácea. En cuanto a densidad relativa sobresale también *Pennisetum ciliare* como zacate y *Acacia rigidula* como arbusto, *Ambrosia confertiflora* como herbácea y *Opuntia lindheimeri* como cactácea. Cabe mencionar que de acuerdo con este inventario, en la región que representa no existen las plantas arbóreas, principalmente *Quercus* spp, que otros estudios citados anteriormente mencionan para la región específica del MTC.

En este contexto, concretamente la vegetación del MTC es la porción de la superficie del noreste de Coahuila, México, cubierta por las plantas que constituyen las comunidades y asociaciones de especies arbóreas, arbustivas, agavaceas, cactáceas, gramíneas y otras herbáceas o subarbustos, con las características generales que se pueden apreciar en la síntesis presente en el Cuadro 3.4.

Entre los diversos autores se presenta un común denominador en cuanto a los diversos géneros y especies que cada autor identificó en el Matorral Tamaulipeco. Estos son presentados en el Cuadro 3.5 y señalados con color amarillo.

Cuadro 3.4. Características generales de las plantas en el MTC

ARBUSTIVAS Y ARBOREAS
<p>Gran diversidad de arbustos menores de 4m de altura y algunas cactáceas (Muller, 1947 y Rodríguez <i>et al.</i>, 1998).</p> <p>Se trata de una comunidad vegetal formada principalmente por los arbustos, entre los que destacan cenizos (SPP, 1983). El Matorral Mediano Espinoso está formado por un conjunto de arbustos medianos, de 1 a 2 m de altura, provistos de espinas y con hojas pequeñas. El Matorral Mediano Subespinoso está formado por un conjunto de especies arbustivas de 1 a 2 m de altura, siendo del 60 al 75% de ellas espinosas y, del 25 al 40% especies inermes y con hojas pequeñas. El Matorral Alto Espinoso está formado por un conjunto de arbustos altos, de más de 2.00 metros de altura, provistos de espinas y con hojas o folíolos pequeños (COTECOCA, 1979).</p>
GRAMINEAS
<p>En el estrato herbáceo son frecuentes las gramíneas en comunidades abiertas o protegidas entre los arbustos (Villarreal y Valdés, 1993). Son zacates nativos (Rodríguez <i>et al.</i>, 1998) en mayor abundancia (Muller, 1947).</p> <p>Las gramíneas son completamente abundantes y con frecuencia la vegetación asume características de un zacatal bien desarrollado, pero esto no es evidente en Coahuila. Los suelos aluviales profundos, especialmente adyacentes a los ríos, pueden soportar una rica flora de gramíneas formando una mayor porción de la superficie, que junto con los arbustos y árboles pequeños aparentan ser una sabana. En altas elevaciones lo exuberante de los arbustos y la introducción de especies adicionales tiende a desarrollar el denominado Matorral Piedmont (Muller, 1947).</p>
HERBACEAS
<p>Comunidades de hierbas silvestres (Rodríguez <i>et al.</i>, 1998)</p> <p>Las herbáceas perennes son mucho más obvias aquí que en el matorral desértico, son particularmente abundantes (Muller, 1947).</p>

Cuadro 3.5. Géneros y especies en el Matorral Tamaulipeco

Muller, 1947 Coahuila	COTECOCA, 1979 Coahuila	SPP, 1983	Villarreal y Valdés, 1993 Coahuila	Rodríguez et al. 1998	UAAAN, 1999 Burgos, NL.
<i>Acacia armentacea</i>	<i>Acacia berlandieri</i>	<i>Acacia armentacea</i>	<i>Acacia constricta</i>	<i>Acacia berlandieri</i>	<i>Acacia berlandieri</i>
<i>Acacia berlandieri</i>	<i>Acacia farnesiana</i>	<i>Acacia berlandieri</i>	<i>Acacia farnesiana</i>	<i>Acacia greggii</i>	<i>Acacia farnesiana</i>
<i>Acacia farnesiana</i>	<i>Acacia greggii</i>	<i>Agave sp</i>	<i>Acacia rígida</i>	<i>Acacia rígida</i>	<i>Acacia greggii</i>
<i>Agave lecheguilla</i>	<i>Acacia rígida</i>	<i>Bahulinia ramosissima</i>	<i>Aristida adscensionis</i>	<i>Cercidium floridum</i>	<i>Acacia rígida</i>
<i>Andropogon saccharoides</i>	<i>Bouteloua curtipendula</i>	<i>Castela texana</i>	<i>Aristida purpurea</i>	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	<i>Allowissadula lozani</i>
<i>Andropogon scopiaris</i>	<i>Castela texana</i>	<i>Cercidium texanum</i>	<i>Bouteloua curtipendula</i>	<i>Leucophyllum frutescens</i>	<i>Amaranthus hybridus</i>
<i>Aristida purpurea</i>	<i>Celtis pallida</i>	<i>Diospyros texana</i>	<i>Bouteloua trifida</i>	<i>Opuntia leptocaulis</i>	<i>Ambrosia confertiflora</i>
<i>Bernardia myricifolia</i>	<i>Celtis spinosa</i>	<i>Fraxinus greggii</i>	<i>Buchbe dactiloides</i>	<i>O. lindeheimeri</i>	<i>Aristida adscensionis</i>
<i>Bouteloua trifida</i>	<i>Cercidium floridum</i>	<i>Heliotropium angustifolium</i>	<i>Castela erecta</i>		<i>Bacharis salicina</i>
<i>Buchbe dactyloides</i>	<i>Condalia lycioides</i>	<i>Leucophyllum frutescens</i>	<i>Celtis pallida</i>		<i>Castela texana</i>
<i>Bumelia Inuginosa</i>	<i>Dasyliiron cedrosanum</i>	<i>Malbigia umbellata</i>	<i>Cenchrus ciliaris</i>		<i>Cordalia spatulata</i>
<i>Castela texana</i>	<i>Flourensia cernua</i>	<i>Opuntia lindeheimeri</i>	<i>Cercidium macrum</i>		<i>Cooperia drummondii</i>
<i>Celtis pallida</i>	<i>Hilaria jamesii</i>	<i>Prosopis sp</i>	<i>Colubrina texensis</i>		<i>Croton potsii</i>
<i>Cercidium floridum</i>	<i>Huizache</i>	<i>Yucca periculosa</i>	<i>Cordia boissieri</i>		<i>Echinocereus enneacanthus</i>
<i>Condalia lycioides</i>	<i>Karwinskia humboldtiana</i>		<i>Chloris pluriflora</i>		<i>Evolvulus alsinoides</i>
<i>Condalia obovata</i>	<i>Koerberlinia spinosa</i>		<i>Diospyros texana</i>		<i>Eysenhardtia texana</i>
<i>Cordia boissieri</i>	<i>Larrea tridentata</i>		<i>Forestiera angustifolia</i>		<i>Guaiacum angustifolium</i>
<i>Cotharexylum berlandieri</i>	<i>Leucophyllum texanum</i>		<i>Guacimum angustifolium</i>		<i>Hypericum pauciflorum</i>
<i>Croton</i>	<i>Mimosa biuncifera</i>		<i>Hilaria belangeri</i>		<i>Jatropha dioica</i>
<i>Chloris virgata</i>	<i>Opuntia spp</i>		<i>Karwinskia humboldtiana</i>		<i>Karwinskia humboldtiana</i>
<i>Diospyros texana</i>	<i>Portleria angustifolia</i>		<i>Leucophyllum frutescens</i>		<i>Lantana macropoda</i>
<i>Eysenhardtia texana</i>	<i>Prosopis glandulosa</i>		<i>Lyctium berlandieri</i>		<i>Mammillaria heyderi</i>
<i>Flourensia</i>	<i>Prosopis juliflora</i>		<i>Opuntia leptocaulis</i>		<i>Melampodium cinereum</i>
<i>Forestiera angustifolia</i>	<i>Quercus spp</i>		<i>Opuntia lindeheimeri</i>		<i>Molugo verticillata</i>
<i>Hilaria belangeri</i>	<i>Schaefferia cuneifolia</i>		<i>Parthenium incanum</i>		<i>Opuntia leptocaulis</i>
<i>Jatropha dioica</i>	<i>Selloa glutinosa</i>		<i>Prosopis glandulosa</i>		<i>Opuntia lindeheimeri</i>
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	<i>Yucca treculeana</i>		<i>Sporobolus cryptandrus</i>		<i>Parthenium hysterophorus</i>
<i>Koerberlinia spinosa</i>			<i>Tridens muticus</i>		<i>Pennisetum ciliare</i>

..... Continuación

Muller, 1947 Coahuila	COTECOCA, 1979 Coahuila	SPP, 1983	Villarreal y Valdés, 1993 Coahuila	Rodríguez et al. 1998	UAAAN, 1999 Burgos, NL.
<i>L. pallidum</i> Miers			<i>Ziziphus obtusifolia</i>		<i>Phaulothamnus spinescens</i>
<i>Lantana camara</i>					<i>Phyla nodiflora</i>
<i>Larrea</i>					<i>Polanisia dodecandra</i>
<i>Leucophyllum frutescens</i>					<i>Portulaca mundula</i>
<i>Leucophyllum minus</i>					<i>Prosopis glandulosa</i>
<i>Lippia ligustrina.</i>					<i>Rivinia humilis</i>
<i>Lycium berlandieri</i>					<i>Solanum elaeagnifolium</i>
<i>Microrhamnus ericoides</i>					<i>Talinum angustissimum</i>
<i>Opuntia imbricata</i>					<i>Tidestromia lanuginosa</i>
<i>Opuntia leptocaulis</i>					<i>Yucca treculeana</i>
<i>Opuntia Lindheimeri</i>					<i>Ziziphus obtusifolia</i>
<i>Opuntia spp</i>					
<i>Parkinsonia aculeata</i>					
<i>Portiera angustifolia</i>					
<i>Prosopis glandulosa</i>					
<i>Salvia ballotaeflora</i>					
<i>Schaefferia cuneifolia</i>					
<i>Sophora secundiflora</i>					
<i>Verbena</i>					
<i>Viguiera stenoloba</i>					
<i>Y. rostrata</i> Engelm					
<i>Yucca australis</i>					

Las plantas que representan el común denominador mencionado son:

Acacia berlandieri
Acacia farnesiana
Acacia greggii
Acacia rigidula
Castela texana
Celtis pallida
Cercidium floridum
Diospyros texana
Karwinskia humboldtiana
Leucophyllum frutescens
Opuntia lindheimeri
Prosopis glandulosa
 Zacates
 Hierbas

Considerando que los autores citados no coinciden en los géneros y especies de las gramíneas en sus inventarios y que la información del Cuadro 3.3 es el inventario más cercano en tiempo y en espacio al MTC, además de que dicho inventario presenta solo dos gramíneas de las cuales sobresale *Pennisetum ciliare* (una especie introducida) en éste estudio se le considera a las gramíneas no por genero y especie, sino por el rubro denominado *zacates*. Respecto a las herbáceas restantes a los zacates, son aún menos coincidentes los inventarios reportados por los autores, por lo que se les denomina bajo el rubro de *hierbas*, dentro de las cuales sobresale la familia de las compuestas.

Las plantas del común denominador son utilizadas aquí para representar la vegetación del MTC, mismas cuyas características taxonómicas se presentan en los siguientes párrafos. Posteriormente, en el capítulo de resultados, se presenta un modelo de vegetación en el MTC, formado de toda la información y de la descripción siguiente realizada para cada especie.

Acacia

Arbustos o árboles pequeños o raramente subarbustos o aún hierba perennes, diversificadamente con espinas estipulares o recubiertas de espina o desprotegidas; hojas dobles pinnadamente compuestas con uno o varios pares de pinnas y generalmente numerosos folíolos; flores muy pequeñas, de blancas a amarillas, generalmente en las corto-pedunculadas algunas cabeza florecidas. Estambres numerosos (20 a 100) por flor, todos salen separados en mayor grado en la parte superior de la copa floral; fruta de un puntual a un tardío crecimiento dehiscente -a delgado- de una vaina cubierta (Correll y Johnston, 1979; Font, 1953; Blackmore, 1984 y Webster, 1981).

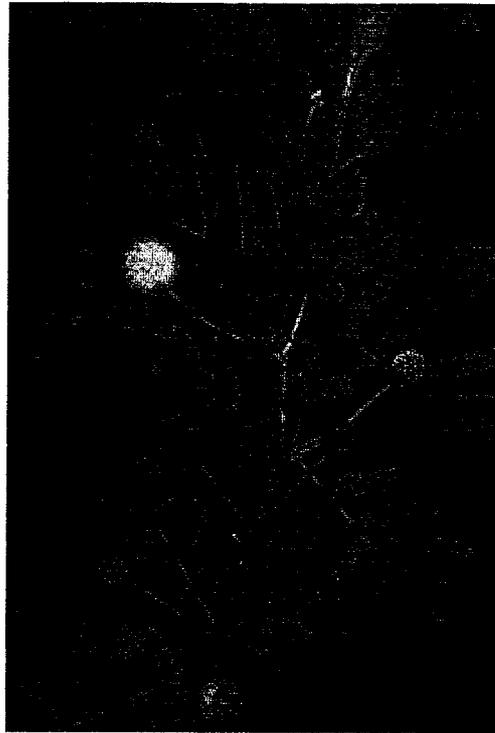
Es un género con alrededor de 600 especies ampliamente distribuida en las partes cálidas del mundo. En Texas se cuenta con algunas valiosas como los arbustos, especialmente el guajillo. Las acacias son excelentes plantas melíferas (Correll y Johnston, 1979; Font, 1953; Blackmore, 1984, Webster, 1981). A continuación se describen dos de las cuatro especies.

Acacia farnesiana (L.) Willd. Huisache. Arbustos o generalmente árboles pequeños de 2 a 4 metros de altura, frecuentemente con varios troncos dirigidos hacia arriba, es cónico en toda su forma, con una corona densamente bordeada y numerosos bordes cercanos armados con numerosas espinas (Correll y Johnston, 1979; Font, 1953; Blackmore, 1984 y Webster, 1981).

Es muy abundante en el sur de Texas, con algunas subespecies no denominadas. Es ampliamente utilizada en el viejo mundo como materia prima de fragancias para perfumes franceses (Correll y Johnston, 1979; Font, 1953; Blackmore, 1984 y Webster, 1981). Ver la Figura 3.10 (A).

Acacia rigidula Benth. Chaparro prieto. Arbustos de uno a tres metros de altura con corteza blanquecina en la mayoría de las ramas. Ramas numerosas y cortas, divaricatas, muy rígidas con estipulas o espinas blanquecinas; hojas verdes, usualmente con solo un par de pinnas y pocos pares de foliolos en cada una; foliolos de 6 a 15 mm, largos, glabros, oscuro verdosos; flores blanquecinas, en espigas de 1 cm; vainas casi tan gruesas como largas, de 6 a 8 cm de longitud y menos de 7 mm de ancho, no o solo están muy ligeramente constreñidas entre las semillas (Correll y Johnston, 1979; Font, 1953; Blackmore, 1984 y Webster, 1981). Ver la Figura 3.10 (B).

Esta especie fue equivocadamente conocida como *Acacia amantacea* DC., una especie del suroeste de México. Es abundante en las Planicies de Río Grande y en los Estados de San Luis Potosí, Veracruz, Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila. (Correll y Johnston, 1979; Font, 1953; Blackmore, 1984 y Webster, 1981).



A



B

Figura 3.10. *Acacia farnesiana* (L.) Willd (A). Y *Acacia rigidula* Benth (B)
(Adaptado de Chihuahuan Desert, 2000 y University of Connecticut, 2001)

Castela

Genero de la familia *Simaroubaceae*, representa arboles o arbustos espinosos con corteza generalmente delgada, la mayoría son dioicas, bracteas más o menos pubescentes; hojas alternadas, simples o pinnadas, sin manchas. Flores perfectas o unisexuales, nacidas en grupos axilares, racimos o en paniculas o espigas; sépalos que contienen de 3 a 8 pétalos (algunas veces ausentes); estambres tantos o el doble de los sépalos, nacidos en la base de disco floral; varios frutos. Aproximadamente 120 especies en 20 géneros, la mayoría en regiones templadas o tropicales de ambos hemisferios (Correll y Johnston, 1970).

Castela texana. Chaparro amargoso. Arbusto polígamo-dioico con bracteas espinosas y espinas axilares, densamente con bracteas, cercano a 2 m de altura, las bracteas jóvenes con corteza intensamente delgada y de color blanco grisacea; hojas subsesiles, lineales-oblongas a lanceoladas, obtusas a agudas y mucronadas en el ápice. Flores de 3 a 4, solitarias, con pedicelo de 2 a 3 mm de longitud, color rojo a naranja en el contorno, amarillo en el centro sépalos y pétalos sostenidos por 4 bracteas; pétalos oblongos; 8 estambres, 4 carpelos. Se encuentra en barrancas de Colorado y del noreste de México (Correll y Johnston, 1970). Ver la Figura 3.11.



Figura 3.11. *Castela texana* (Adaptado de Texas A&M research and extension center, 2001)

Celtis

Arboles o arbustos, polygamo-monoicos, corteza gris, lisa, algunas veces con protuberancias de corcho; yemas de invierno pequeñas; hojas con peciolo largo, trinervadas en la base, completa o aserrada; flores con hojas en limbo tiernos; flores estaminadas en fascículos con respecto a la base; flores perfectas en mayor número, solitarias en las axilas de las hojas; cáliz pentadivido, persistente; estambres de 5 a 6; fruto una drupa ovoide con firme cubierta exterior, pulpa escasamente dulce y endocarpo con superficie pulida, maduración en otoño pero persistiendo después de la caída de las hojas (Correll y Johnston, 1979; Font, 1953; Blackmore, 1984 y Webster, 1981).

Celtis pallida. Granjeno. Arbusto de hasta 3 m. de alto, con numerosas espinas flexibles extendiendo puberulencia blanca en las ramas; espinas en pares, de 25 mm. de longitud; hojas ovado-oblongas o elípticas, de 3 cm de largo y 2 cm de ancho, redondeadas a agudas en el ápice; flores pequeñas, blancas, de 3 a 5, la flor mayor estaminada con pistilos rudimentarios, la flor terminal perfecta; fruto ovoide, glabro, de 6 mm de longitud, colores naranja, amarillo y rojo, con jugo ácido en la pulpa. Presente en mesas, pies de monte y arbustales; presente desde Texas a Arizona y norte de México (Correll y Johnston, 1979; Font, 1953; Blackmore, 1984 y Webster, 1981).

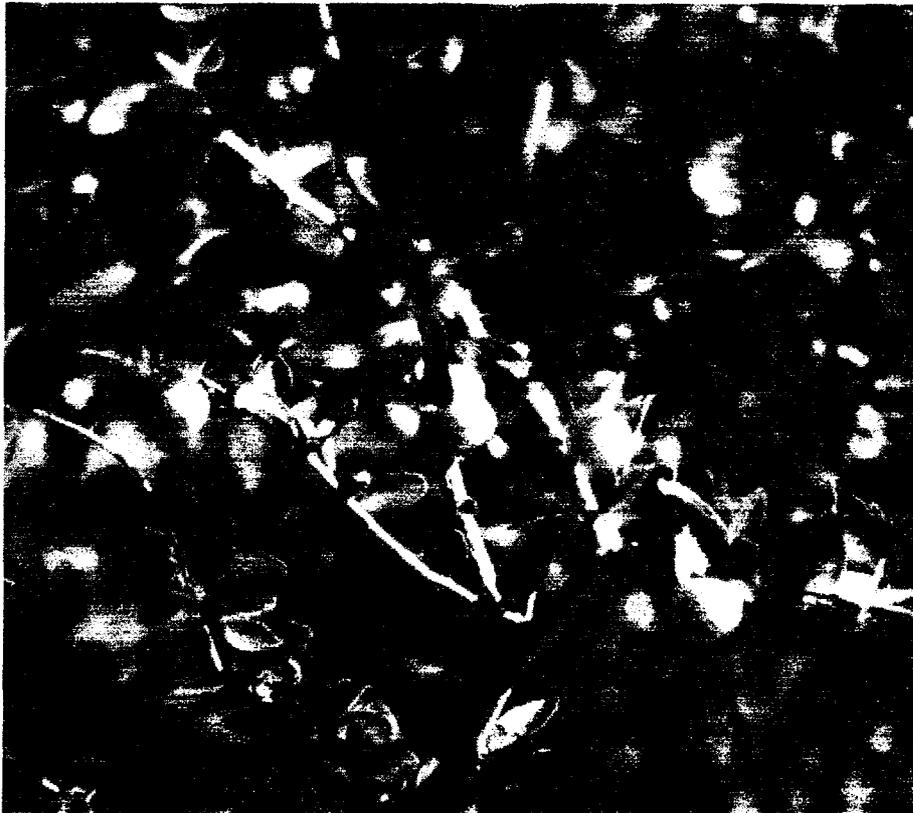


Figura 3.12. *Celtis pallida* (Adaptado de Chihuahuan Desert, 2000)

Cercidium

Paloverde, Retama china. Arbustos grandes o árboles pequeños, deciduos, verde-limbados, muy ramificados, corteza verdosa, ramas verdes, en zigzag, con espinas axilares y algunos de ellos terminalmente espinosos; hojas alternadas, doble-pinnada-compuestas; 1 a 3 pares de pinnas de 1 a 4 cm de longitud; algunos pares de hojuelas, rotundamente oblongas, de 4 a 6 mm de longitud, pálidas o glauco-verdosas; flores en racimos axilares muy cortos (1 a 3 cm de longitud) en racimos o algunas veces solitarias, de aprox. 1 cm de ancho, amarillo brillante; 5 sépalos, cavidad libre en la copa floral; 5 pétalos, amplios, subyugales, amarillos; 10 estambres, los filamentos libres en la copa floral; fruto oblongo o lineal, 1 a 6 cm de longitud, con una o pocas semillas (Correll y Johnston, 1970; Wiggins, 1980 y Standley, 1992).

Cercidium es un genero de 9 especies en las partes cálidas de América, frecuente en las Planicies del Río Grande, en Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Específicamente en Texas existen dos taxas, *C. macrum* y *C. texanum* (Correll y Johnston, 1970; Wiggins, 1980 y Standley, 1992). No obstante otros autores mencionan que *C. floridum* se encuentra también en el sur de Texas, además de ser la principal especie identificada para la región del MTC por los autores anteriormente citados.

Cercidium floridum. Se le encuentra de Coahuila a Tamaulipas y en el Sur de Texas. Son arboles espinosos con ramas curvadas, algunas veces de 6 metros de altura; el diámetro del tronco mayor de 25 cm, con corteza delgada y de color verde o café verdosa; hojas de dos a cuatro pares, con 4 a 6 mm de longitud; flores dorado amarillas, con una anchura de 2 cm (Standley, 1992).

Es denominada "Retama" en Tamaulipas y "Palo verde" en Texas. Su madera es de uso limitado, excepto para leña (Standley, 1992). El cáliz es glabro o esparcidamente veloso, pinnas en un par, hojas de 2 a 4 pares por pinna, vainas de 2.5 a 5 cm de longitud, semillas ligeramente aproximadas; se le encuentra en suelos arenosos de valles, arroyos y laderas gravosas (Wiggins, 1980). Ver Figura 3.13.

Existe una fuerte similitud entre las plantas jóvenes de *Cercidium floridum* y las de *Cercidium microphyllum*, sin embargo conforme aumentan de edad se desarrolla un número obvio de diferencias. Los mejores ejemplos de *Cercidium* se encuentran en el suroeste de Arizona y el noroeste de Sonora (Shreve y Wiggins, 1964).



Figura 3.13. *Cercidium floridum* (Adaptado de Plantadviser, 1999)

Diospyros

Son árboles o arbustos, de hojas alternadas, deciduas o persistentes y estipuladas; con flores pequeñas unisexuales, axilares, solitarias o en cimas; el cáliz es inferior y la corola campanulada; estambres de tres a más insertados en la base de la corola; ovario con 10 a 16 compartimientos, los óvulos generalmente solitarios. Existen tres géneros que contienen varios cientos de especies, sobre todo en el viejo mundo (Correll y Johnston, 1970).

Diospyros texana. Denominado Persimonio mexicano, Persimonio texano, o Chapote. Es un arbusto o árbol pequeño raramente con más de 16 m de alto, con un tronco de 6 dm de grosor, la madera es dura, compacta y casi negra; la corteza es pulida, ligeramente gris rojiza; las hojas casi cesiles, ampliamente ovadas a oblongo-ovadas, redondeadas en el ápice, de aproximadamente 5 cm de longitud; la corola es blanca, de 8 a 12 mm de longitud; el fruto es negro en su madurez, de alrededor de 2 cm de diámetro, con jugo negro en su pulpa dulce; contiene de 3 a 8 semillas. Se encuentra en sierras, valles, arroyos y otros lugares de Texas, Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila (Correll y Johnston, 1970). Ver Figura 3.14.



Figura 3.14. *Diospyros texana* (Adaptado de Chihuahuan Desert, 2000)

Karwinskia

Una de las 12 especies han sido identificadas en Texas, el resto en las Indias del oeste, México y Centro América, una extensión en el norte de Colombia (Correll y Johnston, 1979; Font, 1953; Blackmore, 1984 y Webster, 1981).

Karwinskia humboldtiana (Roem. & Schult.) Zucc. Coyotillo. Arbusto de 1 a 2 m de alto, raramente más, desprovisto de espinas, usualmente glabro; hojas opuestas, corto pecioladas, usualmente de 3 a 8 cm de longitud, oblongas o elíptico oblongas, redondeadas o agudas en ambos finales, completa en todas sus partes, raramente redondeada en forma fina, con numerosas venas secundarias cercanas y elegantemente paralelas, con frecuencia cada vena bajo un patrón alternado de coloración brillante y oscura; flores en yemas axilares poco florecidas; disco delgado; pétalos presentes; ovario seccionado de 2 a 4; fruto una drupa esférica, negra cuando madura. Frecuente en las Planicies del Río Grande, Edwards Plateaw y Trans-Pecos, Baja C., Sonora, Chihuahua, Texas, Tamaulipas, Nuevo L., Coahuila, San Luis P., Veracruz, Querétaro, Hidalgo, Jalisco, México, Guerrero, Puebla y Oaxaca. La pulpa de la fruta es insípida-dulce y comestible, pero se ha reportado que las almendras contienen una sustancia tóxica para el sistema nervioso de los vertebrados (Correll y Johnston, 1979; Font, 1953; Blackmore, 1984 y Webster, 1981). Ver la Figura 3.15.



Figura 3.15. *karwinskia humboldtiana* (Roem. & Schult.) Zucc
(Adaptado de Plantadviser, 1999)

Leucophyllum

Arbustos bajos con muchas ramas, con hojas alternadas, subsesiles a cortamente pecioladas, flores atractivas, solitarias o con pedicelo; cáliz pentadivido, corola campanulada, de colores generalmente púrpura o violeta-púrpura, raramente blanca, los cinco lóbulos subiguales; con 4 estambres. Existen más de doce especies en el suroeste de Estados Unidos y en México. Las especies generalmente florecen en respuesta a la lluvia (Correll y Johnston, 1970).

Leucophyllum frutescens. Cenizo, Texas silverleaf. Arbusto de alrededor de 25 dm de alto, hojas cesiles o casi cesiles, elíptico oblongas, de alrededor de 25 mm de longitud, obtusa a redondeada en el ápice, cuneada en la base; lóbulos del cáliz oblongo-lanceolados; corola casi campanulada, su limbo en torno a 25 mm de ancho, con ligeras y delicadas vellosidades en su interior. Se le encuentra en laderas, arroyos y matorrales de las planicies del Río Grande y sur del Trans-Pecos a través del año. También se le encuentra en México (Correll y Johnston, 1970). Ver Figura 3.16.



Figura 3.16. *Leucophyllum frutescens* (Foto: Ricardo Vásquez Aldape)



Figura 3.17. *Opuntia lindheimeri* Engelm (Foto: Ricardo Vásquez Aldape)

Prosopis

Plantas en forma de arbustos a árboles de tamaño medio, con frecuencia armados con espinas directas y estipulares, solitarias o pareadas. Las hojas pinnadamente compuestas en dos; con glándula petiolar o raquillar presente; pinnas de uno a varios pares; folíolos de 4 a 30 por pinna, usualmente lineares y glabros; flores en espigas o cabezas, generalmente amarillosas a cremoblancoas; sépalos coalescentes mayor distribuidos en la parte superior de la copa floral; contiene cinco pétalos, cualquiera libre o coalescente en mayor número en la parte superior de la copa floral; estambres 10, cada antera origina una glándula apicalmente entre los dos lóculos; el fruto es una vaina con frecuencia sólida, flexible, indehisciente con varias semillas de varios centímetros de longitud; las semillas son particionadas entre si y con frecuencia esencialmente distribuidas en un parénquima pulposo (Correll y Johnston, 1979; Font, 1953; Blackmore, 1984 y Webster, 1981).

Es un género que presenta alrededor de 40 especies distribuidas en las áreas más secas y las áreas cálidas del mundo. En Texas se han identificado cuatro especies: *Prosopis reptans* variedad *cinerascens*, *Prosopis pubescens*, *Prosopis laevigata* y *Prosopis glandulosa* (Correll y Johnston, 1979).

Prosopis glandulosa Torr. Denominado Mezquite Miel. Arbusto o árbol; pinnas usualmente un par por hoja, en menor frecuencia con dos pares; foliolos relativamene remotos, usualmente 6 a 15 o 20 pares por pinna, 10 o 15 a 62 mm de longitud, el follaje usualmente glabro; probablemente la leguminosa más común en Texas, representada por las variedades glandulosa y Torreyana (Correll y Johnston, 1979; Font, 1953; Blackmore, 1984 y Webster, 1981).

La variedad glandulosa presenta hojas de 25 o 30 a 45 o 62 mm de longitud, de 8 a 15 veces más larga que ancha, de 8 o 10 a 13 o 15 pares por pinna. Es abundante en las Planicies del Río Grande, en las partes del norte centro y sureste de Texas, en el Trans-Pecos, al este de Texas, en el Edwards Plateau; Kansas, Oklahoma, este de Nuevo Mexico, en Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila (Correll y Johnston, 1979). Ver Figura 3.18.

La variedad Torreyana (L. Benson) M. C. Johnst. Presenta hojas de 10 o 15 a 25 o 30 mm de longitud, de 5 a 8 veces mas larga que ancha; de 8 o 10 a 15 o 20 pares por pinna. Es común en la región Transpecos de Texas, en Nuevo León, Coahuila, Chihuahua, Nuevo México, Arizona, Sonora, Baja California y California (Correll y Johnston, 1979).

Prosopis glandulosa ha sido conocida, a través de un error, como *P. juliflora* o *P. chilensis* en varias publicaciones y es una de las más famosas e importantes por sus frutos (vainas) que suplementan a caballos, bovinos, cabras, hombres, etc., y la cual ha incrementado grandemente en abundancia en los últimos 120 años, iniciando principalmente en zacatales disturbados (Correll y Johnston, 1979; Font, 1953; Blackmore, 1984 y Webster, 1981).



Figura 3.18. *Prosopis glandulosa* Torr. (Adaptado de Chihuahuan Desert, 2000)

Hierbas

Planta no lignificada o apenas lignificada, de manera que tiene consistencia blanda en todos sus órganos, tanto subterráneos como epigeos. Las *hierbas* son comúnmente anuales o vivaces, solo raramente perennes (Font, 1953).

Compuestas. Esta es la familia más amplia en plantas vasculares y también la más amplia de Texas (Correll y Johnston, 1970), razón por la cual se maneja como representativa de las hierbas.

Es una familia del orden de las campanuladas, de flores pentámeras, actinomorfas o zigomorfas, muy a menudo reunidos ambos tipos en la misma inflorescencia, hermafroditas o unisexuales, con el cáliz reemplazado por diversas producciones tricomatosas que constituyen el *vilano* llegando el fruto a sazón; corola regular, tubulosa y más o menos ensanchada superiormente a modo de campánula, o zigomorfa, bilabiada o ligular, y en este caso con 3 ó 5 dientes en el ápice; androceo de 5 estambres, con los filamentos libres y las anteras introrsas y concrecentes en torno al estilo; gineceo de 2 carpelos orientados según el plano medio de la flor, concrecentes en un ovario unilocular y con un solo rudimento seminal erguido y anátropo que arranca de su base; estilo único, dividido en dos ramitas estigmáticas y a menudo con pelos colectores; fruto en aquenio. Plantas de aspecto muy diverso, herbáceas, anuales o vivaces, a veces leñosas, arbustivas o arbóreas, o trepadoras, con

tubos lactíferos o con recipientes secretorios oleíferos, e inulina en vez de almidón; tienen las flores reunidas constantemente en capítulos, rodeados de involucre de hipsófilos estériles, cada una en la axila de la bráctea madre correspondiente, la *palea*, que también puede faltar (Font, 1953).

Esta familia incluye la cantidad de taxas más numerosa de las familias de plantas vasculares de Texas y de cualquier otra familia de Texas, por esto probablemente compite con la familia de las gramíneas debido al más alto número de individuos creciendo en el Estado durante cada estación (Correll y Johnston, 1970).

Esta familia comprende alrededor de 14,000 especies, que se encuentran distribuidas por todo el orbe. Integra entre otros los siguientes géneros importantes: *Vernonia*, *Eupatorium*, *Solidago*, *Bellis*, *Aster*, *Leontopodium*, *Helichrysum*, *Inula*, *Espeletia*, *Xanthium*, *Zinnia*, *Helianthus*, *Spilanthes*, *Coreopsis*, *Dalia*, *Bidens*, *Tagetes*, *Anthemis*, *Anacyclus*, *Achillea*, *Matricaria*, *Chrysanthemum*, *Artemisia*, *Tussilago*, *Petasites*, *Árnica*, *Senecio*, *Calendula*, *Echinops*, *Arctium*, *Carduus*, *Cirsium*, *Cnicus*, *Cynara*, *Centáurea*, *Mutisia*, *Trichoclone*, *Cichorium*, *Crepis*, *Hieracium*, *Taraxacum*, *Lactuca*, *Scorzonera*, etc. (Font, 1953).

Zacates (Gramíneas)

Dícese de las plantas que se parecen a la grama y de los órganos vegetales semejantes a los de esa especie. Familia del orden de las glumifloras, de flores por lo regular hermafroditas y con pericanto reducido a dos glumélulas (*lodículas*) situadas en la parte delantera de la flor, ante la glumela inferior, que representa la bráctea tectriz; y frente a ésta, se halla la glumela superior biaquillada. El androceo suele estar formado por 3 estambres; el ovario, con dos estigmas, tiene una sola cavidad y solo un rudimento seminal. El fruto es una cariopsis, con abundante tejido nutritivo. Por lo común esta familia comprende plantas herbáceas, con tallos cilíndricos y huecos (cañas), provistos de nudos manifiestos, hojas angostas, largamente envainadoras con una lígula en el encuentro de la vaina y el limbo; las flores se disponen en espículas, compuestas de varias de ellas, y de dos glumas estériles en la base; las espículas se agrupan a su vez en espigas, racimos o panículas, a veces muy complicadas. En total cuentan con unas 4000 especies, entre ellas los cereales; y toman parte preponderante en la formación de las praderas, estepas y sabanas (Font, 1953).

Es una de las más grandes familias de plantas que florecen, las gramíneas son las plantas más importantes en aspectos económicos como una medida desde varios criterios. Las gramíneas producen las dietas básicas para la mayoría de la población en el mundo (Correll y Johnston, 1970).

En el noreste de México el establecimiento de praderas y cultivos forrajeros es una opción para complementar la alimentación del ganado de los sistemas de producción extensivos comunes en esta región. El establecimiento de una pradera se realiza después de remover la vegetación natural. La siembra de especies introducidas es la más común y las praderas pueden ser de riego o de temporal. Las praderas de temporal se desarrollan durante la época de lluvias principalmente en la planicie costera del golfo en Tamaulipas, norte-centro de Nuevo León y noreste de Coahuila. Las principales especies son el buffel, bermuda, guinea, estrella africana, klein, pretoria y sorgo forrajero. El zacate buffel sobresale en las llanuras y los zacates guinea y estrella en las áreas costeras (Díaz *et al.*, 2000). De 1950 a 1990 la introducción masiva de praderas substituyeron el matorral xerófilo natural, como resultado de una cultura ganadera "tradicional" conceptualizada y orientada a la crianza y producción del ganado domestico (Villarreal, 1999b).

En México la recuperación y la conservación del medio ambiente se encuentran desatendidos (Romo y Alvarado, 1999) aún así, Díaz *et al* (2000) consideran al zacate buffel como el pasto más importante para el noreste de México, y mencionan que de 1960 a 1980 se desmontaron y sembraron tres millones de hectáreas en Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas y en la actualidad solo existe un millón; afirmando que esto indica la falta transferencia de tecnología y de conocimiento para asegurar el establecimiento y la persistencia de este tipo de praderas. Aseguran también que el impacto económico de las praderas buffel se observa en el incremento en la capacidad

de carga y que existe ineficiencia en la transformación de la vegetación natural en praderas, por lo que es necesario desarrollar un programa regional de investigación, capacitación y transferencia al respecto.

Cabe señalar, que si bien es cierto que nadie podría negar los beneficios económicos y sociales colaterales que se han podido alcanzar en esta región, bajo el esquema y modelo de producción tradicional de ganadería y bovinos de carne y uso del suelo; tampoco nadie podría negar ahora, que en muchos casos, con este modelo de producción se ha fomentado y propiciado el deterioro de los ecosistemas naturales de esta región. Esto, producto del sobrepastoreo y la destrucción que se ha hecho de los mismos, como resultado de los desmontes masivos y mal planificados (en muchos casos, fomentados, apoyados y financiados incluso por programas e instituciones tanto nacionales como internacionales); que han sido realizados con el supuesto fin de mejorar su coeficiente de agostadero, pero que en un balance final representan un costo ecológico muy alto e injustificado, por los efectos negativos causados sobre la ecología regional. De ahí, que dichos efectos se reflejan, entre otros, en: a) desertificación acelerada (pérdida de biodiversidad) en muchas áreas y subregiones; b) la alteración y reducción de los escurrimientos superficiales y de subsuelo en muchas cuencas hidrológicas; c) la degradación y erosión de los suelos; y d) la disminución, y pérdida en muchos casos, de la rica biodiversidad de especies de flora y fauna silvestre nativa regional; que son la base para la conservación ecológica de la región y la productividad de sus tierras, de la que depende la misma ganadería (Villarreal, 1999b).

Modelo de Vegetación MTC

Es necesario apreciar la situación del MTC como ecosistema para llegar a la construcción del modelo de vegetación. Las plantas leñosas pueden tener la forma morfológica de crecimiento mas antigua de todas las plantas vasculares además de que los bosques tropicales son ecológicamente los más antiguos y temporalmente los tipos de vegetación terrestre más continuos (Smeins, 1983).

Las eras geológicas pasadas pudieron haber tenido superficies secas en respuesta a factores como el clima, el suelo o la topografía, donde las especies herbáceas y varias especies xerófilas leñosas se desarrollaron gradualmente; pero esto no fue hasta hace 25 millones de años, cuando las grandes áreas geográficas de sabana, zacatal y desierto comenzaron a ocurrir; en este tiempo fue iniciada la competencia ecológica contemporánea entre herbáceas y leñosas. Esta competencia continuó a través de las eras glaciares del Pleistoceno (últimos dos millones de años) y fue culminada en los últimos 15,000 años con el arrastre del glaciar Wisconsin y la continuación de la tendencia general a la sequía, seguida por la extinción de muchas especies de animales y finalmente con el incremento de las poblaciones humanas (Smeins, 1983), que junto con el nivel de consumo económico por cabeza, se consideran factores críticos que afectan la posibilidad de un desarrollo sustentable (Tisdell, 1991).

La distribución y abundancia actuales de especies leñosas es una expresión de los eventos geológicos, climáticos y biológicos del pasado. Para entender al denominado *arbusto problema* y la percepción de los hombres respecto al ambiente de los pastizales, es necesario observar a los pastizales en su contexto histórico. En el Cuadro 3.6, se aprecian los eventos históricos que tienen relevancia para el arbusto problema. Respecto a la era del Cenozoico, en el sur de las altas planicies de Texas esta marcado un bosque tropical seco. En el Plio-Pleistoceno ocurrieron los límites de una tierra de encinos y zacatales cruzando mucho de las altas planicies sureñas. En cuanto al Pleistoceno, en la región central de zacatal de los Estados Unidos el zacatal tuvo un enorme componente de plantas leñosas en el pico del Glaciar Wisconsin. Los pinos piñonero y amarillo fueron extendidos a través de las altas planicies y el centro de Texas. Las especies forestales deciduas fueron extendidas hacia el oeste sobre los zacatales y las especies del bosque boreal se esparcieron sobre los zacatales, muy distantes al sur, como es el caso de Texas (Smeins, 1983), y seguramente del noreste de México, sobre todo en la superficie ocupada por algunos tipos de vegetación en los Estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas en los cuales junto con el tipo de vegetación denominado Matorral Espinoso Tamaulipeco se han venido identificando con anterioridad.

Cuadro 3.6. Escala de tiempo geológica y eventos geológico, climático y biótico seleccionados.
Escala de tiempo adaptada de Smeins (1983)

Era, plantas y animales dominantes	Periodo	Epoca	Duración (millones de años)		
CENOZOICO Angiospermas Mamíferos (Hombre)	Cuaternario	Holoceno (xerotermicos, extinción de grandes animales, impacto del hombre).	0.01 - presente		
	Terciario	Pleistoceno (glaciación)		2 - 0.01	
		Neogeno	Pioceno (I. Panamá, Montañas, Volcanes)	13 - 2	
		Palogeno	Mioceno (Montañas, Bering, A. mamíferos)	25 - 13	
			Oligoceno		36 - 25
			Eoceno (Declinación de Temperatura)	58 - 36	
	Paleoceno		63 - 58		
	MESOZOICO Gimnospermas Reptiles	Cretaceos (Mares epicontinentales y Montañas)		135 - 63	
	PALEOZOICO Anfibios Semilla Helechos Licopodos	Jurassic		181 - 135	
		Triassic (¿inicio Angiospermas?)		230 - 181	
Permian (Glaciación, Montañas)			280 - 230		
Pensilvanian			320 - 280		
Mississippian			345 - 320		
Devonian			405 - 345		
Sulivan			425 - 405		
Ordovician (origen de plantas terrestres)			500 - 425		
Cambrian			600 - 500		
Pre-cambrian					

Respecto a las condiciones ambientales sobre el Holoceno temprano por las condiciones en el Pleistoceno tardío, la cubierta de la paleozonificación indica un fuerte gradiente del noroeste al sureste en incremento de las lluvias de verano con decremento en la distancia desde el área monsonal sobre el Golfo de México, como en el presente, pero aumentado pluvialmente a lo largo del mismo gradiente. Un mayor cambio biótico que ocurrió durante el Holoceno temprano, fue la extinción de muchas especies animales, incluyendo los grandes herbívoros. Los sobrevivientes incluyendo bison, antílope, elk, venado cola blanca, venado bura y otros cuantos, representan el remanente de una gran fauna herbívora (Smeins, 1983), siendo actualmente el venado cola blanca el más ampliamente extendido y numeroso en el nuevo mundo (Teer, 1996).

En el contexto de la historia, cuando el hombre europeo llegó a los pastizales del oeste de Norteamérica, observó ecosistemas que estuvieron en un estado o flujo que interpretó como un fenómeno estático. El hombre europeo alteró los tipos, números y distribución de poblaciones animales silvestres, reemplazó herbívoros nativos con ganado doméstico, confinó sus animales con cercos, alteró la frecuencia, intensidad, ubicación y extensión de fuegos, desarrolló cuerpos de agua donde no existían y cultivó las tierras más productivas relegando a los animales herbívoros a tierras menos productivas. Estos y otros impactos fueron superpuestos sobre cambios existentes que estaban en progreso en el tiempo de su arribo (Smeins, 1983) lo cual hasta la

echa, en México, ha dado como resultado un hábitat fragmentado de calidad variable en cuanto a las poblaciones de fauna (Carrera y Moreno, 1999).

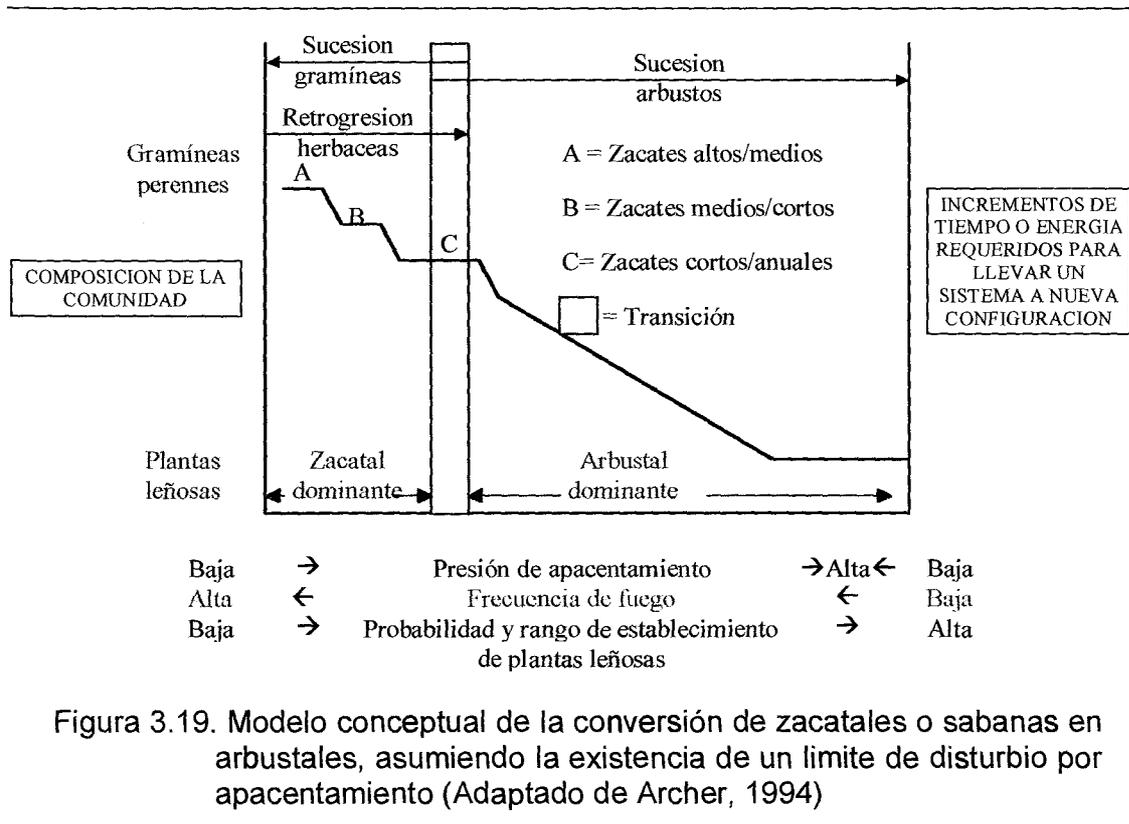
La respuesta final para muchas de las preguntas relacionadas con el origen del arbusto problema no es viable. El que algunas combinaciones de los actores naturaleza y hecho-hombre, interactuaron para crear el problema, es casi asegurado. Para compartir los problemas existentes es necesario reconocer que normalmente vemos al mundo en un término corto de bases y creemos que los ecosistemas se encuentran en un estado estático. Los ecosistemas sin embargo, son dinámicos y frecuentemente son controlados por fuerzas puestas en acción desde hace bastante tiempo. Para apreciar, entender y finalmente para utilizar estas fuerzas, se pueden conducir los ecosistemas a un manejo de los pastizales más instruido (Smeins, 1983) con el fin de proteger, mejorar y continuar la riqueza de los recursos básicos, así como obtener la producción óptima de bienes y servicios en las combinaciones necesarias para la sociedad (Heady y Child, 1994).

Los Sistemas Integrados de Administración de Arbustos (SIAA) para el sur de Texas, en cuanto al establecimiento y desarrollo de los matorrales, presentan las siguientes bases ecológicas y evolución de conceptos: Por más de un siglo, la excesiva cobertura de plantas leñosas ha sido un factor principal para los directores de pastizales en el suroeste. De hecho, este es uno de los problemas ecológicos básicos del sur de Texas para el director de pastizales. Solamente la escasa y errática precipitación es considerada más importante. Las planicies del sur de Texas son tan dominadas por plantas

leñosas que la región ha estado siendo por mucho tiempo referida como “el país del arbusto” y sus matorrales espinosos rodantes son percibidos por varias personas como apropiados para hábitat de fauna y extensión para ganado, incrementado por una persistente minoría. Aún muchos pastizales del sur de Texas tienen alto potencial de producción como se ha evidenciado, por su conversión para producción de cultivos. Así también, el potencial para incrementar los productos correspondientes, especialmente ganado y vida silvestre, es enorme. El primer paso para la realización de esta producción potencial es desarrollar un plan de administración que haga mejor uso del pastizal y que invariablemente considere a los arbustos (Scifres, s/f).

En la evaluación de causas próximas de invasión con plantas leñosas, un caso estudiado indica los efectos directos e indirectos del apacentamiento con ganado (con reducciones en la frecuencia de fuego), argumentados por una fluctuación climática, estas son explicaciones razonables del reemplazo de zacatales y sabanas por arbustos y leñosas. Los modelos de simulación son una herramienta para evitar el problema de que gran parte de la investigación experimental no considera otros factores potencialmente importantes y sus interacciones. Sin embargo, el grado al cual estos modelos pueden representar favorablemente un sistema, estará directamente relacionado con el nivel de entendimiento, la calidad y la disponibilidad de información usada para construir los modelos. Por ejemplo, en el modelo conceptual de plantas leñosas introducidas en zacatales desérticos (*Prosopis sabana*) se ilustra la variedad de factores que han interactuado desde el establecimiento para la producción

le vegetación normal (Figura 3.19). La fuerza manejada para los cambios lescritos en el modelo, se centra en torno al apacentamiento del ganado Archer, 1994).



El modelo de la figura anterior considera la interacción ente vegetación y animales. El modelo que aquí se construyo (presente en el capitulo de resultados), considera a la vegetación en un aspecto mucho mas profundo, ya que llega a nivel de especies vegetales, para pasar a formar la variable denominada "vegetación" del modelo de simulación desarrollado. Los aspectos de utilización por apacentamiento, ramoneo y cobertura, así como todos los aspectos de venado, bovino y rentabilidad, se consideran en la definición de otras variables que se describen en el subcapitulo de métodos.

Materiales

Los materiales a utilizar se conformaron básicamente de revisión de literatura e información (datos) procedentes de fuentes oficiales y privadas del MTC, así como de programas computacionales.

Los datos se distribuyeron en los submodelos o compartimientos necesarios para construir el modelo. En cada submodelo se requirieron datos específicos para los elementos que agruparon. En aspectos biológicos, se manejaron grupos de datos de vegetación, forraje, cobertura, utilización, capacidad de carga, densidad animal, carga animal, trofeos y becerros. En el rubro de economía, se requirieron datos de precios, productos, ingresos, utilidades y egresos, necesarios para obtener la rentabilidad de operación del rancho. En ambos rubros se omitieron o agregaron aquellos grupos de datos que se consideraron pertinentes durante la construcción del modelo.

El programa de cómputo que se utilizó fue el denominado STELLA® (HPS, 1996) además de haberse apoyado en los programas que funcionaron paralelamente a éste, como lo fue el programa The Grazing Manager '98 ® (de Kothman y Hinant, 1998), el programa Vensim© (de Ventana Systems, 1997. 3.0B) así como los programas de análisis estadístico que más se prestaron a la obtención de las simulaciones, en coordinación con los estudios realizados para aprobar los créditos del posgrado.

Se requirió hacer visitas a organizaciones oficiales, universidades nacionales, universidades extranjeras, ranchos de la región, oficinas

particulares de propietarios y oficinas de organizaciones de productores, para adquirir información y enriquecer el estudio. Incluso con los ganaderos, fue necesario concertar citas para entrevistarse personalmente con el dueño del rancho, sus asesores, sus directivos o incluso el mayordomo y los vaqueros, considerando que estos últimos son los que observan constantemente los recursos naturales, sobre todo la vegetación y la fauna.

Se visitaron y se recorrieron ranchos como La Muralla y La Bandera, en Acuña y Piedras Negras, Coah., el rancho Río Grande al sur de Piedras Negras, Coah., los ranchos El Tule y El Caracol, en Zaragoza, Coah., entre otros, así como algunos ranchos con aprovechamiento de venado cola blanca texano y producción de becerros, pero fuera de la región del MTC.

El uso de programas de cómputo y equipos de proyección implicó materiales como fueron computadoras, programas de computadora (softwares), impresora, escáner, consumibles, un salón equipado para la presentación, pizarrón, proyector de acetatos, cañón de proyección, papelería, etc. Cabe mencionar que dentro del material de papelería se utilizó el fotocopiado de artículos y capítulos, sobre todo en el caso de la información que solamente se encontró disponible en el extranjero como fue el caso de la universidad de Texas A&M en College Station Tx, debido a que el costo del material original estaba muy por encima del de fotocopiado, así como los libros usados disponibles en las librerías de College Station y Bryan, Tx.

Con relación a ésta investigación, se entablo comunicación por correo electrónico con investigadores y productores tanto de México como de Texas.

Métodos

Respecto al método se consideró una escala espacio-tiempo formada por la región del MTC durante un año, definida como un nivel de partida para realizar estudios posteriores que permitirán llegar a otros subniveles y que por lo tanto requerirán de submuestreos en el MTC. La investigación se realizó mediante el análisis de sistemas por modelos de simulación, utilizando específicamente el programa STELLA®, para lo cual se tomaron la información y los datos duros de fuentes oficiales y de algunos ranchos ubicados dentro de la región en estudio. Además se fundamentó un criterio cuando existió variación en los diferentes enfoques de los investigadores consultados. El modelo se desarrolló para simular el sistema de interés, siguiendo el orden que manejan Grant *et al.* (1997), quienes luego de aplicar el análisis de sistemas y simulación a una variedad de problemas relacionados con ecología y manejo de recursos naturales, identificaron las siguientes cuatro etapas fundamentales en el proceso del desarrollo y uso del modelo:

- I. Formulación del Modelo Conceptual
- II. Especificación Cuantitativa del Modelo
- III. Evaluación del Modelo
- IV. Uso del Modelo

Cada una de las etapas anteriores implica procesos, desarrollos, determinaciones y aplicaciones, las cuales son necesarias para que sean logradas, considerando que existe la interconexión entre las cuatro etapas por

el hecho de pasar por cada una de ellas más de una vez. Esta interconexión es denominada *Iteración de las etapas*.

Con el presente estudio se logró llegar hasta la etapa II ó a la especificación cuantitativa del modelo, obteniendo así una serie de hipótesis y huecos conceptuales, que están señalados en todo el documento, principalmente en los capítulos de discusiones y conclusiones, para dejar las bases que permitirán continuar con las siguientes etapas en los estudios posteriores y que permitirán desarrollar otros modelos más específicos en el MTC. Con este argumento cada una de las etapas I y II, demandó seguir una serie de pasos, que se presentan a continuación:

I. Formulación del Modelo Conceptual

1. Definir los Objetivos del Modelo
2. Definir los Límites del Sistema de Interés
3. Clasificar los Componentes del Sistema de Interés
4. Identificar las Relaciones entre los Componentes
5. Representar Formalmente el Modelo Conceptual

II. Especificación Cuantitativa del Modelo

1. Seleccionar la forma Matemática General para el Modelo
2. Elegir el Intervalo de Tiempo para las Simulaciones
3. Identificar la Forma de las Relaciones entre las Variables del Modelo
4. Estimar los Parámetros de las Ecuaciones del Modelo
5. Codificar las Ecuaciones del Modelo en la Computadora

6. Ejecutar las Simulaciones de Referencia

Para lo anterior, específicamente para los pasos tres y cuatro de la fase I, fue necesario definir un diagrama causal cuya obtención se explica posteriormente en la identificación de las relaciones entre los componentes, describiendo los elementos del modelo y las relaciones entre ellos, mismas que en conjunto se representan en un esquema del capítulo de resultados. Cabe mencionar que en realidad en esta fase, los autores anteriormente citados presentan un sexto paso, en el que pretenden describir los patrones esperados del comportamiento del modelo, mediante gráficos que representan los cambios a través del tiempo en las variables más importantes, para usarlos como puntos de referencia durante la evaluación del modelo (que no debe confundirse con una validación del modelo) y asegurar que éste provee el tipo de predicciones que permitirá abordar directamente las preguntas planteadas en su desarrollo. Sin embargo, son tan pocos y controvertidos los datos disponibles sobre el MTC y por lo mismo, es tan justificable su simulación, que es prácticamente inapropiado tratar de graficar el comportamiento del modelo. Debido a lo anterior, se decidió omitir el sexto paso y continuar directamente con la etapa II y sus correspondientes pasos.

Durante la fase de la formulación del modelo conceptual, se realizaron los procedimientos para cada uno de sus cinco pasos correspondientes que ya fueron puntualizados en la página anterior, los cuales se describen a partir del siguiente encabezado.

En términos del problema que se pretende resolver en la utilización de la simulación para el análisis de sistemas complejos, como es el caso de los ranchos del MTC, los cuales son en general productores de becerros, provechadores de venado y buscadores de la mejor rentabilidad, como cualquier empresa, se considera que la definición de los objetivos es un paso crucial en el desarrollo del modelo, para definir el marco conceptual con un grado mínimo de complejidad que permita abordar los problemas en el sistema de interés. Los objetivos de un modelo de simulación, definen el marco conceptual para el desarrollo del modelo tanto cualitativo como cuantitativo y posteriormente, para la evaluación del modelo, así como para proporcionar las bases utilizadas en la interpretación de sus predicciones. Los objetivos del presente modelo se definieron de la siguiente manera:

1. Simular la producción de becerros y venados, como productos del rancho, por efecto de la carga animal.
2. Simular la rentabilidad del rancho, por efecto de la venta y del costo de sus productos.

Cabe mencionar, que estos objetivos son parte de la investigación en su totalidad, misma que posee su propio objetivo, tal y como fue descrito en el primer capítulo o introducción.

Definición de los Límites del Sistema de Interés

En el contexto del MTC y sus ranchos con bovino y venado como límites del sistema, se identificaron dos tipos de componentes, aquellos que debieron ser incluidos en el sistema de interés, cruciales en la solución del problema, y aquellos que se pudieron excluir, considerados de menor importancia para las predicciones y para que el modelo quedara lo más simple posible.

Para tomar en cuenta los aspectos de natalidad y mortalidad se hubiera requerido un buen estudio mucho más amplio sobre el venado del MTC, lo cual no fue la finalidad de la presente investigación; además, no bastaría agregar como elementos al nacimiento y la mortalidad, debido a que éstos implican integrar otros elementos necesarios para proporcionar las tasas correspondientes. Además, todo lo anterior sería complicado, principalmente para los venados, debido a que sus poblaciones son todavía difíciles de estimar a causa de una serie de variables, tales como el requerimiento de personal oficial capacitado (Cook, 1979), el de tener un censo completo o censo de todos los venados en una pasta en particular, lo que en realidad solo puede ser estimado (Shult y Armstrong, 1984), así como la variable de encomendar los resultados obtenidos de los conteos, a personas que tengan amplio conocimiento de la región y del método utilizado (Villarreal, 1998). Además otra variable importante a considerar, sería que el muestreo por helicóptero provee el mejor censo y sin embargo este método no es totalmente adecuado, ya que representa de un 25 a un 75 por ciento de los venados

existentes; y aunque la subestimación se reduce con múltiples conteos, esto no sería factible en la mayoría de los ranchos (Davis, 1990). Si a pesar de todo lo anterior se continuara, se tendría que recurrir a más datos hipotéticos respaldados por verdaderos expertos, que normalmente investigan en regiones diferentes a las del MTC y por lo tanto se demandaría mucho mas tiempo para esta investigación, volviéndola menos oportuna y mas compleja, lo cual no es la intención del autor.

En base a lo anterior se definieron los límites del sistema, tanto los incluidos como los excluidos del sistema, mismos que se presentan en el Cuadro 3.7 a continuación:

Cuadro 3.7 . Límites del sistema de interés

INCLUIDOS	EXCLUIDOS
Vegetación	Elementos del Clima
Forraje y Cobertura	Otras Especies Vegetales
Utilización	Otras Especies Animales
Arbustos	Otros Transformadores de Materia y Energía
Gramíneas	Tasa de Natalidad
Venado	Tasa de Mortalidad
Bovino	Eficiencia del Muestreo
Capacidades de Carga	El Mercado
Densidad	La Cultura
Carga Animal	Otros considerados fuera del sistema
Trofeos	
Beceros	
Productos	
Precio del Trofeo	
Precio del Becerro	
Ingresos	
Utilidad	
Egresos	
Rentabilidad	

Dentro de este paso se identificaron además de los límites del sistema, los atributos o unidades de medida de cada componente en el sistema, como se indica en el Cuadro 3.8.

Cuadro 3.8. Atributos de los componentes del sistema de interés

COMPONENTE	ATRIBUTO
Vegetación	kg MS/ha
Forraje y Cobertura	kg MS/ha
Utilización	kg MS/ha
Arbustos	kg MS/ha
Gramíneas	kg MS/ha
Capacidad de Carga Venado	ha/Venado
Capacidad de Carga Bovino	ha/UA
Densidad Venado	ha/Venado
Carga Animal Bovino	ha/UA
Trofeos	ha/Venado en trofeos
Becerras	ha/UA en becerros
Productos	\$/Ventas/Año
Precio Trofeo	\$/Trofeo/Año
Precio Becerro	\$/Becerro/Año
Ingresos	\$/Productos/Año
Costos	\$/Productos/Año
Utilidad	\$/Productos/Año
Rentabilidad sobre Ingresos	Índice

En el cuadro anterior, se pueden distinguir las dimensiones del sistema de interés. A los componentes referentes a las plantas se les identificaron unidades de medida en kg MS/ha; a los componentes relacionados con los venados, les correspondieron las unidades de ha/venado; respecto a los componentes en relación con los bovinos, se utilizaron las unidades de ha/UA; y finalmente, para los componentes con relación a la rentabilidad, se manejaron las unidades de \$/Ventas y \$/Productos.

Clasificación de los Componentes en el Sistema de Interés

Los componentes del sistema reunieron diferentes funciones en el modelo y se clasificaron en las categorías que se presentan en el Cuadro 3.9.

Cuadro 3.9. Funciones de los componentes del sistema en el modelo

COMPONENTE	FUNCION
Vegetación	Fuente
Forraje y Cobertura	Variable de Estado
Utilización	Sumidero
Arbustos	Variable Auxiliar
Gramíneas	Variable Auxiliar
Capacidades de Carga	Fuentes
Carga Animal	Variable de Estado
Densidad de Venados	Variable de Estado
Trofeos	Sumidero
Becerras	Sumidero
Productos	Variable Auxiliar
Precio Trofeo	Variable Externa
Precio Becerro	Variable Externa
Ingresos	Fuente
Utilidad	Variable de Estado
Costos	Sumidero
Rentabilidad	Variable Auxiliar

Las variables de estado representan a los elementos de acumulación de material en el sistema, solo los elementos Precio Trofeo y Precio Becerro resultaron como variables externas, debido a que afectan al sistema pero no están afectadas por el resto del sistema. Las variables auxiliares representan cálculos intermedios entre los elementos del sistema, las fuentes son los orígenes de material en el sistema y los sumideros son los destinos.

Identificación de las Relaciones entre los Componentes

Las relaciones se presentan de manera explicativa con un diagrama de los efectos entre todos los elementos del modelo, también conocido como diagrama causal, el cual fue construido para detallar más la explicación de este paso, apreciable en el capítulo de resultados. Existen dos formas en que los componentes del sistema están relacionados: a través de transferencias de material y a través de transferencias de información. Para representar las diferentes transferencias de material dentro del sistema, se explica cada conjunto de transferencias asociadas a un material dado en un sector diferente, conectados a través de una transferencia de información.

Respecto al MTC, se transfieren los kg MS desde la vegetación hasta la utilización, pasando por la acumulación de material en forraje y cobertura; de este último elemento se derivan dos transferencias de información, una hacia los venados y otra hacia los bovinos, mediante los arbustos y las gramíneas respectivamente. En cuanto a los venados, los arbustos determinan la proporción correspondiente de la capacidad de carga, desde la cual se transfiere material en ha/venado, hasta los trofeos, pasando por la variable densidad, como un punto de acumulación de material. Algo similar ocurre con los bovinos pero con una proporción de la capacidad de carga determinada por las gramíneas y con unidades de material expresadas en ha/UA, que pasando por la variable carga, se manifiestan en Becerros como última parte del subsistema.

Finalmente, en cuanto a rentabilidad, los trofeos y los becerros representan los productos del rancho para obtener las ventas en función de los precios, con lo que transfieren información a los ingresos y a los egresos. El dinero por la venta de los productos parte de los ingresos en el rancho hasta llegar a sus egresos, pasando por las utilidades como punto de acumulación de material. Finalmente una transferencia de información entre los ingresos y las utilidades, proporciona la rentabilidad en el rancho. Ahora bien, es necesario señalar que esta última se refiere a la rentabilidad sobre los ingresos; esto se decidió porque es la forma más fácil de iniciar, ya que conforme se perfeccione el modelo y se obtengan datos sobre las inversiones en los ranchos del MTC, se puede simular la rentabilidad sobre la inversión. No obstante, cuando se llegue a ese nivel, se debe evitar el riesgo de caer en la subvaloración de los recursos naturales que se cita en la revisión de literatura, y por lo tanto, caer en la errónea estimación de la inversión en el terreno, conservación del hábitat y valoración de los recursos naturales (Capital Natural), para evitar concluir con una rentabilidad equivocada en cuanto a los becerros y a los venados.

Las cuatro diferentes transferencias de material llevaron a la necesidad de subdividir al modelo en cuatro submodelos, con los que se representa cada conjunto de transferencias asociadas a un material dado en un submodelo diferente y conectados solo por transferencias de información. De ésta manera, se denominaron: MTC, Venado, Bovino y Rentabilidad. Cada submodelo representa la dinámica de un atributo diferente en el sistema de interés.

Representación Formal del Modelo Conceptual

La representación formal del modelo conceptual, se realizó utilizando un diagrama de cajas, círculos y flechas, debido a que son símbolos que hacen simple y sencillo el entendimiento del diagrama, además de que son la simbología que utiliza el programa de cómputo definido para el estudio. Esta representación es el producto final del desarrollo del modelo conceptual, apreciable en el capítulo de resultados, no obstante que se estuvo realizando en forma simultánea con los pasos anteriores. La representación formal del modelo conceptual proveyó una visión global del problema y facilitó la comunicación entre las personas que están interesadas en el sistema.

La representación mencionada, proporcionó un marco que facilitó el desarrollo del modelo cuantitativo, ya que las ecuaciones de éste modelo se relacionaron directamente con las partes específicas del modelo conceptual. No obstante, es necesario señalar que mientras el modelo conceptual no se encontró bien desarrollado, difícilmente se pudo proceder con la siguiente fase, puesto que de acuerdo con Grant *et al.* (1997) el modelo conceptual es la etapa del análisis de sistemas que presenta mayor desafío intelectual. La situación anterior se experimentó repetidamente en el presente estudio, pero se permaneció insistiendo hasta lograr pasar con firmeza a la siguiente fase, en la que se obtuvieron los procedimientos para cada uno de los seis pasos correspondientes, descritos en una forma detallada, mediante los encabezados y párrafos que se presentan en las siguientes páginas.

Selección de la Forma Matemática General para el Modelo

Debido a la complejidad del sistema, la forma matemática seleccionada fue la de ecuaciones de diferencia y frases lógicas, mediante la estructura de submodelos o también denominada estructura de modelos de compartimientos, la cual se formó de módulos consistentes de una variable estado, con transferencias de material de entrada y de salida, controladas por información proveniente de otras partes del sistema y comunicadas a través de transferencias de información. En tales módulos se incluyó el nivel de detalle necesario para representar el sistema de interés, continuando con la recomendación de Grant *et al.* (1997) de que en la práctica es mejor comenzar con un modelo que sea lo más simple posible.

El manejo de datos se realizó con la información disponible para construir las ecuaciones y las frases lógicas del modelo; ajustándolas luego a datos más confiables, así como a ecuaciones más adecuadas y correspondientes para construir el modelo de tipo determinístico (con variables y resultados fijos), decidido así al no contar aún con la distribución de cada variable, y para hacer el modelo lo más sencillo posible. Además, la formulación del modelo se consideró con la realización de simulaciones de un sistema dinámico (que cambia a través del tiempo), proporcionando así las bases para desarrollar, posteriormente, un modelo estocástico (con variables aleatorias y resultados diversos) con la especificación de la distribución completa de cada una de las variables aleatorias. Esto le proporcionó gran

importancia al modelo, ya que podrán predecirse los efectos de las variables externas que son tan determinantes en el sistema de interés, como puede ser el caso del clima y del mercado con los tajantes efectos que ocasionan en la producción de los bovinos, en el aprovechamiento de los venados y en la comercialización de los becerros y de los trofeos, entre otros aspectos.

Se llevó la siguiente secuencia para resolver las ecuaciones del modelo para el intervalo de tiempo definido:

- a) Ecuaciones de variables externas
- b) Ecuaciones de variables auxiliares
- c) Ecuaciones de transferencia de material
- d) Ecuaciones de variables de estado

En el tiempo cero se especificaron las condiciones iniciales del modelo, incluyendo los valores de las constantes y los valores iniciales para las variables de estado. Sin embargo, por el hecho de desarrollar un modelo determinístico, no se procedió a avanzar en una unidad de tiempo en la simulación, por lo que en este tiempo se consideró el fin de la misma. No obstante, el software utilizado está diseñado para trabajar con mínimo dos unidades de tiempo, sin embargo se hizo caso omiso de las predicciones correspondientes a los tiempos posteriores. En este contexto, se procedió a calcular las ecuaciones de acuerdo con la secuencia de las mismas, como se indicó en los incisos anteriores. Esto se describe con especificación mediante los siguientes párrafos.

Ecuaciones de Variables Externas

Como se presentó con anterioridad, se consideran solamente dos variables externas denominadas Precio del Trofeo y Precio del Becerro. Estas ecuaciones de variables equivalen al precio de los productos en el mercado, ajustados a su mínima expresión.

El precio del trofeo varía desde \$10,000.00 hasta \$50,000.00 (pesos mexicanos) por trofeo, el cual depende de la calidad de los servicios y de la calidad del trofeo en cada rancho. Normalmente la calidad del trofeo se rige por los parámetros del libro de records del club Boone y Crocket, sin embargo esta no es una norma universal, puesto que puede existir un cazador que considere la calidad de su trofeo por otros parámetros que incluso pueden ser muy diferentes a los ordinarios. Por otra parte, es importante considerar las categorías de los venados por edades, las cuales para sencillez del modelo se engloban en el precio, aunque pudieran formar un elemento más en el modelo.

El precio del becerro puede variar desde \$1,000.00 hasta \$3,000.00 (pesos mexicanos) por becerro, dependiendo del precio neto por unidad de peso (libra o kilogramo) en el mercado. Este precio implica tantas variables como las que forman a un mercado, ya que puede intervenir la edad del becerro, su peso a la venta, la fecha del destete, la raza o línea comercial, las condiciones sanitarias, las políticas económicas de Mexico y/o de los países extranjeros, así como una serie de factores que conforman la demanda y el precio.

Ecuaciones de Variables Auxiliares

Son tres las variables auxiliares: Arbustos, Gramíneas y Rentabilidad sobre Ingresos. Cada una de las cuales se describe a continuación.

Arbustos: Se refiere a las especies de plantas que utiliza el venado, representadas por las arbustivas y que se encuentran presentes en el MTC. Esta variable permite los cálculos intermedios entre las variables Utilización y Capacidad de Carga en la proporción para el venado, con el criterio de que cierto porcentaje del forraje y cobertura disponibles (utilización) corresponden a las especies que utiliza el venado, dependiendo del caso simulado.

Gramíneas: Corresponde a los zacates presentes en el MTC, representando las especies que utiliza el bovino. Enlazan la variable Utilización con la Capacidad de Carga correspondiente al bovino, considerando el criterio de que cierto porcentaje de la utilización corresponde a gramíneas, el cual dependerá del rancho a simular.

Rentabilidad sobre Ingresos: Es el índice que representa el retorno del dinero al rancho con respecto a los ingresos. Es uno de los fines últimos para los que se desarrolló el modelo. De esta manera, el aumento de las utilidades en relación con los ingresos corresponderá al mejoramiento de la rentabilidad, o bien, la reducción de las utilidades en relación con los ingresos corresponderá a la disminución de la rentabilidad.

Ecuaciones de Transferencia de Material

Existen cuatro transferencias de material, que se presentan en un intervalo de tiempo de un año:

1. El flujo de kg MS desde la vegetación hasta la utilización, a través de la variable forraje y cobertura.

2. La cantidad de hectáreas por venado que fluyeron desde la capacidad de carga hasta los trofeos, a través de la densidad. La densidad para el venado fue considerada como la proporción de la capacidad de carga, necesaria para obtener el número de animales apropiado, en consideración de que influyen otras variables fuera del sistema de interés y por lo tanto del modelo.

3. El número de hectáreas por unidad animal que circularon desde la capacidad de carga en relación al bovino, pasando por la carga animal del mismo, hasta llegar a los becerros. Dependiendo de cada caso, cierto porcentaje de las gramíneas puede constituir la capacidad de carga para los bovinos, ya que el porcentaje restante puede ser considerada como parte de las variables no interesantes para el modelo.

4. El dinero que obtuvo el rancho por la venta de productos a determinados precios y que fluyo en su totalidad como los ingresos, que afectados por los egresos generaron una utilidad para la empresa.

Operaciones de Variables de Estado

Son las operaciones para calcular las siguientes variables: Forraje y Cobertura, Densidad, Carga y Utilidades. Ambas se dan mediante una ecuación que considera como elementos del sistema, la entrada, la salida y la existencia inicial de material, así como el tiempo en el cambio de estado del sistema.

Forraje y Cobertura: Fueron los kg MS y Refugio, producidos por hectárea. Se obtuvieron por la diferencia entre los valores de entrada (Producción) y de salida (Utilización).

Densidad: Se manejó como el número de hectáreas por venado, producto de una proporción de la capacidad de carga, para llegar al número de venados considerado para cada caso a simular.

Carga: Se consideró como el número de hectáreas por UA, producto de una proporción de la capacidad de carga, que otorga el número de bovinos que se pueden mantener en cada rancho a simular.

Utilidades: Consideradas sencillamente como la diferencia entre los ingresos y los egresos del rancho.

Una vez que se seleccionó la forma matemática general para el modelo se procedió a elegir el intervalo de tiempo para las simulaciones, presente en los siguientes párrafos.

elección del Intervalo de Tiempo para las Simulaciones

La elección del intervalo de tiempo se realizó considerando que la escala Espacio-Tiempo es la medida de la superficie y del tiempo en la que se considera un recurso al ser estudiado y que la mayoría de los recursos debe darse en la escala de metros a kilómetros y de minutos a años (Rodríguez, 1988). Y que además el período mínimo para obtener beneficios en los ranchos de explotación diversificada es de aproximadamente un año, si es que las condiciones de eficiencia del ganado y población de venados son las adecuadas desde el momento de su establecimiento (Guerra, 1992).

De acuerdo con el planteamiento descrito anteriormente con respecto a la escala Espacio-Tiempo, como espacio se consideró un rancho denominado como unidad de simulación, formado virtualmente de las características que representan a los ranchos de interés para el estudio en la región del MTC. Se consideraron cuatro casos o cuatro ranchos, que se describen en la sección posterior sobre la ejecución de las simulaciones. El tiempo (Δt) que transcurrió entre las soluciones sucesivas de todas las ecuaciones del modelo y que permaneció constante a lo largo de una simulación fue de un año. Lo anterior de acuerdo con la elección realizada para resolver necesariamente las siguientes necesidades:

- 1) La contestación a las preguntas planteadas en el problema.
- 2) La representación apropiada a los cambios temporales en las tasas a las cuales ocurren los procesos en el sistema de interés.

3) La estimación facilitada de los parámetros en las ecuaciones del modelo, en consideración de la resolución temporal de los datos y de la información disponibles.

4) La necesidad de mantener los costos asociados a los cálculos dentro de límites razonables en términos de tiempo y dinero.

Fue imposible aumentar el número de intervalos de tiempo en la simulación, ya fuera a cada mes del año o a cada estación del año, debido a que el aumento en el tiempo y el costo, necesarios para obtener la información y realizar los cálculos, tendió a limitar aún más el desarrollo del modelo. Por otra parte, es muy difícil obtener la información para períodos inferiores a un año. En el caso del forraje y cobertura, la fuente más cercana de datos es COTECOCA, sin embargo sus datos son obtenidos solo para cada año, con una inferencia obtenida a partir de cierto mes. Con respecto a los venados, los censos y las cacerías son realizadas una sola vez al año, normalmente el censo se realiza algunos meses antes de la cacería y ésta se permite durante aproximadamente dos meses en cada año (Diciembre y Enero). Por otra parte, fue identificado que la producción de becerros se ajusta también en general a un año, en los diferentes sistemas de producción. Las tres escalas de tiempo anteriores, necesaria y congruentemente permitieron integrar la cuarta escala, correspondiente a la variable rentabilidad, en el período de un año; puesto que normalmente la obtención de estados financieros y razones financieras en las empresas, es difícil obtenerla en un período inferior a un año, más aún en empresas tan dinámicas como son los ranchos.

Identificación de la Forma de las Relaciones entre las Variables del Modelo

La forma de las relaciones entre las variables del modelo es no lineal para los fines del estudio, no obstante que algunas de tales relaciones puedan presentar formas lineales en una escala espacio-temporal diferente, o bien en otro sistema de interés. Para identificar la forma de las relaciones se utilizó información basada en relaciones teóricas, apropiada para la situación que se modeló. Así también, se utilizó información cualitativa obtenida en la literatura e información obtenida a partir de la experimentación con el mismo modelo.

Las relaciones teóricas utilizadas se presentan en los siguientes párrafos, la información cualitativa es la que se encuentra citada en el estudio, principalmente en el capítulo de revisión bibliográfica; y la información obtenida a partir de la experimentación con el modelo, se fue dando durante el desarrollo del mismo con el método de ensayo y error para obtener una probabilidad más alta de obtener un comportamiento coherente.

Respecto a la variable VEGETACION, la relación entre el crecimiento normal de la planta y los meses del año, forma la curva que se esquematiza en la Figura 3.20. No obstante que es una información no específica para el MTC, en dicha figura puede apreciarse que con un crecimiento normal, la planta empieza a llenar las reservas durante el verano, alcanzando el máximo almacenaje durante el otoño y antes de llegar al invierno.

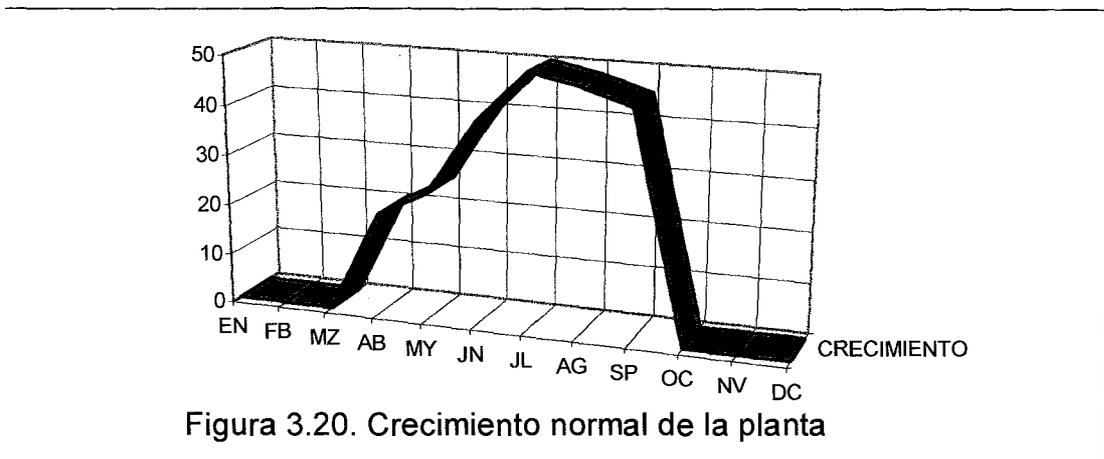


Figura 3.20. Crecimiento normal de la planta

Respecto a las variables ARBUSTOS y GRAMÍNEAS, en cuanto a los hábitos del venado fue considerada la información sobre la dieta del venado en verano, cuya gráfica se presenta en la Figura 3.21.

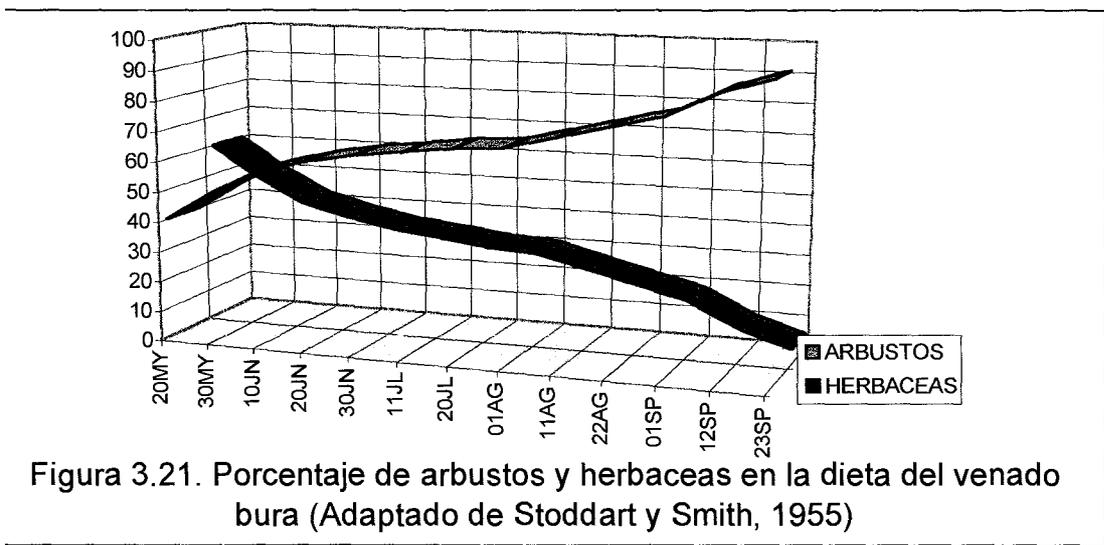
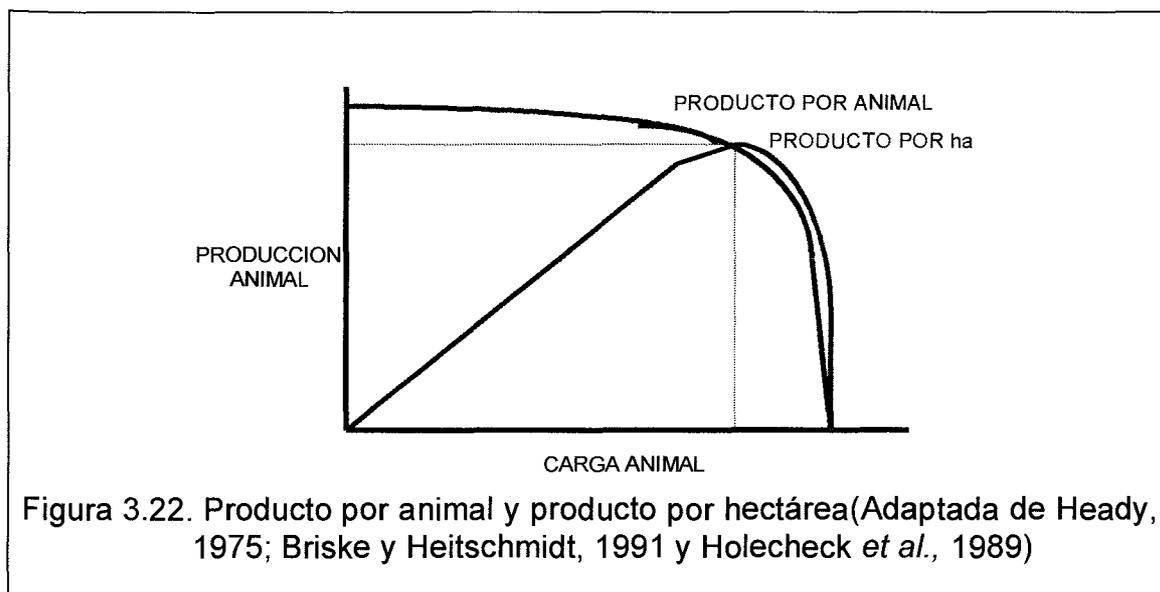


Figura 3.21. Porcentaje de arbustos y herbáceas en la dieta del venado bura (Adaptado de Stoddart y Smith, 1955)

Respecto a la capacidad de carga, expresada en las variables KV y KB, se debe mencionar que la Capacidad de Carga o el Coeficiente de Agostadero en MTC, en la condición "buena" y en años de precipitación pluvial normal, en relación a la producción vegetal nativa, es de 10.84 ha por unidad animal por año (ORTECOCA, 1979 y Rodríguez, *et al.*, 1998). Este valor representa la

capacidad de carga correspondiente a las dos especies animal, debido a que se recomienda que la estimación práctica de la densidad máxima de venados permisibles dentro de un rancho, sea equivalente a la cantidad de bovinos que es posible sostener en el mismo, de acuerdo con su coeficiente de agostadero (Rodríguez, *et al.* 1998). Sin embargo, en algunas simulaciones se calculó una capacidad de carga que se considero mas representativa para cada rancho, como podrá apreciarse en la sección correspondiente.

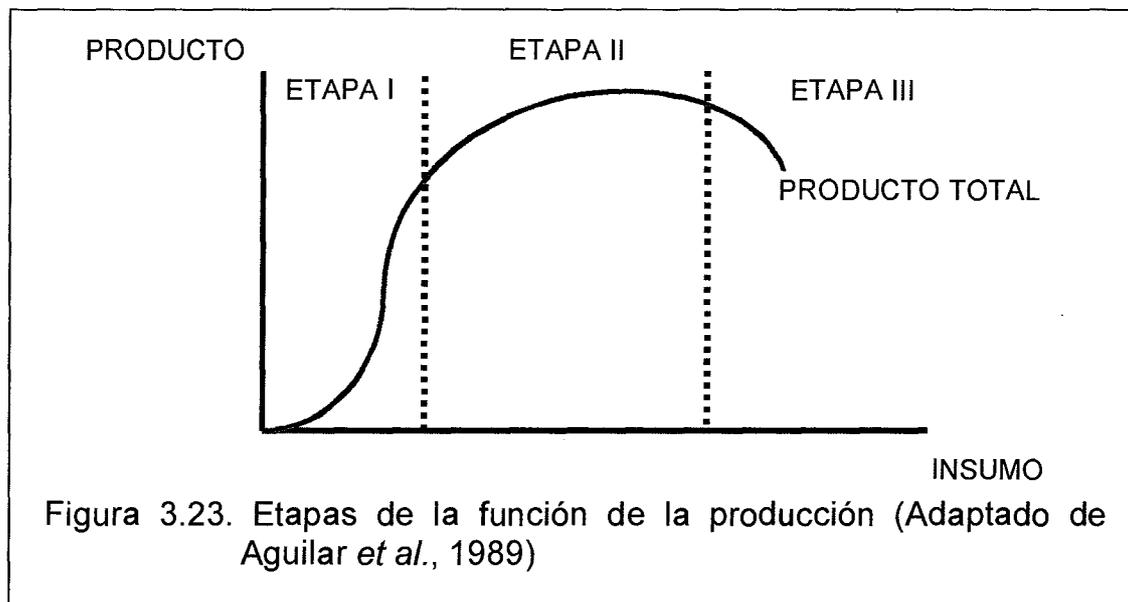
En cuanto a la variable CARGA y la variable BECERROS, los productos por animal y por unidad de superficie en relación con la carga animal, forman las curvas presentes en la Figura 3.22, que también se citaron ampliamente en el capítulo de revisión de literatura.



En la figura anterior, el cruce de las curvas es el punto del valor óptimo para la carga animal, la producción por animal y la producción por hectárea.

Respecto a la variable PRODUCTOS, que de acuerdo con Cabral (1994) son los bienes producidos o los servicios ofrecidos al cliente, y como la demanda de los productos ocasiona que los factores de la producción sean escasos (ley de la escasez), los principios económicos básicos permiten encontrar la óptima combinación de la producción (Aguilar *et al.*, 1989). El principio de la función de los rendimientos decrecientes es el más presente en la realidad, esta función indica que "si se añaden unidades sucesivas de un factor variable a un conjunto de factores fijos constante, los aumentos sucesivos de la producción empezarán a disminuir a partir de cierto punto". Una función de la producción es la relación que existe entre la cantidad de factores que se utilizan por unidad de tiempo y el volumen de productos que se obtiene de la producción (Aguilar *et al.*, 1989). Ahora bien, en congruencia con Schettino (1994) se concluye que la función de la producción se expresa como: $Y = f(K L) = f(X)$, donde $Y =$ Producto, $K L =$ Capital y Trabajo y $X =$ Insumos, asumiendo múltiples insumos expresados como $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$.

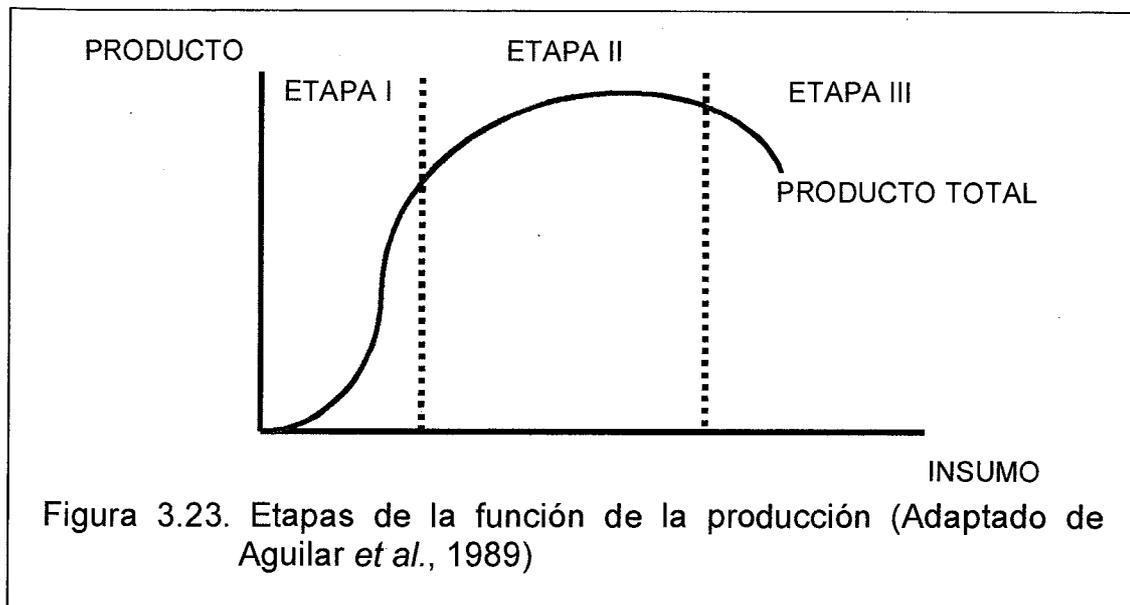
Por otra parte, la función de la producción consta de tres etapas, las cuales se esquematizaron para su explicación en la Figura 3.23. Al respecto, las relaciones en la etapa II serán más eficientes que en las otras dos etapas (Jameson *et al.*, 1974).



La producción de interés consiste básicamente en los becerros producidos y en los venados extraídos. Ambas especies obedecen primero a la capacidad de carga en el MTC y posteriormente a la zootecnia en cuanto al bovino y al manejo en cuanto a la fauna, específicamente el venado.

Respecto a la zootecnia, se utiliza el sistema de producción y venta de becerros al destete, con las características que cada rancho presenta. A manera de ejemplo se tienen las siguientes:

- a) Particiones Primavera-Verano.
- b) Destetes antes de la primera helada (180-240 días de edad).
- c) Producción dependiente del forraje producido en el pastizal.
- d) Fluctuación de la capacidad de carga, de 10 a 50 ha por UA.
- e) Programación de actividades en base a la estacionalidad de las lluvias y por lo tanto en base a la producción de forraje.



La producción de interés consiste básicamente en los becerros producidos y en los venados extraídos. Ambas especies obedecen primero a la capacidad de carga en el MTC y posteriormente a la zootecnia en cuanto al bovino y al manejo en cuanto a la fauna, específicamente el venado.

Respecto a la zootecnia, se utiliza el sistema de producción y venta de becerros al destete, con las características que cada rancho presenta. A manera de ejemplo se tienen las siguientes:

- a) Particiones Primavera-Verano.
- b) Destetes antes de la primera helada (180-240 días de edad).
- c) Producción dependiente del forraje producido en el pastizal.
- d) Fluctuación de la capacidad de carga, de 10 a 50 ha por UA.
- e) Programación de actividades en base a la estacionalidad de las lluvias y por lo tanto en base a la producción de forraje.

f) Las operaciones más beneficiadas son aquellas localizadas en las áreas cercanas a las fronteras o puntos de cruce a los Estados Unidos.

g) Se puede modificar el sistema mediante el uso múltiple con el aprovechamiento de fauna silvestre.

EL sistema de producción anterior, se considera el dominante en el Estado de Coahuila (Rodríguez *et al.*, 1998).

Los indicadores productivos dependieron de cada caso simulado, tal como se especifica en la sección correspondiente que se presenta en las páginas posteriores. A manera de ejemplo se presenta un caso en el Cuadro 3.10.

Cuadro 3.10. Indicadores productivos de Bovino y Venado (Adaptado de Rodríguez *et al.*, 1998)

BOVINO	VENADO
Destete: 60%	Relación Macho:Hembras: 1:2, 2.5
Desecho de vientres: 12 %	Relación Hembra:Cervatos: 1:0.41
Mortalidad de adultos: 2%	Tasa de extracción de machos: 20%
Mortalidad de crías postdestete: 2%	Tasa de extracción de hembras: 13%
Edad al destete: 7 meses	Temporada de cacería: Diciembre-Enero
Peso al destete de becerros: 180 kg	Edad de venados: 4.5 años en adelante
Peso al destete de becerras: 170 kg	Edad de venadas: 2.5 años en adelante
Tasa de extracción: 33%	
Utilización de agostadero: 76%	

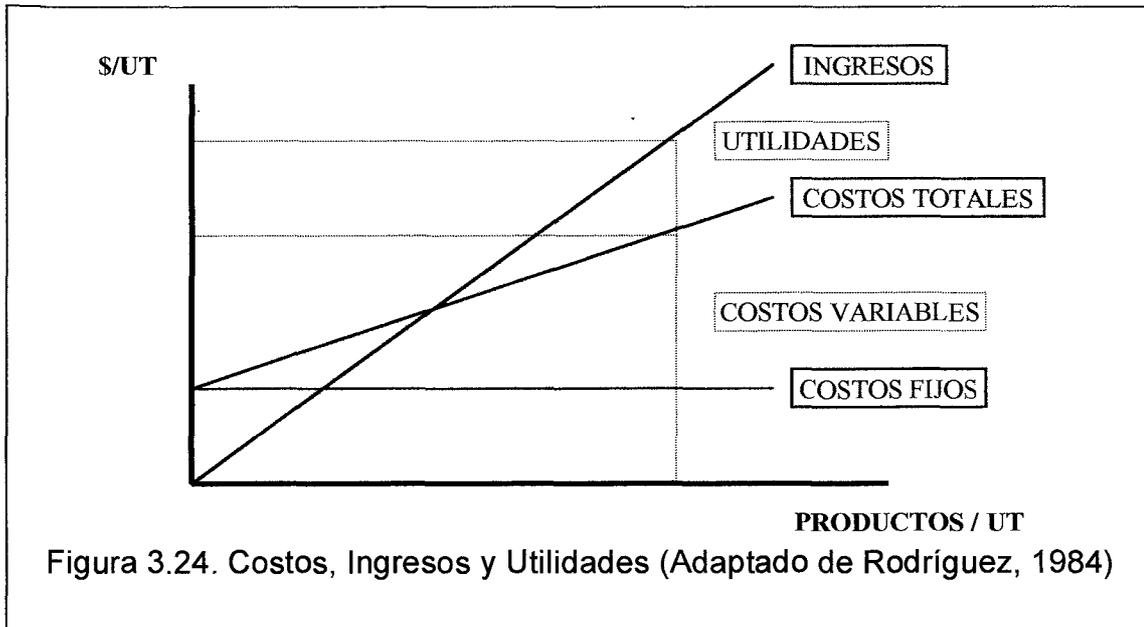
En este sistema, respecto a los bovinos se recomienda una utilización de agostadero máxima de 80 por ciento. Respecto a los venados, las hembras serán aprovechadas para la repoblación de otros ranchos. En la relación Bovino:Venado, si la carga de bovinos oscila entre un 20 y 25 por ciento menor de la máxima permisible, es posible sostener hasta 2 venados por cada unidad

animal presente (Rodríguez *et al.*, 1998), no obstante este valor se dará dependiendo de cada rancho y sin un elemento o variable respectiva definida para el modelo. Respecto a la relación Macho:Hembra, existen tres valores que proporcionan diferentes eficiencias en la producción de venados por hectárea, citado en el capítulo anterior, en el Cuadro 2.3, en el cual es apreciable como en la medida en que disminuye la cantidad de hembras y cervatos con respecto al macho, disminuye la cantidad de venados producidos con fines de eficiencia por hectárea. Por otra parte, con fines de producción de trofeos, la relación óptima es 1:1, ya que permite contar con más machos y mayor probabilidad de trofeos (Rodríguez *et al.*, 1998). Esta última relación es la que predomina en los casos simulados, sin embargo, será posible variarla en la medida en que se conozca la población.

Son tantas las consideraciones que se pueden hacer, como los casos que se pueden simular, puesto que cada rancho es un sistema diferente, incluso de una pasta o potrero a otro existen diferencias y más aún, de un sitio de pastizal a otro, de una unidad de suelo a otra y así sucesivamente hasta llegar a niveles muy pequeños. No obstante, como se indico en la descripción de la escala Espacio-Tiempo, no es la intención de llegar a tales subniveles con el presente estudio, sino de originar el punto de partida para otras investigaciones sobre esos detalles en el MTC.

Las variables tales como INGRESOS, EGRESOS Y UTILIDADES, en una relación de dinero por unidad de tiempo (\$/UT) con productos por unidad

de tiempo (PRODUCTOS/UT), forman las curvas para ingresos, costos (egresos) y utilidades, que se presentan en la Figura 3.24.



En la información de la figura anterior, cabe mencionar que el cruce entre las curvas de ingresos con costos totales, representa al punto de equilibrio; los valores de la parte izquierda al punto de equilibrio y bajo la curva de los costos totales, representan a las pérdidas; por otra parte, los valores a la derecha del punto de equilibrio y entre las curvas de ingresos y de costos totales, representan a las utilidades.

La variable RENTABILIDAD SOBRE INGRESOS se obtiene con la relación Utilidad/Ingresos. Normalmente los valores superiores o iguales al índice 0 (cero) indicaran una rentabilidad favorable y los valores inferiores al índice 0 (cero) indicaran una rentabilidad no adecuada.

Estimación de los Parámetros de las Ecuaciones del Modelo

La información sobre la cual se basa la parametrización de las ecuaciones del modelo es de los mismos cuatro tipos generales, usados para seleccionar las formas funcionales de las ecuaciones del modelo.

A pesar de que no se contó con suficientes datos cuantitativos, se consultó con el asesor de estadística la información para estimar los parámetros de las ecuaciones, como se describe a partir de los siguientes encabezados.

Datos Cuantitativos

Los datos cuantitativos son aquellos obtenidos de la observación directa o experimentación con el sistema real. La información adquirida por observación directa se obtuvo durante las visitas a los ranchos del MTC, los recorridos por sus extensiones y las entrevistas con sus propietarios y colaboradores. Esta información no se presenta en una sección determinada, sino que está integrada en todo el escrito mediante la ligación entre los temas.

Respecto a la información adquirida por experimentación con el sistema real, se hizo la consulta del asesor estadístico, entre otras consultas, para conocer y relacionar el funcionamiento de los softwares, y con ello obtener la relación entre los elementos del sistema y para obtener los valores más representativos de variables, como el de la materia seca producida en el MTC

entre otras variables que se describen posteriormente en la explicación de cada caso a simular.

La información para materia seca fue obtenida a partir de la fuente de datos más cercana respecto a la producción de forraje en el MTC, con sus estudios realizados en el Estado de Coahuila (Cuadro 3.11). Es necesario recalcar que dicha dependencia obtuvo sus datos a partir de sitios de muestreo y sobre los tipos específicos de vegetación que conforman al MTC.

Relaciones Teóricas

Debido a que no existió el vínculo para obtener toda la información, se utilizaron también las relaciones teóricas de aplicación general, que fueron establecidas en base a información sobre relaciones similares en otros sistemas. Tal fue el caso del crecimiento normal de la planta, el porcentaje de arbustos y herbáceas en la dieta del venado bura, los productos por animal por hectárea en bovinos, las etapas de la producción y la relación entre ingresos, egresos y utilidades.

Cuadro 3.11. Tipos de vegetación, sitios de muestreo y kg MS de forraje en condición buena, en años de precipitación normal y en vegetación nativa. Adaptado de COTECOCA (1979).

MME		MMS		BLEC		MAE		MC	
Dbk	kg MS	Dbk	kg MS	Bfe	kg MS	Dak	kg MS	Dr	kg MS
41	497.500	41	224.890	41	371.439	42	361.335	41	283.8
42	464.185			42	365.085	43	196.528		
43	454.336			43	351.786				
44	441.704			44	255.446				
45	432.777								
46	420.581								
47	398.463								
48	385.973								
49	380.015								
50	365.085								
51	365.085								
52	350.035								
53	340.595								
54	335.034								
55	323.163								
56	319.805								
57	319.390								
58	300.672								
59	268.979								
60	263.933								
61	259.347								
62	233.081								
63	230.140								
64	224.886								
65	212.927								
66	210.200								
67	195.359								
68	189.861								
69	183.837								

MME: Matorral Mediano Espinoso
MMS: Matorral Mediano Subespinoso
BLEC: Bosque Latifoliado Esclerofilo Caducifolio
MAE: Matorral Alto Espinoso
MC: Matorral Cracicaule
Dbk, Bfe, Dak, Dr: Sitios de muestreo

Información Cualitativa

Cuando se identificó que no existía suficiente información cuantitativa, se procedió a utilizar información cualitativa proveniente de la literatura y de la opinión de especialistas para establecer los supuestos sobre los cuales se basó la estimación de los parámetros. Ver el Cuadro 3.12.

Cuadro 3.12. Unidades por Variable

BIOLOGICAS	ECONOMICAS
VEGETACION: kg MS/ha	PRODUCTOS: \$/Ventas
FORRAJE Y COBERTURA: kg MS/ha	PRECIO T: \$/Trofeo
UTILIZACION: kg MS/ha	PRECIO B: \$/Becerro
ARBUSTOS: % de utilización	INGRESOS: \$/Productos
GRAMINEAS: % de utilización	UTILIDAD: \$/Productos
CAPACIDAD DE CARGA BOVINO: ha/UA	EGRESOS: \$/Productos
CAPACIDAD DE CARGA VENADO: ha/venado	RENTABILIDAD/INGRESOS
CARGA ANIMAL BOVINO: ha/UA.	
DENSIDAD VENADO: ha/Venado	
TROFEOS: ha/Venado en Canastas	
BECERROS: ha/UA en Becerros	

En el cuadro anterior se aprecia la relación entre las variables por medio de las unidades consideradas en la mayoría de las mismas, así como por medio de la fracción o porcentaje de unas hacia otras, el índice representativo de una relación o incluso, por la conversión total como es el caso de los trofeos y becerros en productos.

Información Obtenida Mediante la Experimentación con el Modelo

Se dieron casos en los que existió muy poca información, por lo que se procedió a fijar el rango de valores posibles para las estimaciones, formulando hipótesis acerca de diferentes valores y observando el comportamiento del modelo bajo cada una de las hipótesis, mediante el método de ensayo y error. Aquellas estimaciones hipotéticas que produjeron comportamientos razonables, fueron incluidas en el sistema de interés. Se tuvo cuidado de reducir al mínimo el número de parámetros estimados, para evitar correr el riesgo de obtener predicciones coherentes solo debido al azar. Algunas de las hipótesis iniciales fueron las siguientes:

a) Con respecto a la Vegetación:

La materia seca es un dato para inferir sobre el forraje y cobertura

b) Con respecto a los Venados:

La capacidad de carga determina la densidad para los venados.

c) Con respecto a los Bovinos:

La capacidad de carga determina la carga animal para los bovinos.

d) Con respecto a los Productos:

Los productos son la venta de trofeos y de becerros afectada por los precios.

e) Con respecto a los Egresos:

Los egresos corresponden a una proporción de los ingresos.

f) Con respecto a la Rentabilidad sobre Ingresos:

La rentabilidad sobre ingresos expresa la situación financiera anual de la empresa.

g) Otros aspectos:

En la redacción del estudio, sobre todo en éste capítulo, se describen otras hipótesis.

Tipo de Modelo

La última consideración con respecto a la estimación de los parámetros del modelo se realizó con el hecho de que el modelo fuera determinístico para los fines del presente estudio, el cual se dejó lo mejor estructurado posible para hacerlo estocástico en una siguiente fase de estudios, mediante el uso de variables aleatorias y la especificación de una distribución estadística. Tal podrá ser el caso de la utilización, las diferentes cargas animal y densidades en el caso de los costos por producto. Por otra parte y como se mencionó con anterioridad, este modelo es de gran importancia por el hecho de presentar las bases para hacerlo estocástico y predecir así los efectos de las variaciones en los factores tan impredecibles como el clima y el mercado, con sus enormes efectos en el sistema de interés y por lo tanto en las decisiones para el usuario del modelo.

Codificación de las Ecuaciones del Modelo en la Computadora

De acuerdo con el programa de simulación utilizado, se codificaron las ecuaciones del modelo, por lo que se siguió un orden en armonía con el programa de simulación STELLA. En las líneas posteriores, se presentan las ecuaciones de Variables de Estado, Variables Externas, Variables Auxiliares, Transferencias de Material y Transferencias de Información, mediante una explicación previa de cada una.

Ecuaciones de Variables de Estado

Forraje y Cobertura. Es el resultado del valor obtenido por la diferencia entre el tiempo inicial y el tiempo final, sumado al valor de la multiplicación del tiempo final por la diferencia, expresada de la siguiente manera: Forraje y Cob. (t) = Forraje y Cob. (t - dt) + (Vegetación - Utilización) * dt, donde el Forraje y Cobertura inicial es igual a la diferencia entre la Vegetación y la Utilización. Su ecuación fue: Forraje y Cobertura inicial = Vegetación - Utilización

Densidad. Es el resultado de la diferencia entre la Densidad en el tiempo inicial y la Densidad en el tiempo final, sumada a la multiplicación del tiempo final por la diferencia entre la Capacidad de Carga Venado (KV) y los Trofeos. Mediante la ecuación: Densidad (t) = Densidad (t - dt) + (KV - Trofeos) * dt. En la

ecuación anterior se considera que la densidad inicial es igual a cierta proporción de la KV, dependiendo del caso o rancho a simular.

Carga. La Carga se obtiene por el resultado de la diferencia entre la Carga en el tiempo inicial y la Carga en el tiempo final, sumado a la multiplicación del tiempo final por la diferencia entre la Capacidad de Carga del Bovino (KB) y los Becerros, expresada como: $Carga(t) = Carga(t - dt) + (KB - Becerros) * dt$. En la ecuación anterior se considera que la carga en el tiempo inicial, es igual a una proporción o porcentaje de la KB.

Utilidad. La ecuación de la variable Utilidad se obtiene con el resultado de la diferencia entre la Utilidad inicial y la Utilidad final, sumada al producto de la diferencia entre los Ingresos y los Egresos, y multiplicada por el tiempo final; mediante la ecuación: $Utilidad(t) = Utilidad(t - dt) + (Ingresos - Egresos) * dt$, en donde la utilidad inicial = Ingresos - Egresos

Ecuaciones de las Variables Externas

Precio Trofeo. La ecuación para la variable Precio Trofeo (Precio T) fue definida con diferentes valores de acuerdo con el rancho simulado. Su ecuación es sencillamente: $Precio T = Precio pagado del trofeo$.

Precio Becerro. La variable Precio Becerro (Precio B), fue manejada con el valor correspondiente a cada rancho simulado. Su ecuación es la siguiente:
 Precio B = Precio pagado del becerro.

Ecuaciones de Variables Auxiliares

Arbustos. La ecuación para obtener la variable auxiliar Arbustos, se compone de dos factores cuya multiplicación proporciona su valor: el porcentaje y la Utilización. Como se ha venido describiendo, estos factores dependerán del rancho que se pretende simular. Su ecuación es la siguiente: Arbustos = % de forraje y cobertura * Utilización.

Gramíneas. En esta ecuación se maneja también un porcentaje de la Utilización, también dependiendo del rancho a simular. Su ecuación es la siguiente: Gramíneas = % de forraje y cobertura * Utilización.

Productos. La ecuación de la variable auxiliar denominada Productos, se obtiene del resultado de la multiplicación entre las variables Becerros y Precio B, sumado con el cociente de la multiplicación de la variable Trofeos por la variable Precio T. Su ecuación se representa de la siguiente manera: Productos = (Becerros * Precio B)+(Trofeos * Precio T).

Rentabilidad sobre Ingresos. La ecuación correspondiente a la Rentabilidad sobre Ingresos, se obtiene con la división de la variable Utilidades entre la variable Ingresos. Utiliza la siguiente igualdad: Rentabilidad sobre Ingresos = Utilidades / Ingresos. Lo dinámico del sistema identifica diferentes valores a éste elemento, en las diversas simulaciones. El valor de partida es cero, los valores inferiores significarán mayores egresos en relación con los ingresos, valores superiores significarán lo opuesto.

Ecuaciones de Transferencia de Material

MTC Entradas: Vegetación = n. La ecuación de entradas de material en el sector o submodelo MTC, corresponde a la variable Vegetación en cuanto a la cantidad de kilogramos de materia seca que se producen en determinado rancho a simular. El signo "n" es la representación de los kilogramos de materia seca.

MTC Salidas: Utilización = n. La ecuación de salidas de material en el sector o submodelo MTC, corresponde a la variable Utilización. Esta ecuación representa el uso de la vegetación como forraje y cobertura en el rancho del MTC que se pretende simular; éste valor entonces, variara de acuerdo a la administración de cada rancho.

Venado Entradas: KV = n * Arbustos. La ecuación de transferencia de material de entrada para el submodelo Venado, corresponde a la variable denominada

depende de los datos disponibles y del sistema utilizado en el rancho que se pretende simular.

Venado Salidas: Trofeos = n * Densidad. Esta es la ecuación de transferencia de material correspondiente a la salida del submodelo Venado, se representó por la variable Trofeos, misma que se consideró como el producto del porcentaje o de la fracción de la variable Densidad. Dicha fracción se obtiene de la información de cada rancho o mediante la experimentación con el modelo.

Bovino Entradas: KB = n * Gramíneas. Esta ecuación representa la transferencia de material como entrada en el submodelo denominado Bovino y se obtiene a partir de la variable KB, considerada como el resultado de un porcentaje o fracción de la variable Gramíneas. Cuando la KB es exactamente igual a las gramíneas ($KB = \text{Gramíneas}$) se entiende que la capacidad de carga con respecto a los bovinos, es igual a la totalidad de las gramíneas. Con este mismo criterio una fracción de las gramíneas significará que la KB corresponde solo a una parte de las mismas.

Bovino Salidas: Beceros = n * Carga. Es la ecuación que se maneja para obtener la transferencia de material como salida del submodelo Bovino, representada por la variable denominada Beceros y obtenida con un

porcentaje (n) de la variable Carga. Ese porcentaje corresponde a la fracción de la variable carga, necesaria para obtener el número de becerros que se producen en cada rancho o caso simulado. Por lo tanto su valor variará de acuerdo con el sistema y la administración aplicados. Lógicamente conforme se aproxime al 100 por ciento aumentará el número de becerros, o bien, conforme la fracción se aproxime al valor de 0 por ciento, se disminuirán los becerros.

Rentabilidad Entradas: Ingresos = Productos. Esta ecuación permitió obtener la transferencia de material de entrada, del submodelo rentabilidad. Dicha transferencia fue representada por la variable Ingresos, misma que fue considerada igual que la variable Productos, en el entendido de que una no puede reemplazar a la otra por el tipo de variable al que corresponden. El valor de los ingresos variará para cada rancho dependiendo de los productos y éste se modificará dependiendo de todas las variables que lo forman.

Rentabilidad Salidas: Egresos = n * Productos. Es la ecuación que se manejó para obtener la transferencia de material de salida en el submodelo rentabilidad. Se obtuvo mediante la variable Egresos, con el resultado de la fracción (n) de la variable Productos. Esta fracción dependerá de la relación entre el valor de los egresos con el de los ingresos de cada rancho. Así, un rancho con menores egresos representará menor proporción de sus productos y mejores utilidades en la empresa, o bien un rancho con mayores egresos tendrá mayor proporción de sus productos y menores utilidades.

Ejecución de las Simulaciones de Referencia

Se conformó al modelo por el número de submodelos necesarios para hacerlo susceptible, buscando en este sentido el mejor nivel de susceptibilidad, que se puede traducir posteriormente en una mejor evaluación del modelo. En el capítulo de resultados se presenta el esquema del modelo definitivo y las tablas, gráficas y descripciones originadas por la ejecución de las simulaciones de referencia.

Mientras existieron errores conceptuales, difícilmente se pudo hacer correr el modelo en el programa de cómputo, más aún, una vez que se hizo correr, se identificó que en lo futuro va a ser indispensable analizar que las predicciones simuladas sean correctas. Una vez que se precisó el funcionamiento del modelo, se realizaron las simulaciones pertinentes para que esto permita pasar a las etapas posteriores en estudios futuros, con lo que se complementará la información proporcionada por el modelo cuantitativo con las etapas de Evaluación y de Uso del mismo.

Sobre la marcha de las presentaciones ante el comité particular de asesores, se concluyó correr el modelo para cada rancho del que se tuvo información disponible; con lo cual se dejó la idea de calcular las ecuaciones para obtener los datos de la simulación con respecto solamente a la rentabilidad correspondiente al aprovechamiento por cada trofeo y a la cosecha por cada becerro, procediendo a sujetarse a la capacidad de carga disponible

en cada caso simulado, para obtener la rentabilidad con respecto a los ingresos generados por la totalidad de ventas de trofeos y becerros.

Fueron cuatro los ranchos posibles a simular, denominados: Rancho Ejemplo (Ejemplo), Rancho Modelo Tradicional (Tradicional), Rancho Modelo Integral Tecnificado (Tecnificado) y Rancho Teórico (Teórico). En realidad no se tuvo la totalidad de información con un respaldo bibliográfico y científico, por lo que se procedió a manejar algunos datos obtenidos por información no publicada en artículo científico, obteniéndola de cálculos, experimentación con el modelo, comunicación verbal, deducción o de hipótesis, como naturaleza de estos estudios. Por otra parte, algunos de los datos obtenidos son de carácter privado, por lo que será necesario tener reserva en su divulgación, para conservar la confianza del informante y por consiguiente del propietario del rancho.

En las siguientes páginas se presenta cada caso simulado con las citas bibliográficas, los cálculos, las hipótesis y los procedimientos realizados. La argumentación de las simulaciones se realizó fundamentando lo más posible la información implícita en el modelo construido para cada rancho simulado utilizando las siguientes fuentes:

CIENTIFICOS: Todos los diferentes autores que contaron con conocimientos en cuanto al tema en estudio, mediante sus publicaciones y en ocasiones respaldada por correo electrónico o incluso comunicación verbal.

COTECOCA: Se justificó por que hasta la fecha, fue la única fuente oficial con respecto a la capacidad de carga y la carga animal del MTC.

SPP o INEGI: Proporcionó información en cuanto a geografía, clima y vegetación, como principal fuente oficial.

USDI: Paralelamente a la información de INEGI, proporcionó información comparable, en vista de que en Texas existe parte de la Provincia denominada Matorral Tamaulipeco.

FIRA: Fue la dependencia oficial con mayor y mejor información respecto a las finanzas de los ranchos de la región, no obstante que se complementó con la información de la contabilidad interna en los ranchos de MTC.

SEMARNAT: Proporcionó la información más reciente en cuanto a los suelos y las UMAs en el MTC, así como los aspectos de legislación en cuanto al medio ambiente.

RANCHOS MTC. Presentaron la información con la que en realidad los propietarios finalmente toman las decisiones. Tal es el caso de los ranchos La Muralla, El Tule, La Maroma, Río Grande, etc. consultados directamente, así como de aquellos ranchos consultados indirectamente mediante publicaciones.

Sobre la marcha se identificaron más fuentes que proporcionar información pertinente y valiosa, como fue el caso de SOMMAP AC. PROFAUNA AC. y ANGADI AC., entre otras organizaciones no menos importantes.

Rancho Ejemplo

La descripción más detallada del rancho se encuentra en el capítulo de Revisión de Literatura. La información principal a utilizar en el modelo es la siguiente: Superficie de 1600 ha, vegetación característica del MTC, vacas cruzadas de razas cebú x europea, aprovechamiento y venta de la población de venado cola blanca texano, así como producción y venta de los productos de un hato bovino (Ver el Cuadro 3.13).

Cuadro 3.13. Datos promedio del rancho ejemplo en el ciclo 1999 (Adaptado de FIRA, 1999a)

GRUPO	INVENTARIO (Cabezas)	VENTAS (Cabezas)	PESO		PRECIO	
			kg/cabeza	Kg/lote	\$/kg	\$/Lote
VACAS	111.00	20.00	340.00	6,800.00	8.00	54,400.00
REEMPLAZOS O VAQUILLAS	24.00	19.00	260.00	4,940.00	12.00	59,280.00
CRIAS HEMBRA O BECERRAS	27.00	34.00	170.00	5,780.00	11.00	63,580.00
CRIAS MACHO O BECERROS	30.71	47.00	180.00	8,460.00	13.00	109,980.00
NOVILLOS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOROS	4.00	2.00	550.00	1,100.00	8.50	9,350.00
TOTAL	196.71	122.00		27,080.00		296,590.00

Se obtuvieron los valores para cada variable del modelo proporcionando la información al mismo en el lenguaje y requisitos del programa STELLA, mediante los datos anteriores y los cálculos y procedimientos que se describen detalladamente en cada uno de los siguientes encabezados.

Vegetación. La variable Vegetación se calculó de acuerdo con la información proporcionada. El propietario del rancho informó que la capacidad de carga que el rancho posee es la que COTECOCA presenta como Coeficiente de Agostadero para esa región y menciona que es igual a 15 ha/UA, lo cual equivale a 328.5 kg MS/ha, obtenidos mediante los siguientes cálculos:

$$(450 \text{ kg/UA})(0.03 \text{ MS/día}) = 13.5 \text{ kgMS/UA día}$$

$$(13.5 \text{ kgMS/UA día})(365 \text{ días/año}) = 4,927.5 \text{ kgMS/UA año}$$

$$(4,927.5 \text{ kgMS/UA año}) / (15 \text{ ha/UA año}) = 328.5 \text{ kgMS/ha año}$$

$$(328.5 \text{ kgMS/ha año})(1600 \text{ ha/Rancho}) = 525,600 \text{ kg MS/Rancho año}$$

$$(525,600 \text{ kgMS/Rancho año}) / (4,927.5 \text{ kgMS/UA año}) = 106.67 \text{ UA/Rancho}$$

o bien y para comprobar: $(1600 \text{ ha/Rancho}) / (15 \text{ ha/UA}) = 106.67 \text{ UA/Rancho}$

Sin embargo, cabe mencionar que considerando el perfil D-D' (Figura 3.5) como el más próximo al rancho ejemplo, y en base a su información considerando los valores de los sitios Dbk 42, 43 y 46 del Matorral Mediano Espinoso hasta antes de la primer zona de riego (Cuadro 3.11), se tiene una producción en kgMS de 464.185, 454.336 y 420.581 respectivamente con unas frecuencias respectivas de 3, 2 y 3. Para obtener su promedio ponderado se manejaron los siguientes cálculos con el respectivo resultado:

$$\bar{X}_p = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i} = \frac{(3)(464.185) + (2)(454.336) + (3)(420.581)}{3 + 2 + 3} = 445.371$$

En este contexto, los 445.371 kgMS/ha como coeficiente de agostadero o capacidad de carga, equivalen a las unidades animal obtenidas mediante los siguientes cálculos:

$$(450 \text{ kg/UA})(0.03 \text{ MS/día}) = 13.5 \text{ kgMS/UA día}$$

$$(13.5 \text{ kgMS/UA día})(365 \text{ días/año}) = 4,927.5 \text{ kgMS/UA año}$$

$$(445.371 \text{ kgMS/ha año})(1600 \text{ ha/Rancho}) = 712,593.6 \text{ kgMS/Rancho año}$$

$$(712,593.6 \text{ kgMS/Rancho año}) / (4,927.5 \text{ kgMS/UA año}) = 144.615 \text{ UA/Rancho}$$

En base a lo anterior se le proporcionaron al modelo, en la variable Vegetación, los kg de MS/ha (445.371) y el número de hectáreas del rancho (1600) para obtener su producto con la ecuación siguiente: $445.371 * 1600$.

Es importante señalar que la variable Vegetación da inicio al submodelo MTC y por consiguiente a todo el modelo; de su valor dependerá en gran parte el valor de todas las variables biológicas siguientes, incluso su valor afectará en cierto modo a la primera variable económica denominada Productos.

Forraje y Cobertura. La variable Forraje y Cobertura es un cálculo realizado por el programa a partir de los valores en las variables Vegetación y Utilización, esta última descrita en el siguiente encabezado. Esta variable se representa mediante la siguiente ecuación: $\text{Forraje y Cobertura} = \text{Vegetación} - \text{Utilización}$.

Utilización. Por la ausencia de estudios en este rancho, la variable Utilización se obtuvo mediante los datos y cálculos disponibles. De acuerdo con la información del Cuadro 3.13. el rancho posee un inventario de 111 vacas, 24 vaquillas, 27 crías hembra, 30.71 crías macho y cuatro toros. Además por comunicación personal con el dueño, se sabe que se extraen cuatro trofeos al año y que su población está sana, por lo que considerando (por comunicación

con el asesor) que los trofeos en una población sana representarían solo el 5 por ciento del hato, se calcula una población de 80 venados y venadas.

La capacidad de carga que el rancho posee, de acuerdo con el propietario, es la que COTECOCA presenta (15 ha/UA = 328 kg MS/ha), como ya se ha calculado, esta cantidad representa 525,600 kg MS para las 1600 ha del rancho, sin embargo, infiriendo a partir de la carga animal presente, en realidad se está manejando una carga de al menos 11.08 ha/UA. Esto es obtenido con los datos del Cuadro 3.13 y para las proporciones en UA de cada grupo de animales, obtenidas con los siguientes cálculos:

$$(340 \text{ kg/vaca}) / (450 \text{ kg/UA}) = 0.76 \text{ UA/Vaca}$$

$$(260 \text{ kg/vaquilla}) / (450 \text{ kg/UA}) = 0.56 \text{ UA/vaquilla}$$

$$(170 \text{ kg/becerra}) / (450 \text{ kg/UA}) = 0.38 \text{ UA/becerra}$$

$$(180 \text{ kg/becerro}) / (450 \text{ kg/UA}) = 0.40 \text{ UA/becerro}$$

$$(550 \text{ kg/toro}) / (450 \text{ kg/UA}) = 1.22 \text{ UA/toro}$$

En base a lo anterior las unidades animal por grupo del rancho se calcularon como sigue:

$$111 \text{ vacas } (0.76 \text{ UA/vaca}) = 84.36 \text{ UA}$$

$$24 \text{ vaquillas } (0.56 \text{ UA/vaquilla}) = 13.44 \text{ UA}$$

$$34 \text{ becerras } (0.38 \text{ UA/becerra}) = 12.92 \text{ UA}$$

$$47 \text{ becerros } (0.40 \text{ UA/becerro}) = 18.80$$

$$4 \text{ toros } (1.22 \text{ UA/toro}) = 4.88 \text{ UA}$$

$$80 \text{ venados } (8 \text{ venados/UA}) = \underline{10.00 \text{ UA}}$$

$$\text{Total de UA} = 144.40 \text{ UA}$$

El cálculo está realizado sin reducir la proporción del peso en los becerros y las becerras antes del mercado. Con el valor obtenido, la cantidad requerida de kgMS/año por esta carga animal, se obtuvo afectándola por el consumo de MS por unidad animal al año, mediante los cálculos siguientes:

$$(144.40 \text{ UA})(450 \text{ kg/UA})(0.03 \text{ MS/UA/día})(365 \text{ días/año}) = 711,531 \text{ kg MS/año}$$

$$\frac{711,531 \text{ kg MS/año}}{1600 \text{ ha}} = 444.70688 = 444.71 \text{ kg MS/año/ha}$$

$$\text{Carga Animal} = \frac{450 \text{ kg/UA} (0.03 \text{ MS/UA/día})(365 \text{ días/año})}{444.71 \text{ kg MS/año/ha}} = 11.08 \text{ ha/UA/año}$$

$$\text{ó bien} = \frac{1600 \text{ ha}}{144.4 \text{ UA/año}} = 11.08 \text{ ha/UA/año}$$

La diferencia con el dato proporcionado por el productor (15 ha/U equivalentes a 106.67 UA/año) es considerable, con lo que de antemano se sabe que al presentar tal capacidad de carga, con la carga animal obtenida a partir del Cuadro 3.13 (11.08 ha/UA), el rancho se estaría sobrecargando incluso en las pruebas de simulación realizadas con el método de ensayo de error, con esos datos, las predicciones manifestaron sobrecarga para el rancho en el ejemplo.

De esta manera, en el modelo la variable Utilización se calculó con la cantidad de materia seca requerida por el hato bovino y la población de venados en cada hectárea (444.71), afectada por el número de hectáreas en el rancho (1600), mediante la ecuación siguiente: $444.71 * 1600$.

El cálculo está realizado sin reducir la proporción del peso en los becerros y las becerras antes del mercado. Con el valor obtenido, la cantidad requerida de kgMS/año por esta carga animal, se obtuvo afectándola por el consumo de MS por unidad animal al año, mediante los cálculos siguientes:

$$(144.40 \text{ UA})(450 \text{ kg/UA})(0.03 \text{ MS/UA/día})(365 \text{ días/año}) = 711,531 \text{ kg MS/año}$$

$$\frac{711,531 \text{ kg MS/año}}{1600 \text{ ha}} = 444.70688 = 444.71 \text{ kg MS/año/ha}$$

$$\text{Carga Animal} = \frac{450 \text{ kg/UA} (0.03 \text{ MS/UA/día})(365 \text{ días/año})}{444.71 \text{ kg MS/año/ha}} = 11.08 \text{ ha/UA/año}$$

$$\text{ó bien} = \frac{1600 \text{ ha}}{144.4 \text{ UA/año}} = 11.08 \text{ ha/UA/año}$$

La diferencia con el dato proporcionado por el productor (15 ha/U equivalentes a 106.67 UA/año) es considerable, con lo que de antemano se sabe que al presentar tal capacidad de carga, con la carga animal obtenida partir del Cuadro 3.13 (11.08 ha/UA), el rancho se estaría sobrecargando incluso en las pruebas de simulación realizadas con el método de ensayo error, con esos datos, las predicciones manifestaron sobrecarga para el rancho ejemplo.

De esta manera, en el modelo la variable Utilización se calculó con la cantidad de materia seca requerida por el hato bovino y la población de venados en cada hectárea (444.71), afectada por el número de hectáreas en el rancho (1600), mediante la ecuación siguiente: $444.71 * 1600$.

Arbustos y Gramíneas. Se consideró que el 50 por ciento de la utilización correspondió a la variable Arbustos, obtenido por medio de la siguiente ecuación: $0.50 * Utilización$. Por otra parte se consideró que el 50 por ciento restante de la utilización correspondió a la variable Gramíneas, calculándose con la siguiente ecuación: $0.50 * Utilización$. Estas variables son el medio de transferencia entre los submodelos Venado y Bovino con el submodelo MTC.

KV y KB. En este caso simulado las variable KV y KB se consideraron como la totalidad del valor de la variable Arbustos y de la variable Gramíneas respectivamente, obteniéndose mediante las siguientes ecuaciones e igualdades: $KV = Arbustos$ y $KB = Gramíneas$.

Densidad. La variable Densidad se obtuvo mediante una fracción o porcentaje de la variable KV, calculada mediante la siguiente ecuación: $0.000224879 * KV$. Esta fracción se obtuvo de la división de la población de venados y venadas calculados, entre el valor de la variable Arbustos del rancho ($80 / 355,768$) con la aproximación de Euler que maneja el programa STELLA y mediante el método de ensayo y error, para que de esta manera la simulación obtuviera y se ajustara al dato preciso del rancho, es decir, a la población de 80 venados y venadas. No obstante, el valor de la fracción anterior es cambiante para cada caso a simular, más aún cuando se pretenda obtener el modelo de forma estocástica, para hacer las simulaciones con las distribuciones de sus variables.

Carga. Esta variable fue obtenida mediante una proporción de la variable KB, calculada mediante la siguiente ecuación: $0.0003761 * KB$. La proporción corresponde a las UA bovinos calculadas, en relación con el valor de la variable Gramíneas ($134.4 / 355,768$) con la aproximación Euler del programa STELLA y el método de ensayo y error. De esta manera la simulación asigna y se basa a 134.4 UA de carga animal, como dato técnico en el manejo del hato.

Por otra parte, con respecto a esta variable y la de Densidad (descrita antes de ésta), cabe mencionar que como existen 220 bovinos y 80 venados, la relación Bovino:Venado es de 2.75:1 como individuos, y es superior como Unidades Animal correspondientes a los bovinos en relación con Unidades Animal correspondientes a los venados (13.4:1). Estos valores no se manejan directamente en el modelo, pero los diferentes elementos considerados lo presentan de forma indirecta, infiriendo así en la relación Bovino:Venado, utilizada como un nombre técnico para expresar todas las variables implicadas que fueron consideradas en el sistema de interés, como se presenta en el título y en el desarrollo del presente estudio.

Trofeos. Esta variable del modelo fue obtenida mediante la fracción (0.05) que es considerada como la de una población estable de venados correspondiente a los machos cazables, entendiendo que dicha población se obtuvo mediante el valor de la variable Densidad y suponiendo que la totalidad de los machos cubren el precio ofrecido por el rancho a sus clientes, para cada trofeo o servicio. Su ecuación es la siguiente: $0.05 * Densidad$.

Beceros. La variable denominada Beceros, se obtuvo mediante una fracción de la variable Carga (0.3497), calculada mediante el método de ensayo y error con la aproximación de Euler del programa STELLA, para obtener la cantidad de becerros que en los datos disponibles se presentó como cosecha anual. De esta manera se logró proporcionarle el valor preciso al elemento del modelo así como obtener la predicción lo más cercana posible a la realidad. Se utilizó la siguiente ecuación: $0.3497 * \text{Carga}$.

Precio T. Esta variable se consideró con un valor de 50,000 por que representa \$50,000.00 (Cincuenta mil pesos 00/100 MN en 1999) como una conversión de \$5,000.00 USD (Cinco mil dólares americanos) suponiendo que es el precio a que el propietario del rancho vende sus trofeos. Se plantea como suposición debido a que las fuentes de información oficial no proporcionaron informes a respecto, por otra parte pedirselo al propietario hubiera puesto en riesgo la confianza que ya se había logrado, ya que normalmente los productores son reservados en proporcionar sus ingresos para evitar riesgos de pérdidas de tiempo por las auditorias de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) o incluso riesgos por piratería de la información y de los clientes por parte de la competencia desleal en el mercado; no obstante tanto las fuentes de información como el propietario señalaron que los trofeos alcanzaban los mejores precios. La variable Precio T es una de las dos únicas variables externas en el modelo, puesto que afecta pero no es afectada por el sistema. La ecuación se planteó de la siguiente manera: $\text{Precio T} = 50,000$.

Precio B. Esta variable se obtuvo con el precio del becerro promedio. Su ecuación es sencillamente: $\text{Precio B} = 2,340$. El valor 2,340 representa los \$2,340.00 (Dos mil trescientos cuarenta pesos 00/100 MN) como el precio promedio de los becerros (también promedio) cosechados en el rancho $[(109,980 \text{ \$/lote}) / (47 \text{ becerros/lote}) = 2,340 \text{ \$/becerro}]$ con los datos obtenidos del Cuadro 3.13. En esta variable y en la anterior, sobresale la importancia de este modelo, esto mas aún al hacerlo estocástico.

Productos. El valor de la variable Productos se obtuvo del resultado al sumar el producto de la variable Trofeos afectada por la variable Precio T, con el producto de la variable Becerros afectada por la variable Precio B. Su ecuación es la siguiente: $\text{Productos} = (\text{Trofeos} * \text{Precio T}) + (\text{Becerros} * \text{Precio B})$. Los resultados de la simulación pueden variar un poco a los de una calculadora, esto es por el método la integración que el software utiliza. Esta es la variable que mas elementos integra y es el medio de transferencia de información entre los submodelos Venado y Bovino con el submodelo Rentabilidad.

Ingresos. El valor de la variable Ingresos se obtuvo a partir de una ecuación sencilla ($\text{Ingresos} = \text{Productos}$), esto considerando que las entradas de dinero al rancho son el total de las ventas de trofeos y de becerros. Cabe mencionar que pueden existir otros ingresos por la venta de productos secundarios. No obstante, el sistema de interés para desarrollar el presente modelo, fue delimitado considerando solo los principales productos del rancho.

Egresos. El valor de esta variable fue obtenida mediante el resultado de la siguiente ecuación: $0.32 * \text{Productos}$. Esta igualdad significa que la variable Egresos equivale al 32 por ciento del valor de la variable Productos, dicha proporción se obtuvo al analizar los estados de resultados del rancho con respecto a la rama de bovinos y al relacionar los egresos totales con los ingresos totales ($107,688 / 296,590 = 0.36$) cuyo desglose se describe en el Cuadro 3.14. Suponiendo que esta relación se disminuye con el beneficio del rubro de los venados, debido a que implica mucho menos egresos y mas ingresos, se consideró una fracción de 0.32.

Cuadro 3.14. Desglose de Ingresos y Egresos en el rancho ejemplo (Adaptado de FIRA, 1999a)

CONCEPTO	MONTO (\$)
Venta de Vacas	54,400.0
Venta de Vaquillas/Novillonas	59,280.0
Venta de Becerras	63,580.0
Venta de Becerros	109,980.0
Venta de Toros	9,350.0
Total de Ingresos	296,590.0
Mano de Obra	32,600.0
Alimentación	11,667.0
Sanidad Animal	4,809.0
Vehículo	15,072.0
Mantenimiento Maquinaria	9,112.0
Mantenimiento Equipos	3,190.0
Mantenimiento Construcciones	13,613.0
Aperos y Utiles	655.0
Impuestos y Cuotas	9,070.0
Administración	6,900.0
Varios	1,000.0
Total de Egresos	107,688.0

Utilidad. La variable Utilidad obtuvo su valor a partir de la variable Ingresos y de la variable Egresos, por lo que la estimación obedece al tiempo correspondiente (de un año) mediante la ecuación de diferencia siguiente:
$$\text{Utilidad} = \text{Ingresos} - \text{Egresos}.$$

Rentabilidad Sobre Ingresos. El valor de esta variable proporciona el fin último del presente estudio. Se obtiene dividiendo la variable Utilidad entre la variable Egresos, por lo que su ecuación es la siguiente: $\text{Utilidad} / \text{Egresos}$. Con el valor de esta variable se completan los datos del Rancho Ejemplo, para que de esta manera se proceda a tomar las decisiones más pertinentes en la Administración del mismo.

Predicciones. Al agregar al modelo la información de todas las variables anteriores y al hacer correr el programa, se obtuvieron las predicciones que se presentan en el siguiente capítulo (Resultados), y que se discuten y se incluyen en los capítulos posteriores.

Rancho Tradicional

El Rancho Tradicional como caso a simular, corresponde al modelo con aprovechamiento tradicional que en la descripción de los servicios se describe para la sección denominada Ranchos, dentro del capítulo de Revisión de Literatura. Se obtuvieron los valores para cada variable del modelo, proporcionando la información de manera similar al caso anterior, incluso omitiendo la descripción de las variables que se calcularon de la misma manera, con el fin de hacer más ágil la explicación del caso.

Vegetación. Se tiene una capacidad forrajera (anteriormente llamada coeficiente de agostadero) de 406 UA en 2500 ha (Rodríguez *et al.*, 1998) con lo que se puede inferir la producción mediante el siguiente cálculo:

$$2500 \text{ ha}/406 \text{ UA} = 6.1576 \text{ ha/UA} = 0.1624 \text{ UA/ha}$$

$$0.1624 \text{ UA/ha} (450 \text{ kg/UA}) = 73.08 \text{ kg/ha} (0.03 \text{ MSdía}) = 2.19 \text{ kgMS/hadía}$$

$$2.19 \text{ kgMS/hadía} (365 \text{ días/año}) = 800.226 \text{ kgMS/haaño}$$

En base a lo anterior, la variable Vegetación se obtiene del producto de la MS y las hectáreas, mediante la siguiente ecuación: $800.226 * 2500$.

Utilización. El terreno se compone en un 75 por ciento de agostadero y en un 25 por ciento de praderas de buffel. Se utiliza el 76 por ciento del agostadero con los bovinos, manteniendo una carga promedio de 304.4 unidades animal y una densidad promedio de 108.1 venadas y 59 venados (Rodríguez *et al.*,

1998). En suma se tienen 167.1 venados y venadas, como se señala en la revisión de literatura los cervatos entran en la equivalencia con UA, considerando ésta equivalencia de 8 venados por UA, esta suma forma 20.8875 UA correspondientes al venado que suman 325.2875 UA con los bovinos durante el año. Ahora bien, esta carga animal corresponde a la siguiente utilización de materia seca calculada:

$$(325.2875 \text{ UAaño/Rancho}) / (2500 \text{ ha/rancho}) = 0.1301 \text{ UAaño/ha}$$

$$0.1301 \text{ UAaño/ha} = 7.6855 \text{ ha/UAaño}$$

como ya se ha calculado con anterioridad, si se requieren 4927.5 kgMS/UAaño

$$(4927.5 \text{ kgMS/UAaño}) / (7.6855 \text{ ha/UAaño}) = 641.1424 \text{ kgMS/ha}$$

En base a lo anterior, el valor de la variable Utilización se obtendrá del resultado de multiplicar la cantidad de materia seca disponible en cada hectárea, por el número de hectáreas en el rancho, mediante la siguiente ecuación: $641.1424 * 2500$

Densidad. La variable Densidad se obtuvo mediante una fracción o porcentaje de la variable KV, calculada con la siguiente ecuación: $2.08502 \times 10^{-4} * KV$. Esta fracción se obtuvo de la división de la población de venados y venadas calculados, entre el valor de la variable Arbustos del rancho (167.1 / 801,428) con la integración de Euler que maneja el programa STELLA y mediante el método de ensayo y error, para que de esta manera la simulación se ajustara a la población de 167.1 venados y venadas.

Carga. Esta variable fue obtenida mediante una proporción de la variable KB calculada mediante la siguiente ecuación: $3.79822 \times 10^{-4} * KB$. La proporción corresponde las UA bovino citadas, en relación con el valor de la variable Gramíneas (304.4 / 801,428) con la aproximación de Euler que maneja el programa STELLA y mediante el método de ensayo y error. De esta manera la simulación asigna y se basa en las 134.4 UA de carga animal, calculadas con anterioridad para el hato bovino.

Trofeos. Esta variable del modelo fue obtenida mediante la fracción (0.095751) que se obtuvo de la información de Rodríguez *et al.* (1998) quienes presentaron la cantidad de 16 venados cola blanca vendidos al año, en un promedio de 10 años proyectados. Este valor dividido entre los 167.1 venados y venadas estimados en la Densidad (16/167.1), proporciona el valor de tal fracción. Su ecuación es la siguiente: $0.095751 * Densidad$.

Becerras. El valor de la variable denominada Becerras se obtuvo mediante la fracción (0.2299605) de la variable Carga, calculada mediante el número de becerros proyectados a cosechar en el rancho (70), dividido entre el valor de la variable Carga (304.4) para obtener la cantidad de becerros que en los datos disponibles se presentó como cosecha anual, y para obtener entonces la cantidad de becerros a cosechar, en forma congruente con la información del rancho, proporcionada por Rodríguez *et al.* (1998). Se utilizó la siguiente ecuación: $0.2299605 * Carga$.

Precio T y Precio B. La fuente de información citada para este caso, plantea un valor para cada trofeo de \$13,600.00 (Trece mil seiscientos pesos 00/100 MN), por lo tanto su ecuación es la siguiente: Precio T = 13,600. Además el precio del becerro en promedio se reporta por \$2,765.10 (Dos mil setecientos sesenta y cinco pesos 10/100 MN) . Su ecuación es sencillamente: Precio B = 2,765.10.

Egresos. El valor de esta variable se obtuvo a partir de los datos presentados dentro de la siguiente página en el Cuadro 3.15. A partir del cual, al dividir el total de los costos entre el total de las ventas en el rancho, es decir, la suma de los datos de Bovino (Ventas = 349,198.80 y Costos = 296,992.80) con los de Fauna Silvestre (Ventas = 217,600 y Costos 64,616), se obtiene el resultado de 0.6376315 (Costos totales: 361,408.80 / Ventas totales: 566,798.80 = 0.637631) que se redondea a 0.64 y se considera como la fracción de los productos correspondiente a los egresos; por lo que la ecuación de la variable egresos queda como sigue: 0.64 * Productos.

Después de la siguiente página se procede con la descripción del tercer caso simulado, correspondiente al Rancho Tecnificado.

BANCO DE TESIS

Cuadro 3.15. Desglose de ventas y costos de operación en el rancho tradicional (Adaptado de Rodríguez *et al.*, 1998)

CONCEPTO	MONTO (\$)	TOTAL (\$)
BOVINOS: VENTAS		
Vacas de desecho	83,302.00	
Becerras de exportación	193,554.90	
Becerras excedentes	64,902.60	
Toros de desecho	7,439.30	349,198.80
BOVINOS: COSTOS		
Sueldos	73,000.00	
Administración	36,000.00	
Mantenimiento construcciones	12,000.00	
Mantenimiento maquinaria y equipo	12,000.00	
Prestaciones	5,110.00	
Mantenimiento praderas	26,562.50	
Alimentación	15,365.00	
Sales minerales	13,459.70	
Medicinas y vacunas	15,365.00	
Mano de obra eventual	12,000.00	
Fletes	3,300.00	
Utiles y equipo	3,073.00	
Combustibles y lubricantes	17,550.00	
Energía eléctrica	9,219.00	
Seguros	9,219.00	
Cuotas	1,536.50	
Impuestos de venta	2,402.40	
Gastos de exportación	17,830.70	
Sementales	12,000.00	296,992.80
FAUNA SILVESTRE: VENTAS		
Cacerías/Venado cola blanca texano	217,600.00	217,600.00
FAUNA SILVESTRE: COSTOS		
Estudios poblacionales	5525.00	
Mantenimiento de construcciones e instalaciones	3600.00	
Combustibles y lubricantes	6370.00	
Energía eléctrica	3188.00	
Alimentación	12,750.00	
Mantenimiento de maquinaria y equipo	2400.00	
Gas butano	1080.00	
Publicidad	5000.00	
Servicios auxiliares	6375.00	
Costos de cultivo	8000.00	
Trámites y permisos	10,128.00	64,416.00

Rancho Tecnificado

El Rancho Tecnificado, corresponde al modelo con aprovechamiento tecnificado que se describe dentro del capítulo de Revisión de Literatura, prácticamente se trata del mismo rancho del caso anterior pero con una administración diferente, principalmente en cuanto a los servicios que ofrece. En los siguientes párrafos se presenta la obtención de los valores para cada variable y se continúa omitiendo la descripción de las variables que fueron calculadas de la misma manera que en los dos casos anteriores, para hacer más activa la descripción del rancho simulado.

Utilización. Mediante el aprovechamiento integral de flora, fauna y turismo ecológico, el terreno mantiene una carga promedio de 310.95 UA y una densidad promedio de 108.1 venadas y 59 venados (Rodríguez *et al.*, 1998). En suma se tienen 167.1 venados y venadas que divididos entre 8 venados(as) por cada UA, forman 20.8875 UA correspondientes a la población de venados y que suman 331.8375 UA totales en el rancho durante cada año. A esta carga animal le corresponde un valor en materia seca, obtenida mediante los siguientes cálculos:

$$(331.8375 \text{ UAaño/Rancho}) / (2500 \text{ ha/rancho}) = 0.132735 \text{ UAaño/ha}$$

$$0.132735 \text{ UAaño/ha} = 7.533808 \text{ ha/UAaño}$$

como ya se ha calculado con anterioridad, si se requieren 4927.5 kgMS/UAaño

$$(4927.5 \text{ kgMS/UAaño}) / (7.533808 \text{ ha/UAaño}) = 654.05171 \text{ kgMS/ha}$$

En base al resultado anterior, el valor de la variable Utilización se obtendrá con el producto de multiplicar la cantidad de materia seca disponible por hectárea, por el número de hectáreas en el rancho, mediante la siguiente ecuación: $654.05171 * 2500$.

Densidad. La variable Densidad se obtuvo mediante una fracción de la variable KV utilizada como parte correspondiente de la ecuación: $2.04387 \times 10^{-4} * KV$. Esta fracción se obtuvo de la división de la población de venados y venadas que proporciona la fuente de información, entre el valor obtenido para la variable Arbustos ($167.1 / 817,564.64$). El cálculo fue realizado con el método de integración de Euler que maneja el programa STELLA, así como con el método de ensayo y error, para que de esta manera la simulación se ajustara a la población de 167.1 venados y venadas.

Carga. Esta variable fue obtenida mediante una proporción de la variable KE calculada mediante la siguiente ecuación: $3.80336 \times 10^{-4} * KB$. La proporción corresponde a las UA bovino, en relación con el valor de la variable Gramínea ($310.95 / 817,564.64$) con la aproximación de Euler que maneja el programa STELLA y mediante el método de ensayo y error. De esta manera la simulación se asigna y se basa en las 310.95 UA de carga animal, citadas con anterioridad para el hato bovino.

feos. Esta variable del modelo fue obtenida mediante la fracción (0.0993417) que se obtuvo de la información de Rodríguez *et al.* (1998). Los datos para este caso presentan la cantidad de 16.6 venados cola blanca cotos al año, en un promedio de 10 años proyectados. Este valor dividido entre los 167.1 venados y venadas estimados en la Densidad (16.6/167.1), proporciona el valor de tal fracción. La ecuación de esta variable es la siguiente: $0.0993417 * \text{Densidad}$.

erros. El valor de la variable denominada Becerros se obtuvo mediante la fracción (0.2637079) de la variable Carga, calculada mediante el número de becerros promedio proyectados a cosechar en el rancho (82), dividido entre el valor de la variable carga (310.95) con los métodos que se han venido utilizando con anterioridad, para obtener entonces la cantidad de becerros a cosechar, en forma congruente con la información para el rancho, proporcionada por Rodríguez *et al.* (1998) y utilizando la siguiente ecuación: $0.2637079 * \text{Carga}$.

precio T y Precio B. La fuente de información citada para este caso, plantea un precio para cada trofeo de \$21,250.00 (Veintiún mil doscientos cincuenta pesos 100 MN), por lo tanto su ecuación es: $\text{Precio T} = 21,250$. Además el precio de un becerro en promedio se reporta por lote de \$251,928.60 (Doscientos cincuenta y un mil novecientos veintiocho 60/100 MN) para un total de 82 becerros (Rodríguez *et al.*, 1998) lo cual equivale a un precio promedio por

becerro de \$3,072.30 (Tres mil setenta y dos pesos 30/100 MN). Su ecuación es sencillamente: Precio B = 3,072.30.

Egresos. En la variable Egresos se obtuvo su valor a partir de una síntesis de las ventas y los costos correspondientes a los trofeos y a los becerros (Cuadro 3.16). Cabe mencionar que esta información es menos precisa, debido a que los datos de los autores no especifican los elementos para obtener el costo por producto, en mayor grado en el caso del rubro de fauna silvestre; por otra parte, el tratar de hacer un prorrateo de costos no fue posible, por que con la información al respecto se llegaba solo a datos más confusos, lo cual contradice al principio citado de desarrollar el modelo lo más sencillo posible.

Al dividir la suma de los totales de costos entre la suma de los totales de ventas, se obtiene el valor de 0.3650605 que se redondea a 0.365 y se considera como la fracción de los productos correspondiente a los egresos; por lo que la ecuación de la variable egresos queda como sigue: $0.365 * \text{Productos}$

En la siguiente página se presenta el Cuadro 3.16. Posteriormente se describe el cuarto y último caso simulado, que fue denominado Ranch Teórico.

Cuadro 3.16. Desglose de ventas y costos de operación del rancho tecnificado
(Adaptado de Rodríguez *et al.*, 1998)

CONCEPTO	MONTO (\$)	TOTAL (\$)
BOVINOS: VENTAS		
Vacas de desecho	93,714.70	
Beceros de exportacion	251,928.60	
Becerras excedentes	94,702.70	
Toros de desecho	8,927.10	449,273.10
BOVINOS: COSTOS		
Sueldos	73,000.00	
Servicios técnicos y Administración	48,000.00	
Mantenimiento a construcciones, maquinaria y equipo	24,000.00	
Prestaciones	5,110.00	
Mantenimiento praderas	26,562.50	
Alimentación	15,725.00	
Sales minerales	13,775.10	
Medicinas y vacunas	15,725.00	
Mano de obra eventual	12,000.00	
Fletes, Útiles y Equipo	6,995.00	
Combustibles y lubricantes	17,550.00	
Energía eléctrica	9,435.00	
Seguros	9,435.00	
Cuotas	1,572.50	
Impuestos de venta	2,802.80	
Gastos de exportación	20,030.20	
Sementales	12,000.00	313,718.10
FAUNA SILVESTRE: VENTAS		
Cacerías de aves acuáticas	14,535.00	
Cacerías de palomas	233,750.00	
Cacerías de otras aves	283,050.00	
Cacerías de pequeños mamíferos	22,950.00	
Cacerías de limitados	31,450.00	
Cacerías de venado cola blanca texano	352,750.00	
Venadas cola blanca texano	47,430.00	
Ecoturistas	78,62.50	993,777.50
FAUNA SILVESTRE: COSTOS		
Estudios poblacionales	5,525.00	
Mantenimiento de construcciones e instalaciones	12,600.00	
Sueldos	18,000.00	
Combustibles y lubricantes	17,550.00	
Energía eléctrica	6,375.00	
Insumos para cocina	6,800.00	
Alimentación	12,750.00	
Mantenimiento de maquinaria y equipo	7,400.00	
Gas butano	1,080.00	
Publicidad	12,750.00	
Servicios auxiliares	10,000.00	
Capacitación	6,375.00	
Costos de cultivo	20,000.00	
Trámites y permisos	75,877.80	213,082.80

Rancho Teórico

Este Rancho es llamado Teórico, por valerse de la información y principios teóricos citados en el estudio, así como del criterio del autor en cuanto a todas las variables que incluye. La obtención de los valores para cada variable se redacta en los siguientes párrafos, excepto para aquellas variables cuyo procedimiento ya está descrito en alguno de los tres casos anteriores.

Vegetación. La vegetación disponible se obtuvo a partir de la producción de materia seca en los diferentes tipos de matorral y en un tipo de bosque, citado con anterioridad (Cuadro 3.11). Los datos se ordenaron para obtener su frecuencia y someterlos a la ecuación que calcula el promedio ponderado, obteniendo así una producción promedio de 327.15 kg MS/ha. Sin embargo, como el principio de la dependencia citada fue considerar solo el 50 por ciento de las muestras para dejar el remanente, la producción real es de 654.3 kg MS/ha. Este valor representa a la variable Vegetación, considerando un rancho con una superficie de 1000 ha como mínimo, por la recomendación de algunos ganaderos, y formándose así la siguiente ecuación: $654.3 * 1000$.

Utilización. Como solo se utiliza el 50 por ciento del forraje y cobertura disponible para el buen manejo de la vegetación, entonces la variable Utilización se considera de los 327.15 kg MS/ha, afectados por la superficie del rancho (1000 ha) mediante la siguiente ecuación: $327.5 * 1000$.

Arbustos y Gramíneas. Considerando las proporciones entre estratos (UAAA 1999), las gramíneas, herbáceas y subarbustos conforman el 90 por ciento de la Dominancia Relativa como de la Densidad Relativa; como ya se ha mencionado, estos estratos de vegetación son representados en el modelo por la variable Gramíneas, mientras que los arbustos, árboles, cactáceas agaváceas, que conforman el 10 por ciento restante, son representados en el modelo por la variable Arbustos. Por otra parte, en el documento arriba citado se presenta que el valor de la Frecuencia Relativa es de 57 por ciento para el conjunto de plantas representadas por los arbustos y del 43 por ciento restante para el conjunto de plantas representadas por las gramíneas.

Desafortunadamente la referencia citada no presenta información sobre la producción en kg de materia seca por unidad de área y por estrato, sin embargo suponiendo que la Frecuencia Relativa es la información más representativa de la variable Forraje y Cobertura, se considera que la proporción de la Utilización es del 57 por ciento para la variable Arbustos y del 43 por ciento para la variable Gramíneas, de acuerdo con los valores de Frecuencia Relativa. En base a lo anterior, se definieron las ecuaciones para cada variable tal y como se presentan a continuación: $\text{Arbustos} = 0.57 \text{ Utilización}$, $\text{Gramíneas} = 0.43 * \text{Utilización}$.

KV y KB. La capacidad de carga representada por las variables KV y KB, que proporciona la vegetación, corresponde a la totalidad de la materia seca disponible, formada por el conjunto de plantas representadas por la variable

Arbustos para el venado y el conjunto de plantas representadas por la variable Gramíneas para el bovino. En vista de que desde un principio se consideró un 50 por ciento de la vegetación para dejar el remanente, como principio de la COTECOCA, los valores de cada variable se consideraron iguales a las variables Arbustos y Gramíneas; y se obtuvieron mediante las siguientes ecuaciones: $KV = \text{Arbustos}$ y $KB = \text{Gramíneas}$.

Densidad y Carga. De las variables KV y KB se generan la variable Densidad para los venados y la variable Carga para los bovinos, respectivamente. En base a lo que se sugiere como aproximación inicial al manejar las cargas, e considerar una relación de una unidad animal bovino por cada venado (Rodríguez *et al.*, 1998), se realizaron los siguientes cálculos:

Anteriormente se calculó el requerimiento por UA de 4927.5 kgMS/UAaño

$$(4927.5 \text{ kgMS/UAaño}) / (327.15 \text{ kgMS/haaño}) = 15.06 \text{ ha/UA}$$

Con el resultado anterior, se concluyó que si 327.15 kg MS proporcionar 15.06 ha/UA entonces también proporcionan un venado por cada 15.06 ha; por lo que en la escala definida de 1000 ha, el rancho soportara 66.40 UA con bovinos más 66.40 venados (machos, hembras y cervatos). En base a lo anterior, la ecuación de la variable Densidad se obtiene mediante una fracción que resulta de dividir el total de los venados estimados entre el valor de la variable Arbustos ($66.40 / 186,475.50 = 3.56078 \times 10^{-4}$), esta fracción afectada a la variable KV proporciona el valor de la variable Densidad, mediante la siguiente ecuación: $\text{Densidad} = 3.56078 \times 10^{-4} * KV$. Así también, la ecuación de

la variable Carga se obtiene mediante la fracción que resulta de dividir el total de las UA, entre el valor de la variable Gramíneas ($66.40 / 140,674.50 \cdot 4.72011 \times 10^{-4}$), afectando con su resultado a la variable KB, mediante la siguiente ecuación: $4.72011 \times 10^{-4} * KB$.

Becerras y Trofeos. Las variables Becerras y Trofeos se obtuvieron mediante las tasas de extracción y de aprovechamiento respectivamente, aplicadas para cada especie animal considerada en el modelo. No obstante, fue necesario escoger un valor intermedio en el rango de datos de las referencias bibliográficas al respecto (Cuadro 3.17), debido a que no existe aún un dato reportado para la región específica del MTC.

Cuadro 3.17. Tasas de extracción para bovinos y de aprovechamiento para venados en el noreste de México

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	LUGAR DEL ESTUDIO	TASA	
		BOVINO	VENADO
FIRA, 1999a	Piedras Negras, Coahuila	57.5 % Hato	
FIRA, 1999b	Coahuila	29.9 % Promedio Hato	
Villarreal <i>et al.</i> , 1999	Noreste de México		15 - 30 % Machos 10 - 40 % Hembras
Rodríguez <i>et al.</i> , 1998	Noreste de México	33 - 36 % Hato	20 % Machos 13 % Hembras
Davis, 1990	South Texas Plains		20 % Machos y Hembras
Trillas, 1981	América Latina	28 % Hato	

Seleccionando un valor intermedio dentro del rango que presentan los autores citados en el cuadro anterior, se considero un aprovechamiento del 20%

por ciento para los venados y una extracción del 18 por ciento para los bovinos, considerando que esta última proporción es la correspondiente específicamente al becerro, que en los casos con información equivoca es aproximadamente a la mitad de la tasa y no a la totalidad del hato (becerros, becerras, vacas, vaquillas, novillos, toros y desechos), como lo presentan los autores citados en el cuadro anterior, con lo cual se obtuvieron 11.95 becerros y 13.28 venados al año. Pero en el caso de los venados, por información del asesor, se sabe que un máximo del 5 por ciento de los machos cazables (0.6 venados) corresponde a los trofeos, por lo que el resto del aprovechamiento representa a los machos que aún no alcanzan buena puntuación de acuerdo con el criterio B&C y a los aleznos.

En este contexto, no es tan sencillo determinar la cantidad de trofeos que se puedan obtener en el rancho, mas aún al recordar que un trofeo representa a varios servicios para que el cazador lo obtenga, e implica la faja del rancho, el precio del servicio con logro o fracaso en la cacería y los demás diferentes factores en el mercado. En base a lo anterior, se decidió escoger una cantidad de dos trofeos en el caso simulado, suponiendo que representa la realidad el aprovechamiento de solo 0.664 trofeos y las 1.336 partes restantes para llegar a los dos trofeos, representan a grandes rasgos al resto de los cazadores que aunque no tuvieron éxito pagaron los servicios. De esta manera las ecuaciones para cada variable se formaron con la proporción que representa cada valor seleccionado, de acuerdo con las siguientes operaciones:

$$(2 \text{ trofeos}) / (66.40 \text{ venados}) = 0.0301204 \text{ trofeos/venados}$$

$$18\% = 0.18 \text{ becerros/hato}$$

En base a las fracciones anteriores, la ecuación para la variable Trofeos es igual a $0.0301204 * \text{Densidad}$ y la ecuación para la variable Becerros es igual a $0.18 * \text{Carga}$.

Precio T y Precio B. Los precios son tan variables como el mercado, considerando los precios planteados en los tres casos anteriores, por el hecho de ser más reales, se obtuvo un precio promedio para trofeos de \$28,283.33 (Veintiocho mil doscientos ochenta y tres pesos 33/100 MN) y para becerros de \$2,725.80 (dos mil setecientos veinticinco pesos 80/100 MN). De esta manera las ecuaciones para cada variable son sencillamente la igualdad con el precio correspondiente.

Egresos. La variable Egresos se consideró igual a una proporción del 66 por ciento de la variable Productos, al observar el promedio de las proporciones de los casos anteriores (Cuadro 3.18) y al considerar el agregarle un tercer rubro al rancho, denominado Capital Natural (Cuadro 3.19), con el fin de tomar en cuenta la importancia del Capital Natural, señalada en la Revisión de Literatura. Este tercer rubro fue considerado, a manera de ensayo, sin ingresos y con \$200,000.00 (Doscientos mil pesos 00/100 MN) de egresos por la aplicación de cualquiera de los principios enunciados en la revisión de literatura para un aprovechamiento sustentable del Capital Natural en el MTC.

Cuadro 3.18 . Relación Egresos/Ingresos promedio del los casos: Ejempl Tradicional y Tecnificado

CONCEPTO	INGRESOS	EGRESOS	EGRESOS/INGRESOS
RANCHO EJEMPLO			
Bovinos	296,590.00	107,688.00	
Venados	200,000.00	50,000.00	
Total	496,590.00	157,688.00	0.32
R. TRADICIONAL			
Bovinos	349,198.80	296,992.80	
Venados	217,600.00	64,416.00	
Total	566,798.80	361,408.80	0.64
R. TECNIFICADO			
Bovinos	449,273.10	313,718.10	
Venados	993,777.50	213,082.80	
Total	1'443,050.60	526,800.90	0.37
PROMEDIO			
Bovinos	365,020.63	239,466.30	
Venados	470,459.17	109,166.27	
Total	835,479.80	348,632.57	0.42

Cuadro 3.19. Estado de resultados para el rancho teórico

CONCEPTO	TOTAL (\$)
BOVINOS	
Ingresos	365,020.6
Egresos	239,466.3
VENADOS	
Ingresos	470,459.1
Egresos	109,166.2
CAPITAL NATURAL	
Ingresos	0.0
Egresos	200,000.0

La suma de los egresos totales de cada rubro (548,632.57), dividida entre la suma de los ingresos totales de cada rubro (835,479.80), proporciona la fracción 0.66, para formar con ella la ecuación para la variable Egresos del presente caso, como sigue: $Egresos = 0.66 * Productos$.

El resto de las ecuaciones ya están descritas en los casos anteriores.

RESULTADOS

Considerado como el más alto nivel de resolución, el modelo de simulación es en si mismo el primer resultado del presente trabajo. Este modelo representa a un rancho indeterminado, ejemplificado con cuatro casos simulados: un caso real (rancho ejemplo) y tres hipotéticos (rancho tradicional rancho tecnificado y rancho teórico), cuyos resultados se presentan en la sección final de éste capítulo. Con lo anterior se formuló el modelo conceptual y se especificó cuantitativamente el modelo, quedando la validación y uso para estudios posteriores.

Formulación del Modelo Conceptual

Se simuló la rentabilidad de ranchos considerando las variables venado y bovino, en un sistema cuyos límites se conformaron a aquella porción de estado de Coahuila correspondiente a un tipo de vegetación denominada Matorral Tamaulipeco de Coahuila (MTC) (Figura 4.1).

Categorizando los componentes del sistema, a nivel de submodelos, se incluyeron rentabilidad, venado, bovino y MTC, representados como diagrama causal en la Figura 4.2.

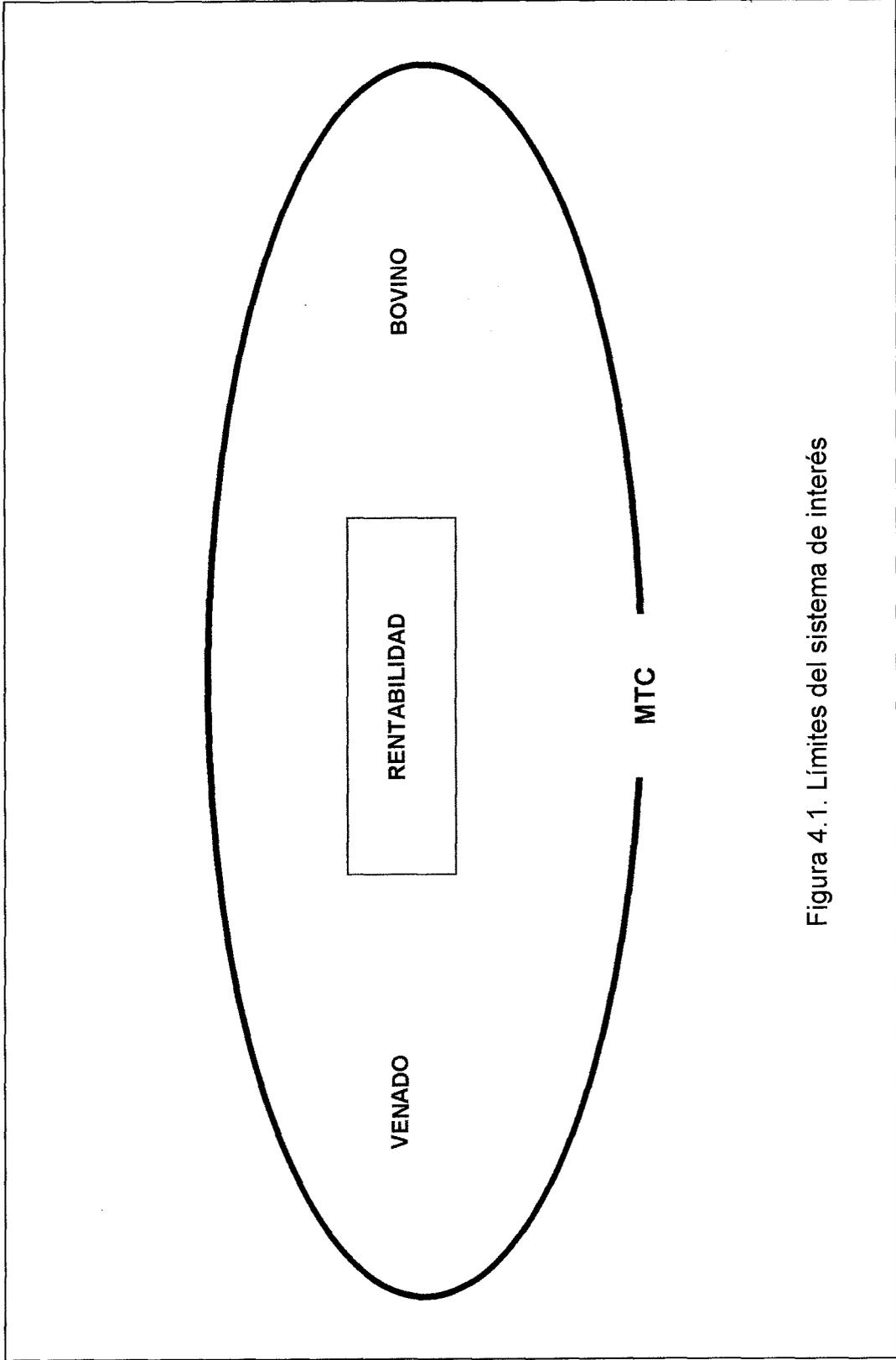


Figura 4.1. Límites del sistema de interés

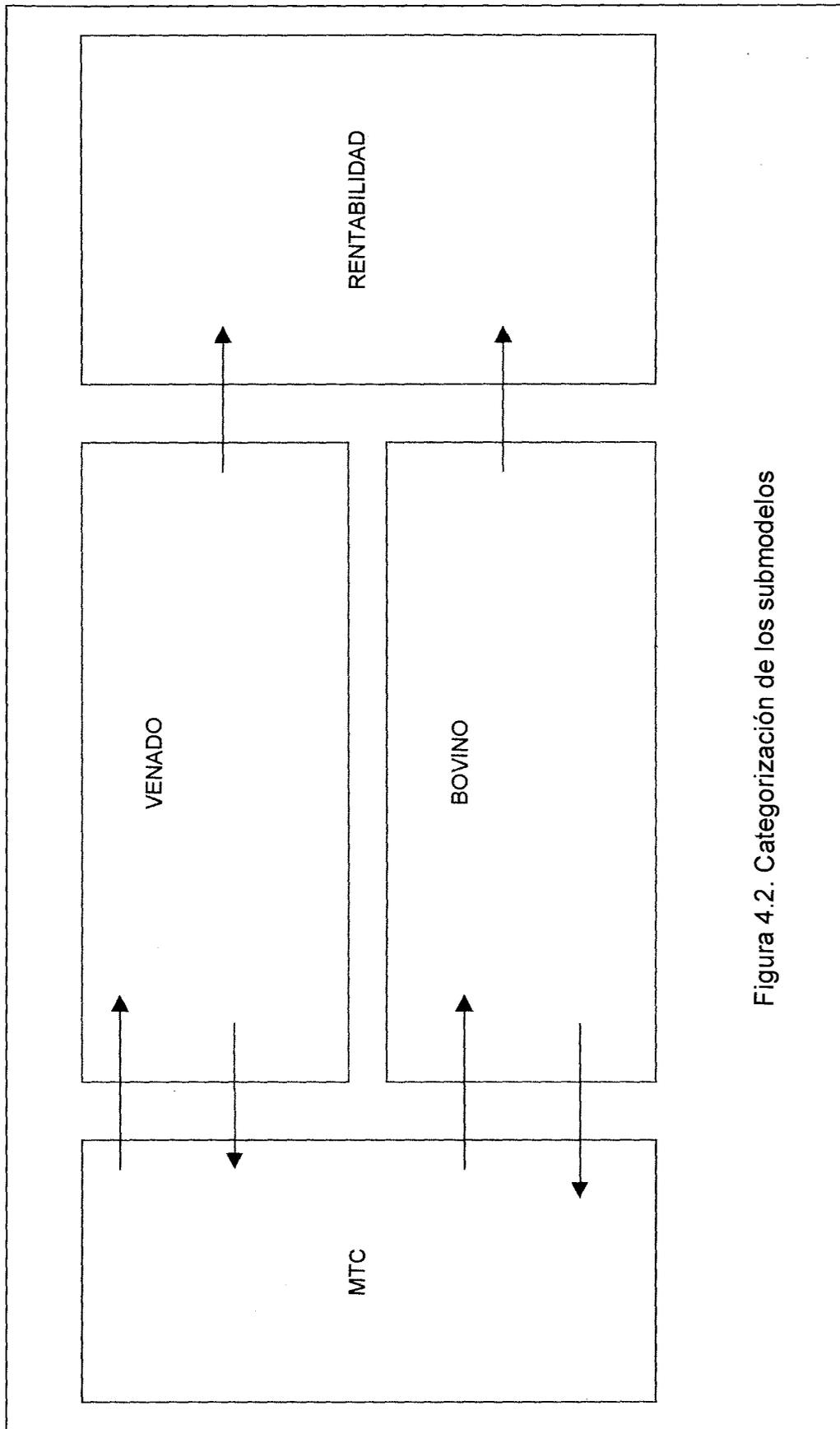


Figura 4.2. Categorización de los submodelos

La definición de la escala espacio-tiempo aplicada, se sustentó en el desarrollo de un modelo conceptual y cuantitativo que sirva como punto de referencia para la simulación subsecuente de ranchos determinados a nivel de explotación y uso, de tal manera que el tiempo se expresó en años y el espacio, definido como un rancho, se ubicó en el MTC considerado como una unidad homogénea.

Una vez establecida la causalidad se categorizaron los componentes de cada submodelo de la siguiente manera:

1. MTC: Vegetación, Forraje y Cobertura y Utilización.
2. Venado: Utilización de Arbustos, Capacidad de Carga, Densidad y Trofeos.
3. Bovino: Utilización de Gramíneas, Capacidad de Carga, Carga y Becerros.
4. Rentabilidad: Precio de Trofeo, Precio de Becerro, Productos, Ingresos, Utilidad, Egresos y Rentabilidad sobre Ingresos.

Como elementos excluidos se consideraron los factores climáticos, otras especies vegetales, otras especies animales, otros transformadores de materia de energía, la tasa de natalidad, la tasa de mortalidad, la eficiencia de los mestreos, el mercado, la cultura y otros elementos considerados fuera del sistema de interés.

El componente vegetación, como parte integrante del MTC, requirió una consideración especial debido a la complejidad de la información disponible y a la heterogeneidad de la misma a nivel de rancho, aplicándose dos factores

como criterios determinantes, la constancia de especies en los tipos de vegetación intrínsecos al MTC, y las preferencias de bovinos y venados. Como resultado de lo anterior se generó el modelo de vegetación que se presenta en la Figura 4.3 y se ejemplifica en la Figura 4.4., mismo que sirve para simular la variable vegetación como unidad homogénea en el MTC.

Se identificaron las relaciones entre los componentes del sistema partiendo de una clasificación y después de una serie de análisis multidisciplinario de causa-efecto entre los elementos, se concreto con la presentación de un diagrama causal a nivel de componentes de subsistemas (Figura 4.5) en dicho diagrama los círculos representan a los elementos del sistema de interés (verdes en aspectos de vegetación, café y naranja en aspectos pecuarios y azules en aspectos económicos), las flechas representan el efecto entre los elementos (color rojo el efecto positivo y color negro el negativo) y el cuadro verde dentro del ciclo, manifiesta la presencia de un ciclo negativo, es decir, un subsistema tendiente al equilibrio. A partir de ese diagrama causal se identificaron las funciones de cada elemento en el sistema como son las fuentes, variables de estado, sumideros, variables auxiliares y variables externas, así como la transferencia de información entre los componentes. En base a lo anterior, se desarrollo el mapa del modelo conceptual como resultado de esta etapa, mediante su representación formal y en el lenguaje STELLA (Figura 4.6).

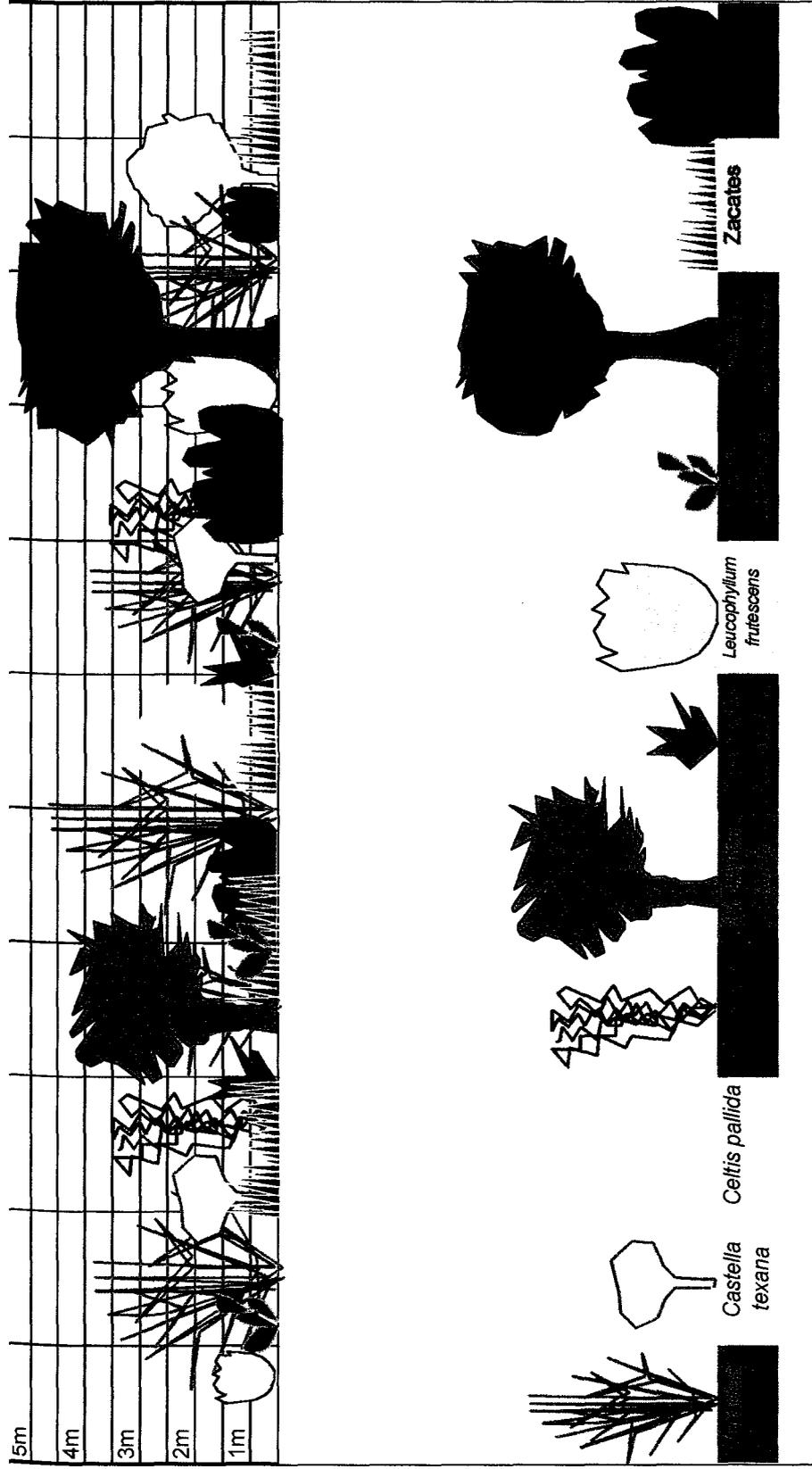


Figura 4.3. Modelo de vegetación



Figura 4.4. Vegetación como variable homogénea

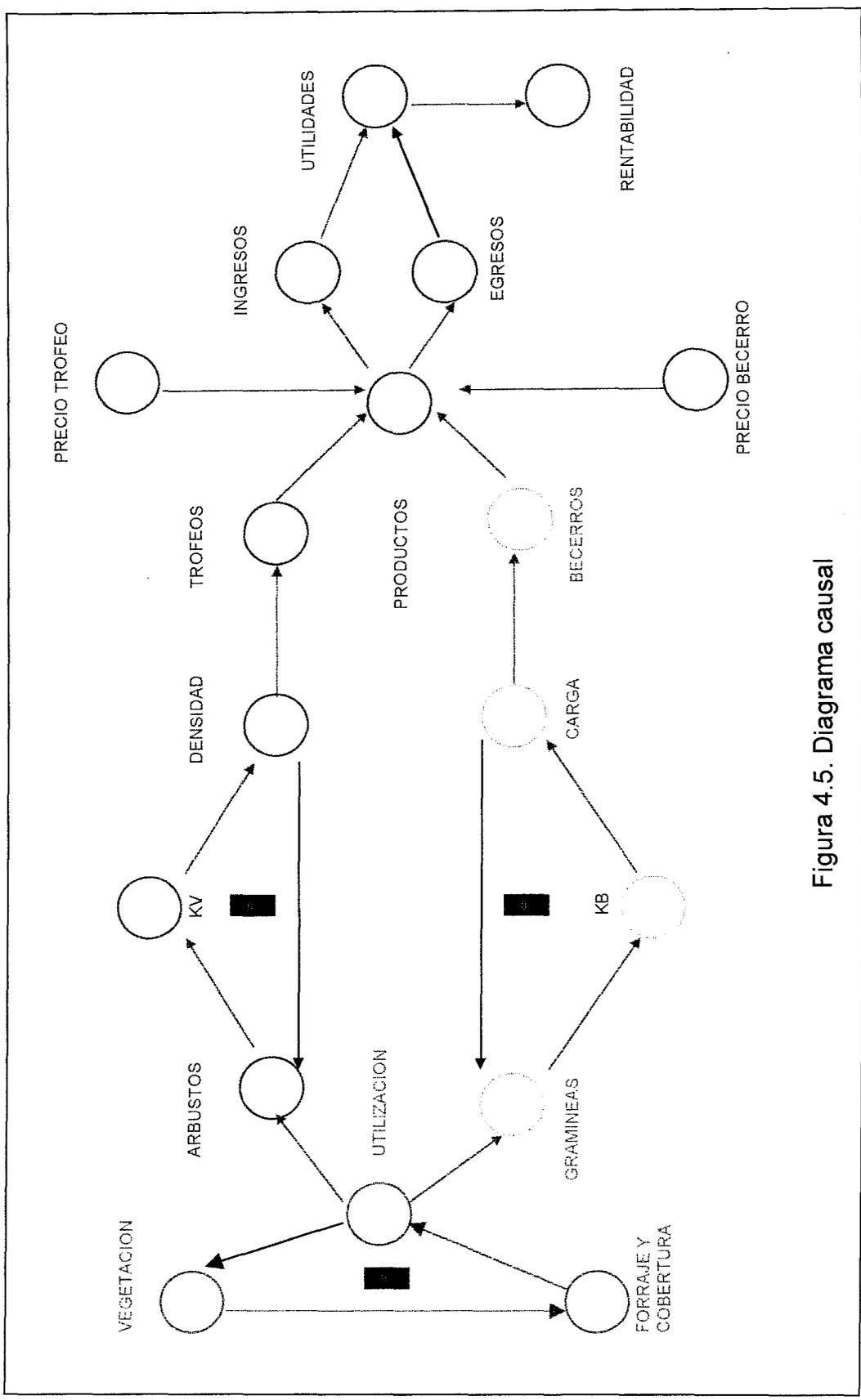


Figura 4.5. Diagrama causal

Especificación Cuantitativa del Modelo

En base a lo anterior se desarrolló el modelo en forma cuantitativa en el lenguaje STELLA, estableciendo un esquema general en el que los componentes se expresaron en forma matemática conforme a ecuaciones específicas para variables externas (precios), auxiliares (arbustos, gramíneas, rentabilidad), de transferencia de material (flujo de materia seca, cantidades de hectáreas y dinero) y de estado (forraje y cobertura, densidad, carga, utilidades), señalando las relaciones referentes a las variables: vegetación, arbustos, gramíneas, carga, becerros, productos, ingresos, egresos, utilidad y rentabilidad. Estas ecuaciones se formularon de acuerdo a cada tipo de variable, como se ilustra en el esquema de la Figura 4.7. Posteriormente se obtuvo la estimación de los parámetros de las ecuaciones del modelo, con datos cuantitativos, relaciones teóricas, información cualitativa, información obtenida mediante la experimentación con el modelo y con la definición del tipo de modelo como determinístico, en vista de que será necesario contar con la información o experimentar con otros modelos para proceder a hacer un modelo estocástico. Posteriormente se obtuvo la codificación de las ecuaciones en la computadora. Finalmente se realizaron las simulaciones de referencia para lo cual fueron considerados, después de varias decisiones con los asesores, cuatro casos a ser simulados con el modelo: rancho ejemplo, rancho tradicional, rancho tecnificado y rancho teórico, cuyos resultados se presentan en la sección final de este capítulo.

Especificación Cuantitativa del Modelo

ase a lo anterior se desarrolló el modelo en forma cuantitativa en el *STELLA*, estableciendo un esquema general en el que los *stocks* se expresaron en forma matemática conforme a ecuaciones para variables externas (precios), auxiliares (arbustos, gramíneas y *herbales*), de transferencia de material (flujo de materia seca, cantidades de *forraje* y dinero) y de estado (forraje y cobertura, densidad, carga y *reproducción*), señalando las relaciones referentes a las variables: vegetación, gramíneas, carga, becerros, productos, ingresos, egresos, utilidades *netas*. Estas ecuaciones se formularon de acuerdo a cada tipo de *stock* como se ilustra en el esquema de la Figura 4.7. Posteriormente se *estimación* de los parámetros de las ecuaciones del modelo, con *datos* cuantitativos, relaciones teóricas, información cualitativa, información *obtenida* mediante la experimentación con el modelo y con la definición del tipo *de modelo* como determinístico, en vista de que será necesario contar con la *capacidad* de experimentar con otros modelos para proceder a hacer un *análisis* estocástico. Posteriormente se obtuvo la codificación de las ecuaciones *en el modelo* computadora. Finalmente se realizaron las simulaciones de referencia, *cuando* al fueron considerados, después de varias decisiones con los *cuatro* casos a ser simulados con el modelo: rancho ejemplo, rancho *de campo*, rancho tecnificado y rancho teórico, cuyos resultados se presentan *en* el final de este capítulo.

En el esquema general de la Figura 4.7, las incógnitas representan variables cuyos valores son determinados para cada uno de los casos simulados, conforme se presenta en la sinopsis del Cuadro 4.1.

En base a los modelos conceptual y cuantitativo antes señalados y asignando los valores del Cuadro 4.1, se simularon los cuatro casos con los resultados que se presentan en las Figuras (4.8 a 4.15) y con una sinopsis comparativa (Cuadro 4.2).

STELLA 5.1.1
 File Edit Equation Run Help
 BARTOLO ROMO DIAZ.STM

1. MTC
 FORRAJE_Y_COBERTURA(0) = FORRAJE_Y_COBERTURA(t - dt) + (VEGETACION - UTILIZACION) * dt
 INIT FORRAJE_Y_COBERTURA =
 INFLOWS:
 OUTFLOWS: VEGETACION =
 UTILIZACION =

2. VENADO
 DENSIDAD(0) = DENSIDAD(t - dt) + (KV - TROFEOS) * dt
 INIT DENSIDAD =
 INFLOWS: KV =
 OUTFLOWS: TROFEOS =
 ARBUSTOS =

3. BOVINO
 CARGA(0) = CARGA(t - dt) + (KB - BECERROS) * dt
 INIT CARGA =
 INFLOWS:

Cuadro 4.1. Valores determinados para cada uno de los casos simulados

VARIABLE	EJEMPLO	TRADICIONAL	TECNIFICADO	TEORICO
MTC				
FORRAJE Y COBERTURA (t)	Forraje y Cobertura(t-dt) + (Vegetación - Utilización) * dt			
FORRAJE Y COBERTURA INICIAL	Vegetación-Utilización			
ENTRADAS: VEGETACION	445.371*1600	800.226*2500	800.226*2500	654.3*1000
SALIDAS: UTILIZACION	444.71*1600	641.1424*2500	654.05171*2500	327.15*1000
VENADO				
DENSIDAD (t)	Densidad(t-dt) + (KV - Trofeos) * dt			
DENSIDAD INICIAL	0.000224879*KV	0.000208502*KV	0.000204387*KV	0.000356078*KV
ENTRADAS: KV	Arbustos			
SALIDAS: TROFEOS	0.05*Densidad	0.095751*Densidad	0.0993417*Densidad	0.0301204*Densidad
ARBUSTOS	0.50*Utilización	0.50*Utilización	0.50*Utilización	0.57*Utilización
BOVINO				
CARGA (t)	Carga(t-dt) + (KB - Becerros) * dt			
CARGA INICIAL	0.00037778*KB	0.000379822*KB	0.000380336*KB	0.000472011*KB
ENTRADAS: KB	Gramíneas			
SALIDAS: BECERROS	0.3497*Carga	0.2299605*Carga	0.2637079*Carga	0.18*Carga
GRAMINEAS	0.50*Utilización			
RENTABILIDAD				
UTILIDAD (t)	Utilidad(t-dt) + (Ingreso - Egreso) * dt			
UTILIDAD INICIAL	Ingreso-Egreso			
ENTRADAS: INGRESO	Productos			
SALIDAS: EGRESO	0.32*Productos	0.64*Productos	0.365*Productos	0.66*Productos
PRECIO T	2340	2765.1	3072.3	2725.8
PRECIO B	50000	13600	21250	28283.33
PRODUCTOS	(Trofeos*PrecioT)+(Becerros*PrecioB)			
RENTABILIDAD/INGRESOS	Utilidad/Ingreso			

STELLA 5.1.1
 File Edit Model Run Help
 RANCHO EJEMPLO
 8:21 PM Mar 8 de Mar de 2001
 Table 1 (RANCHO EJEMPLO)

Years	0	Final
VEGETACION	712,593.80	
FORRAJE Y COBERTURA	1,057.80	2,115.20
UTILIZACION	711,536.00	
ARBUSTOS	355,768.00	355,768.00
GRAMINEAS	355,768.00	355,768.00
KV	355,768.00	
KB	355,768.00	
DENSIDAD	80.00	355,844.00
CARGA	134.40	355,855.40
TROFEOS	4.00	
BECERROS	47.00	
PRODUCTOS	309,992.80	1,180,805,774.74
PRECIO T	50,000.00	50,000.00
PRECIO B	2,340.00	2,340.00
INGRESO	309,992.80	
EGRESO	99,187.69	
UTILIDAD	210,795.10	421,590.20
RENTABILIDAD SOBRE INGRESOS	0.68	0.00

Figura 4.8. Tabla de predicciones para el Rancho Ejemplo

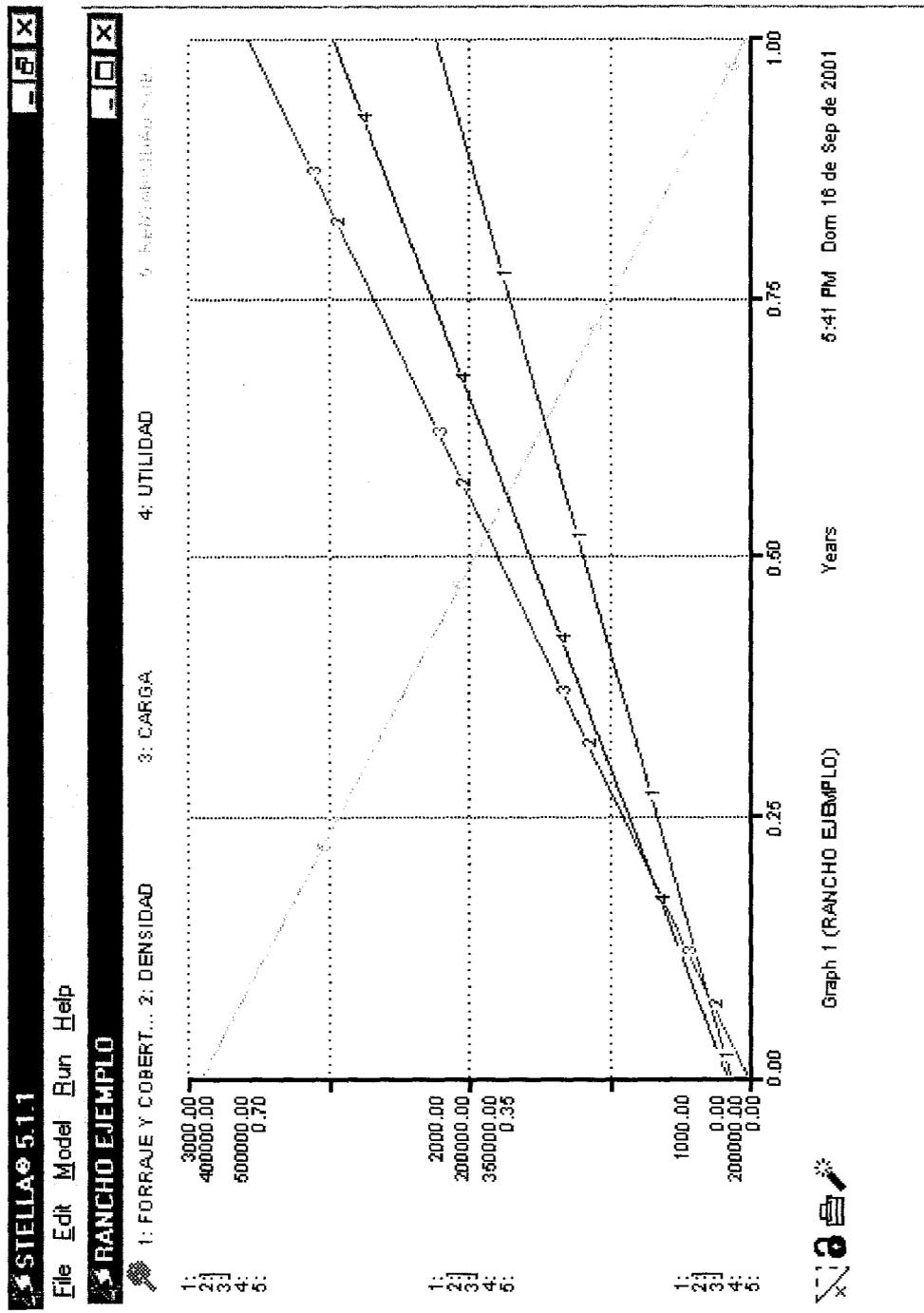


Figura 4.9. Gráfica de variables para el Rancho Ejemplo

STELLA 5.1.1
 File Edit Model Run Help

RANCHO TRADICIONAL
 6:12 PM Dom 16 de Sep de 2001

Table 1 (RANCHO TRADICIONAL)

Years	0	Final
VEGETACION	2,000,566.00	
FORRAJE Y COBERTURA	397,708.00	795,418.00
UTILIZACION	1,602,856.00	
ARBUSTOS	801,428.00	801,428.00
GRAMINEAS	801,428.00	801,428.00
KV	801,428.00	
KB	801,428.00	
DENSIDAD	187.10	801,579.10
CARGA	304.40	801,662.40
TROFEOS	16.00	
BECERROS	70.00	
PRODUCTOS	411,155.96	1,553,575,287.52
PRECIO T	13,600.00	13,600.00
PRECIO B	2,765.10	2,765.10
INGRESO	411,155.96	
EGRESO	263,139.81	
UTILIDAD	148,016.15	296,032.29
RENTABILIDAD SOBRE INGRESOS	0.36	0.00

Figura 4.10. Tabla de predicciones para el Rancho Tradicional

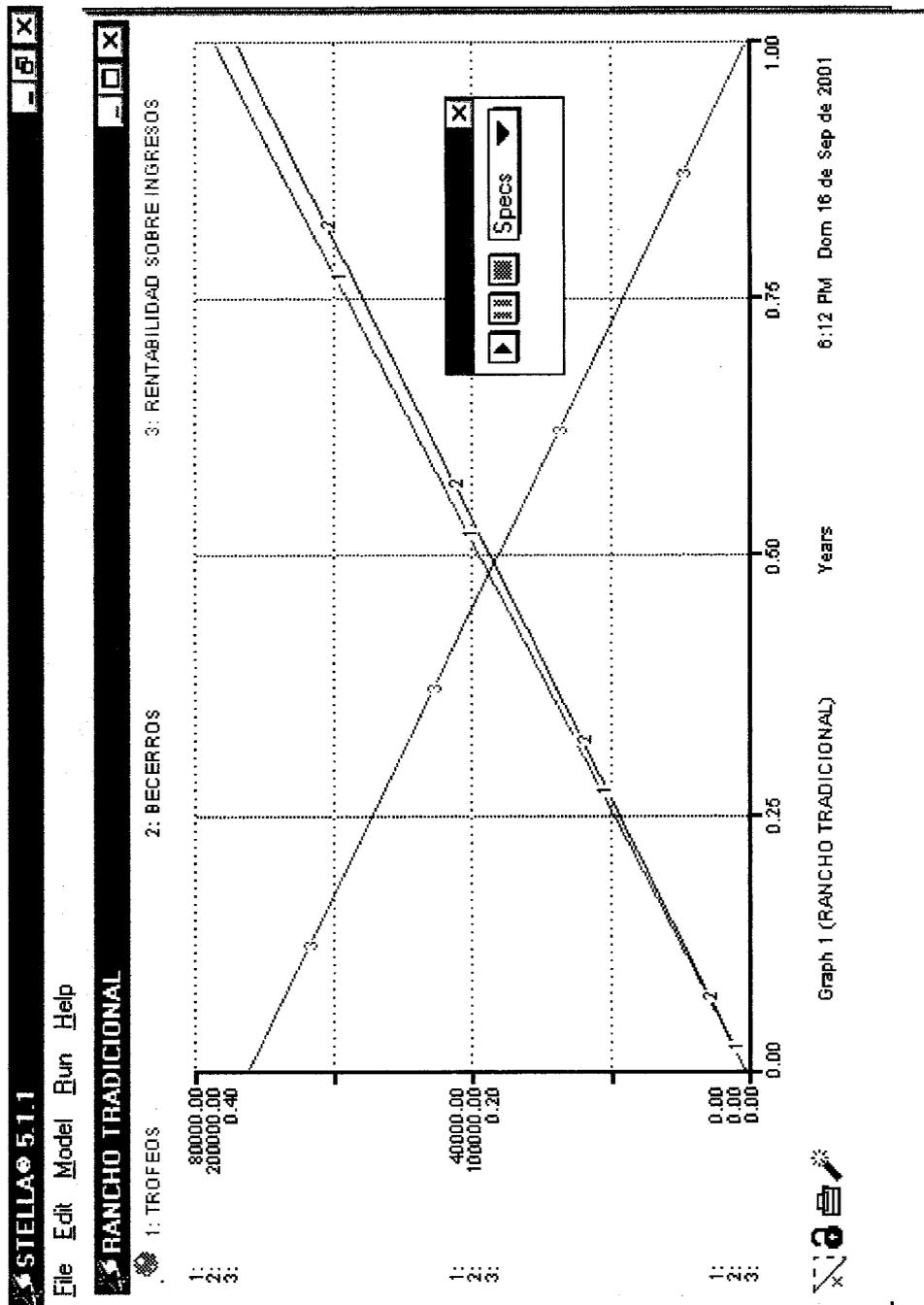


Figura 4.11. Gráfica de variables para el Rancho Tradicional

STELLA 5.1.1
 File Edit Model Run Help
RANCHO TECNIFICADO
 1:50 AM Lun 26 de Mar de 2001

Table 1 (RANCHO TECNIFICADO)

VEGETACION	2,000,565.00				
FORRAJE Y COBERTURA	365,435.73	730,871.45			
UTILIZACION	1,635,129.27				
ARBUSTOS	817,564.64	817,564.64			
GRAMINEAS	817,564.64	817,564.64			
KV	817,564.64				
KB	817,564.64				
DENSIDAD	167.10	817,715.14			
CARGA	310.95	817,793.59			
TROFEOS	16.60				
BECERROS	82.00				
PRODUCTOS	604,677.00	2,388,773,758.84			
PRECIO T	21,250.00	21,250.00			
PRECIO B	3,072.30	3,072.30			
INGRESO	604,677.00				
EGRESO	220,707.10				
UTILIDAD	383,969.89	767,939.78			
RENTABILIDAD SOBRE INGRESOS	0.64	0.00			

Figura 4.12. Tabla de predicciones para el Rancho Tecnificado

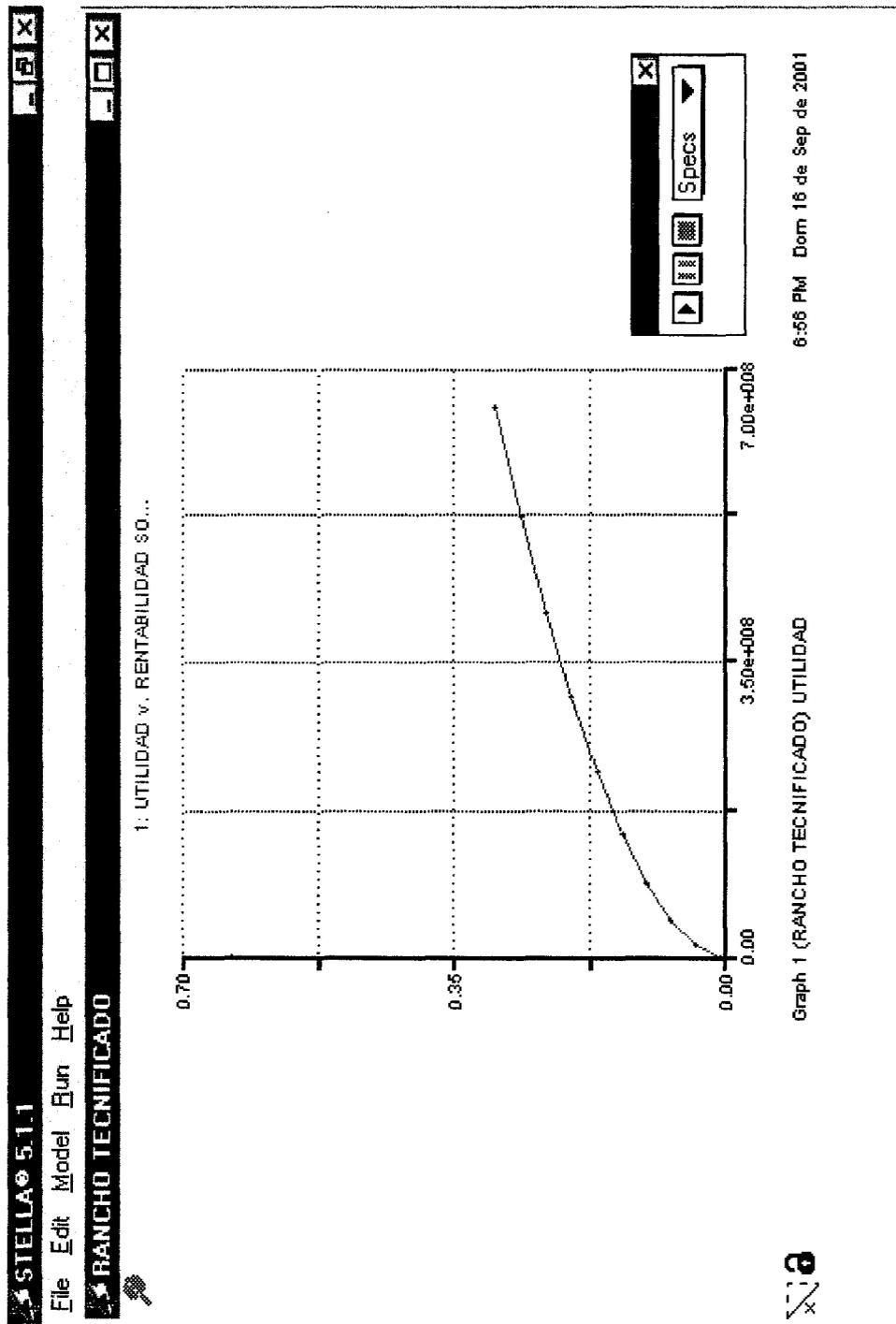


Figura 4.13. Gráfica de variables para el Rancho Tecnificado

STELLA 5.1.1
File Edit Model Run Help

RANCHO TEORICO
7:01 PM Dom 16 de Sep de 2001

Table 1 (RANCHO TEORICO)

Years	D	Final
VEGETACION	654,300.00	
FORRAJE Y COBERTURA	327,150.00	654,300.00
UTILIZACION	327,150.00	
ARBUSTOS	186,475.50	186,475.50
GRAMINEAS	140,674.50	140,674.50
KV	186,475.50	
KB	140,674.50	
DENSIDAD	66.40	186,539.90
CARGA	66.40	140,728.95
TROFEOS	2.00	
RECERROS	11.95	
PRODUCTOS	89,146.07	227,962,127.02
PRECIO T	28,283.33	28,283.33
PRECIO B	2,725.80	2,725.80
INGRESO	89,146.07	
EGRESO	58,835.75	
UTILIDAD	30,309.33	60,618.66
RENTABILIDAD SOBRE INGRESOS	0.34	0.00

Figura 4.14. Tabla de predicciones para el Rancho Teórico

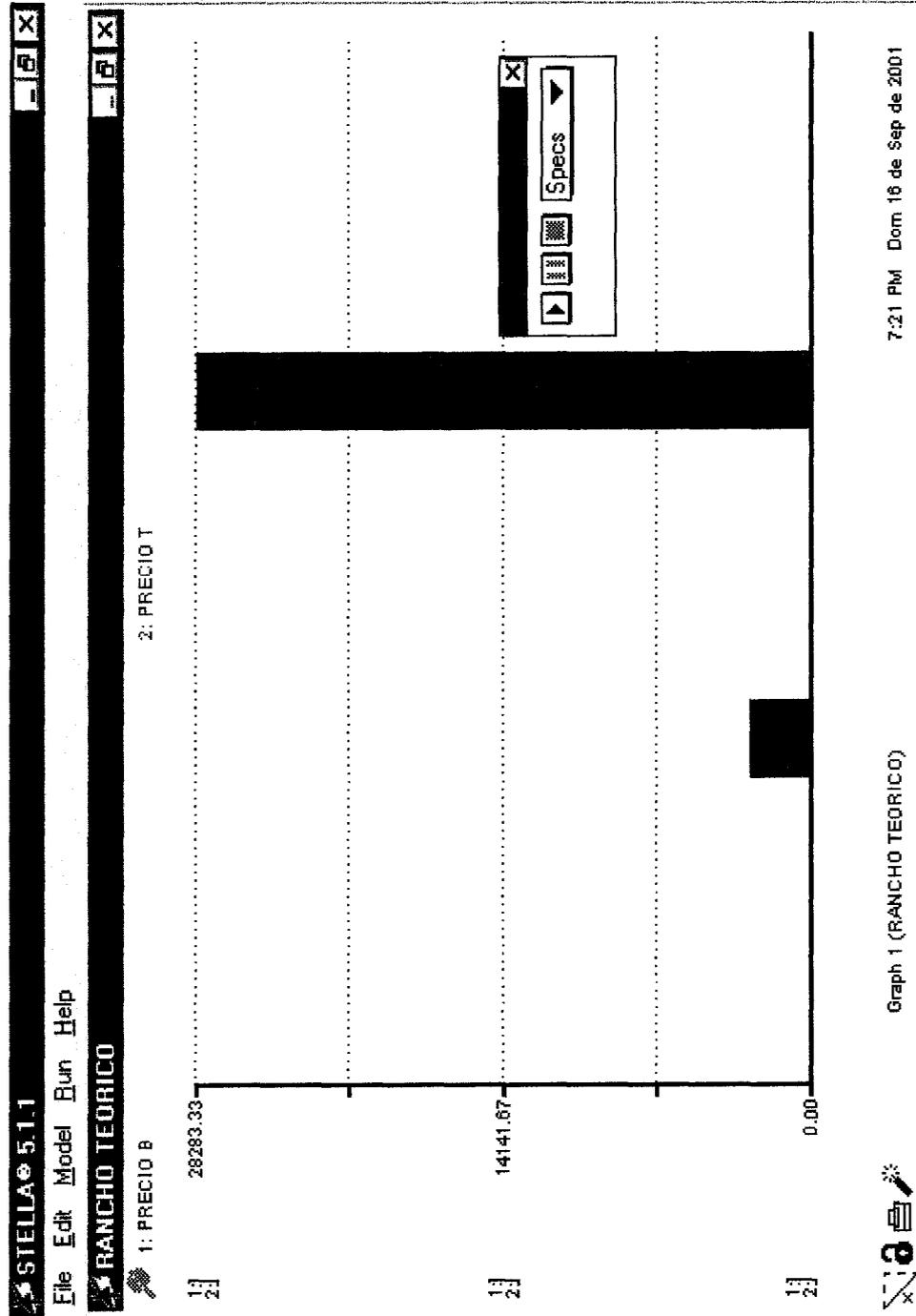


Figura 4. 15. Gráfica de variables para el Rancho Teórico

Cuadro 4.2. Resumen de resultados de los cuatro casos simulados

VARIABLE	CASO			
	RANCHO EJEMPLO	RANCHO TRADICIONAL	RANCHO TECNIFICADO	RANCHO TEORICO
VEGETACION	712,593.60	2'000,565.00	2'000,565.00	654,300.00
FORRAJE Y C	1,057.60	397,709.00	365,435.73	327,150.00
UTILIZACION	711,536.00	1'602,856.00	1'635,129.27	327,150.00
ARBUSTOS	355,768.00	801,428.00	817,564.64	186,457.50
GRAMINEAS	355,768.00	801,428.00	817,564.64	140,674.50
KV	355,768.00	801,428.00	817,564.64	186,475.50
KB	355,768.00	801,428.00	817,564.64	140,674.50
DENSIDAD	80.00	167.10	167.10	66.40
CARGA	134.40	304.40	310.95	66.40
TROFEOS	4.00	16.00	16.60	2.00
BECERROS	47.00	70.00	82.00	11.95
PRECIO T	50,000.00	13,600.00	21,250.00	28,283.33
PRECIO B	2,340.00	2,765.10	3,072.30	2,725.80
PRODUCTOS	309,992.80	411,155.96	604,677.00	89,145.07
INGRESO	309,992.80	411,155.96	604,677.00	89,145.07
UTILIDAD	210,795.10	148,016.15	383,969.89	30,309.33
EGRESO	99,197.69	263,139.81	220,707.10	58,835.75
RENTABILIDAD	0.68	0.36	0.64	0.34

En el Cuadro 4.2 se encuentran los elementos para afirmar que en aspectos de administración de pastizales, el rancho ejemplo es el que más utiliza la vegetación (99 por ciento), al que le siguen el tecnificado (82 por ciento), el tradicional (80 por ciento) y el teórico (50 por ciento), en un orden descendiente; en este mismo orden se presenta el riesgo de sobrecargar a cada rancho por su aproximación a la capacidad de carga o el riesgo de reducir la rentabilidad en el caso de bajar la carga repentinamente, ante la necesidad de vender o incluso perder ciertos animales del inventario, cuando se presenta un siniestro ecológico o económico.

El rendimiento de trofeos y becerros por hectárea es superior en el rancho tecnificado (0.00664 trofeos y 0.03280 becerros) e inferior en el rancho teórico (0.002 trofeos y 0.01195 becerros), esto es un indicador de la carga y la densidad que presentan la misma tendencia con 0.12 bovinos y 0.06684 venados para el rancho tecnificado y con 0.0664 bovinos y 0.0664 venados para el rancho teórico.

Los ranchos ejemplo y teórico presentan los precios más altos de trofeos (50,000 y 28,283.33) y el tradicional y tecnificado los precios más altos de becerros (2,765.10 y 3,072.30), sin embargo la utilidad presenta la menor proporción sobre los ingresos en el caso teórico (0.34), debido a que éste presenta la menor producción y la menor extracción; lo anterior representa la menor utilidad económica por hectárea y por kg de materia seca. De esta manera, el rancho teórico resultó ser el menos rentable (0.34) al compararlo con el tradicional (0.36), el tecnificado (0.64) y el ejemplo (0.68).

La situación anterior presenta una tendencia opuesta, cuando se analizan los ranchos desde el punto de vista ecológico, a favor de la conservación y adecuada administración del capital natural (CN), como un elemento indispensable en el cálculo de la rentabilidad de un rancho. Esta consideración torna al rancho teórico como el mejor, debido a que es el que menos se aproxima a la capacidad de carga del venado y del bovino, y debido a que es el único que considera una partida para las actividades en pro del CN; más aún si se tiene en cuenta, que la conservación del CN también puede proporcionar ingresos por la venta de productos y servicios debido a la conservación del medio ambiente. En contraste, el rancho tecnificado pasa a ser el menos adecuado ecológicamente, debido a que es el segundo con mayor carga animal y a que no considera la conservación del CN, ni en las partidas de los egresos ni en el manejo profesional de los recursos naturales que posee el MTC.

DISCUSION

Modelo de Simulación

La formulación del modelo conceptual conforma la estructura de la presente investigación debido a las fases y pasos que se siguieron para su obtención, quedando como primer resultado el modelo especificado cuantitativamente. La representación de un rancho indeterminado permite su aplicación a condiciones variables con las que es posible identificar hipótesis y huecos conceptuales en las estrategias de manejo de recursos, tales como manejo de pastizales y manejo de fauna silvestre. Como método de estudio, la simulación permite además la integración de la fase administrativa de ranchos.

En general el análisis, estudio o enfoque de sistemas se sustenta en el holismo ya que parte de la consideración de la totalidad del sistema y de la integración a interdependencia de sus elementos estructurales, sin embargo sólo en los últimos años, con el incremento en la capacidad de cómputo, se ha podido aplicar la simulación a nivel de toma de decisiones, permitiendo a los usuarios modelos aplicados a necesidades y metas específicas (Hanson *et al.* 1999).

El desarrollo de diversos paquetes de cómputo (softwares) de simulación ha permitido la aplicación del reduccionismo a las simulaciones

mediante la inferencia estadística, basta someter los datos proporcionados por el modelo a un muestreo estadístico o incluso a un diseño experimental y hacer las pruebas necesarias para llegar a las reglas de decisión, mediante una prueba de hipótesis, una regresión lineal o cualquier otro procedimiento, de acuerdo a los datos y a la información proporcionada por el modelo.

A pesar de utilizar datos duros como materia prima, la simulación solo produce como resultados información hipotética, sin embargo permite sobreponerse a las limitaciones del método experimental y se constituye en una alternativa metodológica de investigación que permite resolver problemas de manera integral, ya que imita los procesos estudiados a pesar de su complejidad, reduciendo o incluso eliminando los costos de las investigaciones. Si bien, según Hanson *et al* (1999) la creación de modelos de simulación no es la solución total para la investigación en ranchos y ecosistemas, sí permite considerar tantas variables como la experiencia del modelador juzgue necesario. Además permite integrar la reducción y el holismo de tal manera que se evita la necesidad de estudios preliminares.

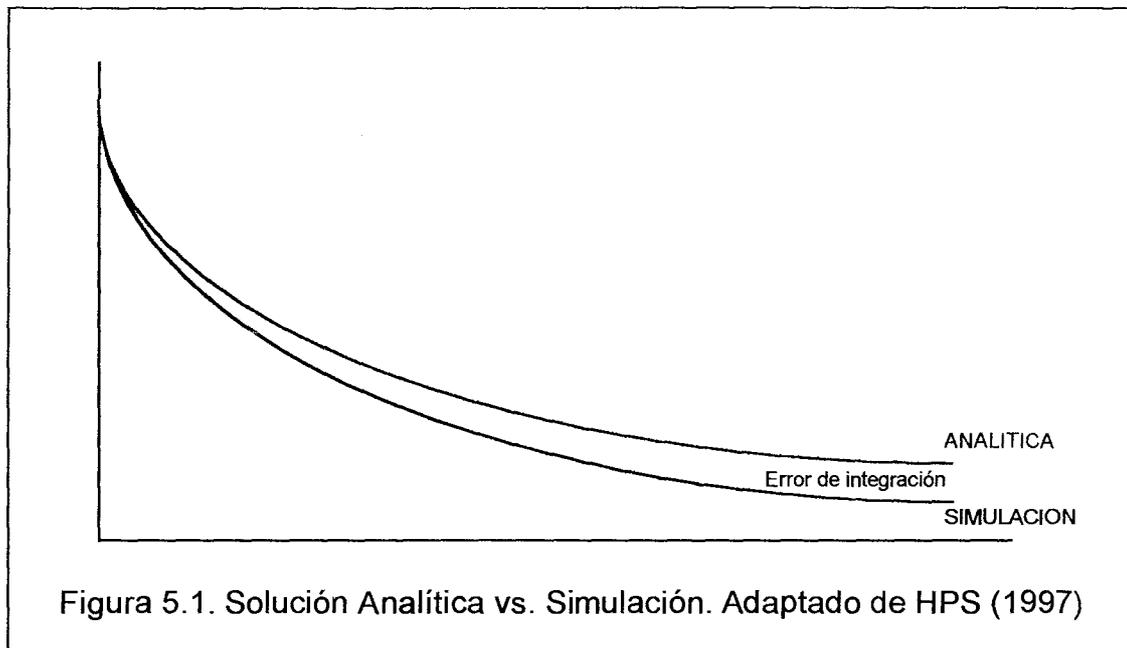
El estudio de sistemas mediante la simulación, con los sistemas de cómputo (softwares) sirve bastante para soportar decisiones en administración de ecosistemas. Esto se refuerza con la afirmación que Hanson *et al* (1999) realizan al mencionar que a pesar de que los usuarios de los softwares los han encontrado complejos, son una buena herramienta que requiere desarrollarse de acuerdo con las necesidades, entendimiento y metas del usuario final.

Las limitaciones del método experimental se contrarrestan con alternativas metodológicas de investigación como la simulación presentándose pudiendo resolver problemas complejos de manera integral e imitar procesos de investigación con mucho más de dos variables y a un costo por debajo de otros métodos; proporcionando así alternativas de manejo de recursos naturales que giren en torno al incremento de la rentabilidad de las unidades de producción sustentable y en pro de la conservación del capital natural.

En STELLA es necesario considerar las alternativas de algoritmos de computación. El método que el paquete de cómputo usa de antemano es Euler, mismo que trabaja con variables aleatorias discretas, mientras que los métodos Runge Kutta trabajan con variables continuas. En base a lo anterior para el modelo cuantitativo desarrollado en este estudio se utilizaron solamente variables aleatorias discretas y en consecuencia se aplicó el método Euler. No obstante, el modelo conceptual desarrollado tiene todos los elementos para utilizar variables aleatorias continuas, una vez proporcionada esta información sería necesario utilizar los métodos Runge-Kutta.

En el método Euler los valores computados por flujos proveen una estimación para el cambio en los estados correspondientes sobre el intervalo ΔT . Los resultados obtenidos por el método Euler no son muy exactos al compararse con la solución analítica que proporcionan las ecuaciones equivalentes, debido a que el Método Euler simplemente usa los valores calculados para el flujo, como su estimación para el cambio de estado sobre el intervalo de tiempo entre los cálculos, denominado Delta Time (DT), por otro

parte debido a que el intervalo es amplio, un error de integración es introducido (HPS, 1997), como se puede ver en la Figura 5.1.



Siempre es posible reducir el error de integración al hacer el DT de los modelos más pequeño. Conforme DT se encuentra cerca del cero, la aproximación de Euler se apega a la solución exacta. Pero conforme DT es más pequeño, se incrementa el número de cálculos (y el tiempo) requeridos para conducir la simulación. Otro medio para reducir el error de integración, es utilizar un procedimiento más sofisticado para estimar el cambio en los estados en un DT determinado. Los dos algoritmos Runge-Kutta proporcionan un grado más alto de sofisticación, el método Runge-Kutta 2º Orden, es el más simple de los dos métodos Runge-Kutta. Este algoritmo utiliza básicamente dos cálculos de flujo con un DT determinado para crear una estimación para el cambio en un estado sobre el DT. Lo mismo que el Método Euler, la solución de ecuaciones

ve ambas etapas, la inicialización y la iteración. El método Runge-Kutta en trabaja de hecho como el 2º Orden, excepto que éste utiliza cuatro pasos de flujo con un DT determinado, para crear una estimación en el medio de un estado sobre el DT. El promedio de los cálculos es utilizado para el medio del estado. La comparación entre el Método Euler con los Métodos Runge-Kutta requiere de evaluaciones adicionales con cada interacción. El método de 2º Orden requiere dos evaluaciones adicionales y el de 4º Orden requiere cuatro evaluaciones adicionales. Si estos dos métodos no fueran más precisos que el Euler, ciertamente no se justificaría el costo adicional de los cálculos. Cada uno de los algoritmos de simulación empleados por el software tiene su propio nicho, por lo que la selección apropiada de un algoritmo y el DT dependerá ampliamente de los elementos y estructuras empleados en el modelo determinado; de tal manera que si el modelo usa objetos discretos es recomendable usar el método Euler y si el sistema que se está modelando es continuo y tiene tendencias oscilatorias, es recomendable usar uno de los métodos Runge-Kutta. (HPS, 1997).

Rentabilidad

La Rentabilidad que se obtenga en cada simulación depende de los datos proporcionados a cada elemento del modelo. En el presente estudio, diferentes simulaciones manifiestan concordancias y cambios que son características que permiten distinguir las escalas de economía en las que el rancho modelado puede operar, para buscar su mejor rentabilidad.

No es limitante lo relativo a los aspectos económicos en el modelo puesto que tanto un rancho como un conjunto de ranchos que pretenden aprovechar venados y producir becerros, se maneja como una empresa debiendo presentar por lo menos una contabilidad como tal, aunque después sea seccionada para cada parte. Sin embargo, respecto a la contabilidad, es importante considerar la afirmación de Freese (1998) en cuanto a que los sistemas tradicionales de contabilidad tienden a agotar los recursos naturales. Esta fue una de las razones por las que se consideró una partida de conservación del capital natural en los egresos del rancho teórico, convirtiéndolo así en el único rancho con uso sustentable del capital natural que por excelencia puede negociar la deducción de impuestos, la obtención de apoyos, negociación de subsidios y otras oportunidades que le permitirán contrarrestar sus amenazas y debilidades aumentando al mismo tiempo sus fortalezas.

Ranchos

Durante el desarrollo del modelo conceptual se debatió la consideración de la superficie del rancho como unidad de estudio, sin embargo se concluyó que esa variable resultaba superflua dejándose forraje y cobertura como variable determinante. La aplicación de los datos presentados por la COTECOCA (1979) se considera solo como un punto de referencia que deberá ajustarse con datos reales y actualizados durante las fases de evaluación y uso del modelo.

El modelo desarrollado con el presente trabajo es de importancia al considerar que un rancho o un conjunto de ranchos equivale a una UMA, por lo que el modelo puede aplicarse en UMAS. El concepto de Rancho que se maneja en el presente estudio, es ajustable a las UMAS, considerando que oficialmente se considera por SEMARNAP (1998) que el sistema de éstas está conformado por el conjunto de propiedades privadas, ejidales o comunales sujetas a registro, manejo del hábitat, monitoreo de poblaciones, procesos sustentables de aprovechamiento, planes de manejo y certificación de la producción, así como por la información relativa a las mismas. Incluso los ganaderos diversificados asociados de la región, presentan cada uno de sus ranchos o el conjuntos de ellos como UMAS.

No existe una denominación técnica y universal de las empresas productoras de becerros y aprovechadoras de trofeos. Ante la Confederación Nacional Ganadera (CNG) estas empresas son denominadas Ranchos

mientras que las mismas se manifiestan como UMAS ante la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) antes denominada SEMARNAP. Seguramente si se revisan las denominaciones ante otras dependencias u organizaciones como la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) o incluso en la representación nacional ante organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), estas empresas tomaran nombres diferentes con objetivos diferentes y funciones diferentes. Desde esa falta de identidad en las empresas, así como esa falta de armonía en los organismos, surge la deficiente administración de los ecosistemas en el capital natural mexicano, situación que puede atenderse de manera integral mediante la simulación.

Aunado a lo anterior, se identificaron debilidades en la docencia e investigación, por el hecho de que se han estado arrastrando traducciones muy limitadas de palabras tales como *grass*, traducido como zacate mientras que significa pasto, *range* traducido como pastizal, mientras que significa extensión, *management* traducido como manejo, mientras que significa administración, y *wildlife* que es traducido como fauna mientras que significa vida silvestre. En este sentido es necesario identificar cuántas limitaciones como éstas aún se siguen arrastrando y controlar el que la investigación y docencia se dedique en exceso a copiar de otros países con traducciones confusas, y se concentre más en generar conceptos, métodos y diseños para los ranchos mexicanos.

Matorral Tamaulipeco de Coahuila

Observando solamente los croquis que cada autor presenta y dentro de ellos las coordenadas, las referencias bibliográficas presentan diferencias en cuanto a las dimensiones del MTC. Tal es el caso de Muller (1947) que en comparación con INEGI (1999a) presenta una distribución inferior, mientras que la descripción de la vegetación realizada por COTECOCA (1979) en los perfiles diagramáticos, presenta sitios de vegetación cuya descripción corresponde al MTC y por lo tanto su distribución excede las extensiones marcadas por los dos autores anteriores.

Los autores Martínez *et al* (1997) ubicaron la región de Anahuac, Nuevo León dentro de las Planicies del Río Grande, desconsiderando así al Matorral Espinoso Tamaulipeco. Estos detalles expresan la falta de armonía entre investigadores para representar una región, así como la razón de las confusiones ocasionadas a los usuarios de la información científica, lo cual merma el esfuerzo y el aprovechamiento de los recursos consumidos para obtener dicha información, aumentando la división entre científicos y productores.

Si se actualizara la información de COTECOCA, INEGI y todos los autores que describen la vegetación del MTC, sería sorprendente la transformación que éste ha estado recibiendo por el hecho de pasar de ser un Matorral con especies nativas a ser un Zacatal con especies introducidas. Basta recorrer sus carreteras para apreciar las grandes superficies que se

están desmontando con la supuesta justificación de que se aplica un “rehabilitación de pastizales” como lo menciona Villarreal (1999). Lo más delicado es que algunos profesores e investigadores de las universidades en la región promueven esta actividad, al manifestarse convencidos de que la región tiene un gran potencial para el establecimiento de praderas de *Cenchrus ciliaris*, *Lolium multiflorum*, *Panicum maximum*, *Cynodon plectostachyus*, entre otras, así como al recomendar su realización mediante la transformación de la vegetación natural e incluso al tratar de argumentar la necesidad de desarrollar un programa regional para investigación, capacitación y transferencia en el establecimiento de praderas.

Existen asociaciones líderes entre rancheros que llegan a ser promotoras de las semillas de los zacates mencionados, por lo tanto tales asociaciones llegan a ser partícipes en el desmonte disfrazado como rehabilitación de pastizales, agravándose así más la situación.

Bovino:Venado

Se carece de suficiente información respecto a las preferencias de venados en México, a pesar de que varios autores se han esmerado en especificar las especies y las partes de las especies vegetales que consume el venado u otra especie silvestre. Basta mencionar que el venado es ramoneador y el bovino es apacentador, puesto que la gama de herbáceas y arbustivas es tan amplia que el tiempo invertido en identificar particularidades de consumo por cada animal está siendo derrochado por los investigadores.

Aunque el uso del MTC solamente con Bovino (Sistema B) no es el más favorable para el MTC, por el hecho de que se trata de una especie exótica, es el que menos lo deteriora. Sin embargo con los criterios tradicionales de la economía, es el menos rentable como lo presentan Villarreal (1999) y Rodríguez *et al* (1998), en la revisión de literatura. El uso del MTC con bovino y venado (Sistema B:V) perjudica más al MTC que el sistema B, por el hecho de que además de introducir una especie exótica se pretende manipular una especie nativa y silvestre como si fuera doméstica. Sin embargo paradójicamente con los criterios de la economía tradicional, este sistema se considera más rentable que el sistema B. Finalmente el uso del MTC con el venado (Sistema V) es el más perjudicial para el MTC, porque arrastra los errores de los dos sistemas anteriores, por una parte afecta a una población silvestre por manejar al venado como especie doméstica y por la otra parte perjudica a otras especies silvestres con todas sus consecuencias. Sin

embargo su rentabilidad con argumentos tradicionales, es considerada la mejor.

No porque hoy el ganadero tenga alta rentabilidad con los sistemas B:V y/o V o incluso B, esta conservando el Capital Natural y por lo tanto asegurando los recursos naturales que para sostener la rentabilidad necesitará mañana. Es doloroso reconocer la afirmación de Freese (1998) en cuanto a que la ganadería en pastizales representa una de las formas menos sustentables en el uso continuo de la diversidad biológica, con efectos de alto empobrecimiento. Por otra parte, la limitación que Scott (1999) plantea al turismo ecológico pone en desventaja la propuesta del modelo tecnificado de FIRA, planteado por Rodríguez *et al* (1998) y esto en los resultados es recalcado, puesto que si aún no es posible manejar bien una población de venados, mucho menos la de otros mamíferos, la de las aves, los reptiles, los roedores y otras especies.

Debido a la ausencia de expertos con estudios locales en el MTC, es importante considerar las afirmaciones de Freese (1998) en cuanto al aprovechamiento del venado sobre el riesgo en la sustentabilidad ecológica por el efecto de los cosechadores clandestinos, el acceso para intereses de mayor poder político, la reacción del propietario de cosechar de inmediato la población entera y la reacción de invertir en producción especializada de especies comerciales, sobre todo ahora que productores y técnicos están siendo víctimas de la ignorancia, al dejarse llevar por la opción de las UMAS, que aún no está comprobada científicamente.

El presente estudio es muy importante para comprobar la importancia del Capital Natural y concientizar a la sociedad al respecto. La inclinación de profesores, investigadores y dueños de los ranchos, en general, ha estado favoreciendo las acciones que deterioran a los ecosistemas, como es el caso de ranchos con praderas que recomiendan algunos autores o cualquier otro tipo de producción ajena a la natural y tendiente a la homogeneidad en sus variables, tal como lo recomiendan varios de los autores inclinados al productivismo, contrario a las necesidades de conocimiento que Davis (1991) plantea para un administrador de pastizales.

En varios de los autores citados, se identifica una tendencia a manejar la fauna por medio de la zootecnia. Tal es el caso de Guerra (1992) y Rodríguez *et al* (1998), quienes pretenden manejar al venado como animal doméstico. Esto es debido al poco conocimiento de lo que es una especie silvestre junto con la limitada capacitación en ecología de poblaciones y debido a la excesiva especialización de técnicos e investigadores en animales domésticos y además exóticos. Lo anterior origina que los datos proporcionados a los elementos de este modelo con respecto al venado lleven inevitablemente esa inclinación ante el principio de la conservación y administración del Capital Natural.

Respecto a la población del venado, los requerimientos que presenta Cook (1979) y Villarreal (1998) así como las consideraciones de Shultz y Armstrong (1984), hacen discutibles sus afirmaciones al identificar que la única forma de medir la dinámica poblacional en el MTC es obteniendo la diferencia

entre los inventarios de un año a otro, para el caso de la nacencia. Además, necesario considerar que la mortandad es totalmente difícil medirla, cuar mucho puede estimarse con algún factor representativo.

La extracción en la población de venados, recomendada científicamer es para aplicarse a machos y hembras, pero en México los ganaderos aplic la tasa solo a los machos. Esto es un serio error porque se actúa en detrime de la población al desproporcionar la relación macho:hembra. La poblac considerada a extraer, debe ser la del venado cazable y no la del criterio de club, ya que la población de venado para el criterio del club Boone y Croc (B&C) es confusa de determinar, además de que representa una muy peque porción de la población total, como se presentó en los resultados de los ca simulados, principalmente para los ranchos ejemplo y teórico. En este senti la extracción de machos con el criterio B&C está deteriorando la poblaci puesto que en años anteriores los propietarios y cazadores comenza extrayendo venados de 7.5 años de edad, posteriormente los agotaroi acudieron a los de 6.5 años, luego a los de 5.5, ahora extraen los de 4.5, cc lo recomiendan Rodríguez *et al* (1998). A ese ritmo va a llegar el día en que se encuentren machos B&C. Por otra parte la extracción de hembras o realizan es pareja (sin considerar edades) puesto que es muy difícil medirle edad, esto también lleva a desequilibrar la estructura de edades.

Capacidad de Carga

En cuanto a la variable carga animal de bovinos y la variable becerra (Heady (1975), Heitschmidt y Taylor (1991) y Holecheck *et al* (1989), coinciden en que los productos por animal y por unidad de superficie en relación con la carga animal, forman ciertas curvas donde el punto en que se cruzan es el valor óptimo para la carga animal, la producción por animal y la producción por hectárea. Con este argumento se confirma la posición del presente estudio y de autores como Teer *et al* (1965), Blankenship (1981) Davis (1990), Hanselka Landres (1993) y Rodríguez *et al* (1998) respecto al no exceder la capacidad de carga con la carga animal de bovinos y la densidad de venados, manejando cargas que van de moderadas a ligeras y combinando la proporción entre ganado y fauna, para conservar el hábitat, proteger al pastizal, y a los ingresos del rancharo. No obstante, es necesario considerar a Larry y McGinty (1996) en cuanto a que el número de animales debe ser igualado a los niveles de forraje actuales y proyectados y no a partir de la capacidad de carga promedio.

En base a lo anterior la relación Bovino:Venado que está excediendo la capacidad de carga, no es un factor de mejoramiento del MTC como Capital Natural, debido a que su exceso acelerará el agotamiento de la vegetación, que puede ocasionar la disminución en la diversidad de animales y plantas más serio aún, la pérdida de suelo por erosión y por consiguiente la desaparición total de las especies vegetales, como hubiera resultado el caso

del rancho ejemplo simulado, con la información inicial. Ambos efectos origina la disminución o incluso la desaparición de los herbívoros nativos.

Lo anterior se agrava al identificar que existe escasa información e cuanto a las capacidades de carga para bovino y principalmente para venad en la región del MTC, como se argumentó en la revisión de literatura, en qu además se aprecia que ya esta comprobado que las cargas moderadas ligeras de bovino no deterioran al pastizal y que son lo suficiente par conservarlo; es decir, bastan los bovinos para obtener buena rentabilidad : utilizar la vegetación, por lo que es necesario dejar en paz al venado como un población silvestre. Incluso el ganado como exótico pudiera ser ahora reducid o incluso eliminado y regresarle su lugar a los herbívoros nativos como el Búfalo, mediante repoblaciones en las regiones donde se ha extinguido y co negociaciones entre propietarios y gobiernos, como lo hacen por ejemplo e Nuevo México y en Canadá.

La determinación de la carga animal que plantea Rodríguez *et al* (1998) no debe calcularse a partir del numero de bovinos que pueda soportar el pastizal, sino el numero de bovinos debe calcularse a partir del numero de venados que puede soportar el ecosistema. Por otra parte, es necesar considerar las afirmaciones de Martínez y Ortega (1998) así como de Carrer (1998) respecto a lo discutibles que son los coeficientes de agostader señalados por COTECOCA, así como de Scarnecchia (1985) sobre confusión inevitable en cuanto al concepto de Unidad Animal, para con est proceder a hacer una evaluación no solo de sus datos sino también de su

conceptos y sus métodos, y así poder actualizar la información en el MTC, sus pastizales y sus sitios. Por otra parte, como se señaló en el capítulo 1 sobre materiales y métodos, la información de la comisión citada, no es suficiente para hacer simulaciones inferiores a un año.

Es indispensable definir si el MTC es producto de la sobrecarga animal en el pasado, de lo que antes fueran zacatales, o si desde siempre ha sido un matorral. Alrededor a lo anterior, se requiere especificar si el venado cola blanca texano emigró al MTC cuando éste dejó de ser un zacatal o si ha existido allí desde siempre, suponiendo que la región siempre ha sido un matorral.

Por otra parte en las tres etapas de producción que presenta Jameson *et al* (1974), aunque sería indispensable ajustarlas a una escala espacial y temporal, no está de más señalar que sea cual fuere la posición del MTC en las etapas, el uso inmoderado que se le ha dado hasta la fecha, acelera la velocidad para llegar a la caída de la capacidad de carga y por consiguiente a las densidades poblacionales; o bien, lleva al MTC como producto a su etapa de finalización en un tiempo inoportuno por ser muy adelantado.

Simulaciones de Referencia

En este trabajo la aplicación de la simulación se realizó mediante cuatro casos de ranchos a manera de ejemplo, por que de esta forma se identificaron los índices de rentabilidad proporcionados por diferentes relaciones bovino:venado en la carga animal. El hecho de que el modelo represente a un rancho indeterminado, permite aplicarse para varias situaciones, para esto, los cuatro casos simulados fueron solo un ejemplo, debido a la información para simularlos y la representatividad que tienen para compararlos. La validación del uso del modelo se realizarán en estudios posteriores porque son etapas que exigen estudios más especializados, que integren a otras disciplinas e incluso a expertos en los rubros estudiados. El modelo se desarrolló esencialmente de manera determinística, requiriéndose extraer información directa del área de estudio y complementar a ésta con datos experimentales, con el objeto de desarrollar en el futuro un modelo que incluya variables estocásticas.

Al observar las simulaciones que se corrieron, la rentabilidad para cada caso resulto diferente. Si bien el rancho Ejemplo es el mas rentable (0.68), no se conoce su efecto en el MTC como capital natural, solo se aprecia que no considera en forma específica la conservación de dicho recurso. El resto de los ranchos resultaron con rentabilidad inferior al rancho Ejemplo, el rancho Tecnificado presenta un índice de 0.64, mientras que el rancho Tradicional (0.36), resultando ser el rancho Teórico el menos rentable (0.34). Sin embargo el rancho Tecnificado se refiere a un sistema todavía muy ajeno a la realidad del MTC

con muchos aspectos por evaluar académicamente en lo referente a la Ecología. En este sentido es probable que el rancho Teórico, a pesar de ser e menos rentable sea el que menos deteriora al MTC como capital natural debido a que no presenta sobreutilización de la vegetación, considera una partida en los egresos para la conservación del capital natural y, si ese fuera el caso, está alterando inicialmente solo una especie silvestre.

Por otra parte es necesario considerar que el precio del trofeo dependerá a fin de cuentas de la fama del rancho que lo vende, entendiendo la fama como la calidad del trofeo con algún criterio determinado, combinada con los servicios del rancho. En este sentido otros factores en el mercado como la valoración de los recursos señalada por Carrera y Moreno (1999), la escasez señalada por Freese (1998), la ubicación, los medios de acceso, los planes de mercadotecnia o cualquier otro, quedan en segundo término.

Es palpable la escasez de datos disponibles para evaluar el modelo y paralelamente la necesidad de obtenerlos por la consulta de investigaciones o la consulta a expertos. Esto demanda recursos, principalmente tiempo y profesores investigadores, lo que implica estudios más avanzados que, una vez culminados, podrán permitir mayores avances científicos.

La confianza de los informantes y propietarios es uno de los mejores resultados del presente estudio, puesto que la UAAAN ha estado perdiendo credibilidad por parte de los ganaderos del MTC. Lo anterior se afirma debido a que fue experimentado en persona, durante la solicitud de la información y el recorrido por oficinas, organizaciones y ranchos de los ganaderos en el MTC.

CONCLUSIONES

1. La simulación es una herramienta, una alternativa de investigación de estrategias de administración de recursos naturales. No suple a la experimentación de la que obtiene información "dura" como materia prima. Y como resultados solo produce información hipotética que deberá a su vez usarse y corroborarse experimentalmente.

2. El presente modelo comprende la formulación conceptual y especificación cuantitativa de unidades de producción en el MTC, requiriéndose ajustar subsecuentemente con datos reales y actualizados durante las fases de evaluación y uso.

3. El presente estudio aporta un punto de partida para la administración de ranchos en el MTC, considerado como un submodelo homogéneo expresado esencialmente como forraje y cobertura.

4. La simulación de casos indica que se requiere más información sobre la equivalencia bovino:venado, ya que la rentabilidad de ranchos en el MTC incrementa a mayor aprovechamiento del venado, y el uso combinado bovino:venado en ranchos del MTC induce al sobreuso del capital natural, requiriéndose hacer ajustes minuciosos en la determinación de la carga animal.

5. El modelo contiene las variables que representan al sistema de interés y el fundamento para la investigación científica posterior.

RESUMEN

La administración del presupuesto destinado a la investigación, el bajo monto con el que ésta cuenta y los métodos tradicionales de investigación, escasamente apropiados para sistemas complejos, generan la gran necesidad de hacer un uso efectivo del monto disponible, una obtención de conocimientos con mejor solución de problemas y una justa canalización de los presupuestos federal y privado hacia la investigación. Los ranchos del estado de Coahuila con producción de becerros y aprovechamiento de venados, ubicados en la región de la vegetación del Matorral Tamaulipeco, son un ejemplo de sistemas complejos. Los investigadores, técnicos y productores de estos ranchos, requieren de herramientas para conocer la mejor relación bovino:venado, en cuanto a la rentabilidad que por ésta relación se origina. Desafortunadamente la rentabilidad y la conservación de los recursos naturales son tan desalentadoras, que se requiere cambiar a sistemas más promisorios; uno de ellos es la negociación internacional por la conservación del Capital Natural en México, en donde sobresale la provincia del Matorral Tamaulipeco de Coahuila (MTC) con la producción de bovinos y aprovechamiento de venados, mediante ranchos o UMAS, tanto por el Capital Natural en que se encuentran, como por los ingresos monetarios que a los productores rurales genera.

El Estudio de Sistemas mediante Modelos de Simulación, es una estrategia para lograr tanto el uso eficiente de los presupuestos, como el estudio de sistemas complejos en la investigación científica, tal es el caso del estudio de los ranchos del MTC. En base a lo anterior el objetivo de la presente investigación fue desarrollar un modelo de simulación para predecir la rentabilidad en ranchos del MTC al hacer variar la relación bovino:venado buscando demostrar el alto valor que la simulación tiene como alternativa a la investigación científica.

El estudio se realizó partiendo de una amplia revisión de literatura desarrollando, en ese contexto, un modelo conceptual al definir los objetivos del mismo, los límites y componentes del sistema de interés y sus relaciones. Con el fundamento anterior se procedió a especificar el modelo en forma cuantitativa, para lo cual se seleccionó una forma matemática como modelo determinístico y se eligió una escala espacio-tiempo del MTC durante un año además se identificaron las relaciones entre las variables, así como las relaciones de transferencias de material y de información. En seguida se estimaron los parámetros de las ecuaciones y éstas se codificaron en un programa de cómputo STELLA, posteriormente se procedió a ejecutar las simulaciones. Los resultados obtenidos fueron una serie de predicciones que permiten apreciar que el modelo opera correctamente en el programa y que éstas predicciones son aplicables a los ranchos del MTC, concluyendo que la continuación de esta investigación se realizará con estudios posteriores más avanzados, para llegar a las etapas de Validación y Uso del Modelo.

LITERATURA CITADA

- Aguilar V., A., C. Torres B. y D. Zavala M. 1989. Administración agropecuaria. Limusa. México. 973 p.
- Aguirre V., E. L. y D. L. Huss. 1974. Fundamentos de manejo de pastizales. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey. México. 227p.
- Aizpuru G., E. 1995. Relaciones entre el ganado y el pastizal. En: De Leon G L. L. Editor. Temas de actualidad en manejo de pastizales. SOMMAI UAAAN. pp 63 - 74.
- Alanís, F. G. 1993. El Matorral Espinoso Tamaulipeco. Usos y Conservación. Agrociencia. Serie recursos naturales renovables. Vol. 3. Num. 3. México
- Alcala, C. H. 1988. Productividad del venado cola blanca (Dama Virginiana Texana Means) en Guerrero, Coahuila. Tesis Maestría. UAAAN. 91 p.
- Archer, S. 1994. Woody plant encroachment into southwestern grasslands and savannas: rates, patterns and proximate causes. In: Vavra, Laycock and Pieper. Society for Range Management. Ecological implications of livestock herbivory in the west.
- Armstrong, W. E. 1981. White-tailed deer competition with goats, sheep, cattle and exotic wildlife. In: Texas Parks & Wildlife Department. An annotated bibliography on the interaction of range management (livestock grazing, brush management and prescribed burning) or nonmanagement with wildlife habitat and wildlife. Texas. p. 136, 137.
- Aucamp, A. J. y Barnard, H. H. 1980. Die ontplooiing van die vee-undepotensiaal van die droë gras-bosgemeenskappe in die Oos Kaap. Proc. Grassland Soc. Sth Afr. 15:137 - 140.
- Barkin, D., Batt, R. y De Walt, B. R. 1991. Alimentos versus forrajes. La sustitución entre granos a escala mundial. Siglo veintiuno. México. 183.
- Beckner, M. 1974. Reduction, hierarchies and organicism. In: Ayala, F. J., Dobzhansky. Studies in the philosophy of biology. University of California Press. Great Britain. 390 p.

- Blackmore, S. 1984. The penguin dictionary of botany. Penguin books. Great Britain. 390 p.
- Blankenship, L. H. 1981. Ranch management for deer and livestock. In: Texas Parks & Wildlife Department. An annotated bibliography on the interaction of range management (livestock grazing, brush management and prescribed burning) or nonmanagement with wildlife habitat and wildlife Texas. p 148.
- Blessner, W. B. 1969. A systems approach to biomedicine. McGraw-Hill. US 615 p.
- Brewer, R. 1994. The science of ecology. 2 ed. Saunders college publishing United States of America. 773 p.
- Breyenmeyer, A. I., and Van Dyne, G. M. 1980. Grasslands, systems analysis and man. Cambridge University Press. Great Britain. 950 p.
- Briske, D. D., and R. K. Heitschmidt. 1991. An ecological perspective. In Heitschmidt, R. K., and J. W. Stuth. Grazing management. An ecological perspective. Chapter 7. Timber press. Hong Kong. p 161.
- Brown, R. 1976a. The buck's "biological clock". Texas hunter's hotline fall. p 8-9.
- Brown, R. D. 1976b. Hormones and Antlers. Texas hunter's hotline. pp. 20-21.
- Brown, R. D. 1976c. More than a trophy. Texas hunter's hotline. pp. 27-28.
- Brown, R. D. 1979. Minerals for deer. Texas hunter's hotline. pp 15 y 52.
- Brown, R. D., R.L. Cowan and J.F. Kavanaugh. 1981. Effect of pinealectomy on seasonal androgen titers, antler growth and feed intake in white-tailed deer. J. of Animal Science 47(2): 435-440.
- Brown, R. D., R.L. Cowan and J.K. Kavanaugh. 1981. Effect of parathyroidectomy on white-tailed deer. The Texas J. of science. 34 (3, 4): 113 - 119.
- Cabral C., L. 1994. Identifica la función de operaciones (conceptos básicos) Modulo I. Programa de desarrollo empresarial. Paquete de producción Nacional Financiera. 160 p.

- Carrera L., J. y Moreno, A. 1999. Visión general de la fauna silvestre en el noreste de México y Sur de Texas desde el punto de vista académico. En: Taller internacional de conservación y manejo de fauna silvestre Memorias. México. 300 p.
- Carrera L., J. A. 1995. La fauna silvestre y el manejo de pastizales. En: D Leon, G. L. L. Editor. Temas de actualidad en manejo de pastizales: SOMMAP. UAAAN. pp 23 - 34.
- Carrera L., J. A. 2001. Conferencia sobre puma. 1er foro regional sobre depredadores de la fauna y el ganado. Coahuila.
- Carrera T., R. 1998. Análisis de la producción pecuaria y condición del pastizal de dos ejidos en el área de protección de flora y fauna Maderas de Carmen, Coahuila, México. Tesis licenciatura. UAAAN.
- Carvallo G., S. 1993. Aplicación de la tasa de rentabilidad financiera en proyectos agropecuarios, FIRA boletín informativo, Num. 255, Volume XXVI. México. 76 p.
- Chihuahuan desert. 2000. Plant list-scientific names. Image by Wynn Anderson <http://www.nasa.utep.edu>.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL), 1975. Clima Coahuila y Nuevo León, Precipitación y probabilidad de lluvia en la república mexicana y su evaluación.
- Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). 1979. Coahuila. SARH. 255 p.
- Conner, R., Cohen, W. y Flores, J. 1999. Aspectos económicos de la fauna silvestre (costo de cacería para venado, paloma y codorniz). En: D Luna, V.C., Díaz, S.H., Silva, C.R. y Gutiérrez, O.E. Conservación y manejo de fauna silvestre. Taller internacional. Coahuila. 300 p.
- Conner, R., W. T. Hamilton, and R. E. Whitson. 1993. Managing stocking rates to achieve financial goals. In: Department of rangeland ecology and management. Managing livestock stocking rates on rangeland. Project rangeland care. Texas A&M University. pp 73 - 96
- Cook, R. L. 1979. Learn about whitetails. Texas parks and wildlife department Texas.
- Cook, R. L. 1984. White-tailed ecology. Texas. Chapter 25. Halls, L.K. ed Stackpole books. USA. pp 457-485.

- Cook, W., and Stubbendieck, J. 1986. Range research: basic problems and techniques. Society for range management. Colorado. 317 p.
- Corell, D. S., and Johnston, M. C. 1979. Manual of the vascular plants of Texas: The University of Texas Printing Division. Texas. 1881 p.
- _____. 1970. Manual of the vascular plants of Texas: Texas research foundation.
- Costanza, R., Cumberland, J., Daly, H., Goodland, R. and Norgaard, R. 1997. Ecological economics. St. Lucie press. USA. 275 p.
- Chiras, D. D. 1991. Environmental science. Action for a sustainable future. 3rd ed. Benjamin Cummings publishing company. USA. 549 p.
- Church, D. C. 1980. Digestive physiology and nutrition of ruminants. Volume 3. 2nd ed. O & B Books. United States of America. 416 p.
- Danckwerts, J. E. 1982. The grazing capacity of sweetveld: A technique to record grazing capacity. Proc. Grassld. Soc. sth. Afr. 17:90-93.
- Dasmann, R. F. 1981. Wildlife biology. 2 ed. John Wiley & Sons. United States of America. 212 p.
- Dasmann, W. 1981. Deer range. Improvement and management. McFarland publishing company. United States of America. 168 p.
- Davis, E. 1990. Deer management in the south Texas plains. Federal aid project. Parks & Wildlife department. 31p.
- Dent, J. B. y Anderson, J. R. 1974. El análisis de sistemas de administración agrícola. Diana. México. 463 p.
- Díaz S. E., Saldivar F. A. y López D. U. 2000. Producción de forraje en praderas en el noreste de México. UAAAN, UAT y UANL. [Http://cnrit.tamu.edu/cgrm](http://cnrit.tamu.edu/cgrm).
- Dice, R. 1943. The biotic provinces of North America. Ann Arbor. University of Michigan press. P 4.
- Dobzhansky, T. 1974. Introductory remarks. In: Ayala, F. J., y Dobzhansky. Studies in the philosophy of biology. University of California Press. Great Britain. 390 p.

- Drawe, L., Ortega, A. y Fulbright T. 1999. Manejo del hábitat del venado cola blanca. En: De Luna, V.C., Díaz, S.H., Silva, C.R. y Gutiérrez, O. Conservación y manejo de fauna silvestre. Taller internacional. Coahuila 300 p.
- Enríquez G., C. 1995. Ganado vacuno. Exterior, razas y calificación. Universidad Autónoma de Aguascalientes. 294 p.
- Fideicomiso Instituidos en Relación con la Agricultura, Banco de México (FIRA) 1999a. Unidad de administración holística de los recursos. Libro de diario. Agencia Piedras Negras. Subdirección Regional del Norte. Residencia Coahuila.
-
- 1999b. Resultados de las encuestas de rentabilidad ganadera 1999. Ciclo ganadero 1998. Subdirección regional del norte. Residencia Coahuila.
- Flores A., J. F. 1999. Experiencias en el manejo del venado cola blanca texano en el rancho San José, Anáhuac, Nuevo León. En: Revista de asociación nacional de ganaderos diversificados criadores de fauna. Nuevo Laredo. Pp 23, 24.
- Font, Q. 1953. Diccionario de botánica. Labor. España. 1244 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO); and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). 1972. Mapa mundial de suelos. Leyenda III. Escala 1:5,000,000. Color. Roma. 1h.
- Freese, C. H. 1998. Wild species as commodities. Managing markets and ecosystems for sustainability. Island press. USA. 315 p.
- García, A. M., H. Hernández A., G. Valdés. y C. S. Cantú M. 1999. Sistemas de producción de carne en pastoreo, rentabilidad y perspectivas de comercialización. En: Consorcio técnico binacional. Conservación y uso de los recursos naturales y comercialización de bovinos de carne. Tercer taller. Memorias. México. p. 62 - 72.
- Giles, H. R. 1969. Wildlife management techniques. 3 ed. Edwards Brothers United States of America. 633 p.
- Grant, W. E. 1998. Ecology and natural resource management: reflections from a systems perspective. Ecological modeling 108. ELSEVIER. pp 67 - 66.

- Grant, W. E., S. L. Marín and E. K. Pedersen. 1997. Ecology and natural resource management: system analysis and simulation. John Wiley & Sons. United States of America. 373 p.
- Guerra E. G. y A. Aguilar V. 1995. Glosario para administradores y economista agropecuarios, UTEHA. México. 238 p.
- Guerra M. 1992. Análisis y recomendaciones para la producción diversificada (ganado-venado) en el noreste de México, Tesis, UAAAN.
- Guthery, S. F. 1986. Beef, brush and bobwhites. Quail management in cattl country. CKWRI Press. Texas. 182 p.
- Hall, R. E. 1981. The mammals of North America. 2nd ed. John Wiley & Sons: USA. 1177 p.
- Hall, Ch. A. S., and J. W. Day, Jr. 1977. Ecosystem modeling. In theory and practice. John Wiley & Sons. Colorado. 684 p.
- Hanselka, W., and Landers, R. Q. Jr. 1993. Why stocking rate decisions are important: an overview. In: Department of rangeland ecology and management. Texas agricultural extension service. Managing livestock stocking rates on rangeland. Project range care. Texas A&M University. p 2 - 9.
- Hanson, C. L., Wight, J. R. Slaughter, Ch. W., F. B. Pierson and K. Spaeth 1999. Simulation models management of rangeland ecosystems: past, present, and future. In: Society for range management. Rangeland: Colorado. 21(4):32-38.
- Harmel, D. 1981. Optimal management of livestock for wildlife benefit. In: Texas Parks & Wildlife Department. An annotated bibliography on the interaction of range management (livestock grazing, brush management and prescribed burning) or nonmanagement with wildlife habitat and wildlife Texas. Page 150.
- Hart, R. 1978. Stocking rate theory and its application to grazing on rangelands. 1st international rangeland congress. Society for Range Management. 547 - 560
- Hawken, P. 1993. The ecology of commerce. A declaration of sustainability. HarperBusiness. USA. 241p.
- Heady, H. F. 1975. Rangeland management. McGraw-Hill. United States of America. 460 p.

Heady, H. F., and Child, R. D. 1994. Rangeland ecology and management. Westview press. pp. 39-57.

Heitschmidt, R. K., and C. A. Taylor. 1991. Livestock production. In: Heitschmidt, K., and J. W. Stuth. Grazing management. An ecological perspective. Chapter 7. Timber press. Hong Kong. p 161.

Hewitt, D., Villarreal, J. y Hellickson, M. 1999. Manejo de la población del venado cola blanca. En: De Luna, V.C., Díaz, S.H., Silva, C.R. y Gutiérrez, O. Conservación y manejo de fauna silvestre. Taller internacional. Coahuila. 300 p.

High Performance Systems, Inc. (HPS). 1997. STELLA and STELLA Research software. Hanover NH.

Copyright © 1985, 1987, 1988, 1990, 1998. STELLA ©5.1.1. Version 5.1.1 for Windows.

Hobbs, T. N. and Carpenter, L. H. 1986. Viewpoint: animal-unit equivalent should be weighted by dietary differences. Journal of range management 39 (5).

Holechek, J. L., Pieper, R. D. and Herbel, C. H. 1995. Range management principles and practices. 2nd ed. Prentice Hall. USA. 526 p.

Holechek, J. L., R. D. Pieper and C. H. Herbel. 1998. Range management Principles and practices. 3 ed. Prentice-Hall. United States of America.

1989. Range management Principles and practices Prentice-Hall. United States of America. P. 344 - 36

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) 1998 Estadísticas del medio ambiente. México 1997. Aguascalientes. Pp 23, 30, 46, 59, 61, 62.

1998 Anuario estadístico del estado de Coahuila. Gobierno del estado de Coahuila p. 1-28.

1999: Estados Unidos Mexicanos. Territorio, Datos geográficos, Vegetación, Mapa de principales tipos de vegetación. [Http://www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

1999: Estados Unidos Mexicanos. Territorio, Datos geográficos, Climas, Mapa de principales tipos de clima. [Http://www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx).

- Jameson, D. A., S. D'Aquino, and E.T. Bartlett. 1974. Economics and management planning of range ecosystems. A. A. Balkema. Netherlands. 244 p.
- Jeffers, J. N. R. 1978. An introduction to systems analysis: with ecological applications. Edward Arnold publishers. Great Britain. 198 p.
- Kendeigh. 1961. Biotic provinces of North America. In: Smeins, F. E. 199 Plant and range ecology. Range science 609. Lecture notes. Texas A& University. P 68.
- Kitching, R. L. 1983. Systems ecology. An introduction to ecological modelling. University of Queensland press. 277 p.
- Kothmann, M. M., Blackburn, W. H., and Innis, G. The systems approach to grazing management research: concepts and philosophies. 1982. In: Briske, D. D. and Kothmann, M. M. Proceedings a national conference on grazing management technology. Texas A&M University. pp 78 - 92.
- Kothmann, M., and R. Hinnant. 1998. The grazing manager '98. Texas A&M University. College Station.
- Kothmann, M., and Smith, G. 1983. Evaluating management alternatives with a beef production systems model. Journal for range management. 36: 6. P 733 - 740.
- Kotler, P. 1993. Dirección de la mercadotecnia. 7 ed. Prentice hall. México. 843 p.
- Kozicky, E. L. 1987. Hunting preserves for sport or profit. Grunwald printing USA. 210 p.
- Krauthamer, J.T., W.E. Grant, and W.L. Griffin. 1987. A sociobioeconomic model: The Texas inshore shrimp fishery. Elsevier Science Publisher Ecological Modelling 35: 275 - 307.
- Larry, D. W., and A. McGinty. 1996. Stocking rate decisions. Key to successful ranch management. Internet. Updated: Dec. 4. TexNat.
- Lee, R. L. 1978. The deer of North America. Crown. United States of America. 462 p.
- Leopold, A. S. 1977. Fauna silvestre de México. Aves y mamíferos de caza. Instituto mexicano de recursos naturales. Galve. pp 576 - 584.

- Martínez M., M. y A. Ortega S. 1998. Integración de la producción de ganado de carne y venado cola blanca en el noreste de México. En: González R A., J.C. Martínez G., E.A. González V. y A. Tewolde M. Taller de ganadería de bovinos de carne del norte de México y sur de Tamaulipas. 229 p.
- Martinez, M. A., Molina, V., González, S. F., Marroquín, J. S. and Navar, Ch. . 1997. Observations of white-tailed deer and cattle diets in Mexico. . Range Management 50:253-257.
- McBryde, G. 1992. RWM Range economics. Class notes. Caesar Kleber Wildlife research institute. 40 p.
- McMahan, C. A. 1960. Deer, livestock food habitats. F.A. Texas proj. No. W-76, Jc No. 8. Austin, Texas. In: Weishuhn, L., Cook, R., and Harwell. S/F. A annotated bibliography of Texas white tailed deer research and selecte articles from other states. Texas parks and wildlife department. USA.
- McMahan, C. A. 1977. Suitability of grazing enclosures for deer and livestock research on the Kerr Wildlife Management Area, Texas. In: Texas Parks Wildlife Department. An annotated bibliography on the interaction of range management (livestock grazing, brush management and prescribe burning) or nonmanagement with wildlife hábitat and wildlife. Texas. | 139.
- Miller, T. 1994. Living in the environment. Principles, connections and solution. 8th ed. Wadsworth publishing. USA. 701 p.
- Moen, A. A. 1979. Wildlife ecology. An analytical approach. Freeman and Company. USA. 458 p.
- Morrison, M. L., Marcot, B. G., and Mannan W. R. 1998. Wildlife-habitat relationships. Concepts and applications. The university of Wisconsin press. 435 p.
- Muller, C. H. 1947. Vegetation and climate of Coahuila, Mexico. Madroño 9: 4-43.
- National Range and Pasture Handbook (NRPH). 1997. Grazing lands economics.
- Nava, R., Amijo, R. y Gastó, J. 1979. Ecosistema la unidad de la naturaleza y hombre. UAAAN. 332 p.
- Nebel, B. J. and Wright, R. T. 1996. The way the world works environment science. 5th edition. Prentice Hall. 698 p.

- Neill, H. W. 1995. An immodest proposal for systemic change in high education. International society for ecological modelling.
- Nelle, S. 1984. Key food plants for deer - South Texas. Proceeding of the 198 International ranchers round up. Texas agricultural extension service. S. Angelo, Texas.
- Odum, H. T. 1994. Ecological and general systems. An introduction to system ecology. University press of Colorado. Colorado. 644 p.
- Odum, H. T. and Odum, E. C. 2000. Modeling for all scales. An introduction to system simulation. Academic press. USA. 449 p.
- Ogden, P. 1996. Economic valuation of rangeland wildlife. In: Krausman, 1996. Range wildlife. SRM. Colorado. pp 433 – 440.
- Oteiza F., J. y J. R. Carmona M. 1985. Diccionario de zootecnia. Trilla México. 225 p.
- Owen, S. O., and Chiras, D. D. 1995. Natural resource conservation Management for a sustainable future. 6th ed. Prentice Hall. USA. 586 p.
- Padulo, L. and Arbib, M. A. 1974. System theory. Hemisphere publishing corporation. USA. 779 p.
- Patton, D. R. 1992. Wildlife habitat relationships in forested ecosystem Timber press. Oregon. pp 40 – 80.
- Plantadviser. 1999. Plants listed by name. www.plantadviser.com.
- Postel, S. 1994. Carrying capacity: Earth's bottom line. In: Brown R. L. *et al* State of the world. W W Norton & Company. USA. pp 3 – 21.
- Postel, S. 1994. Carrying capacity: earth's bottom line. In: Starke, L. State of the world. W W Norton & company. United States of America. 265 p.
- Ramírez L., R. G. 1998. Dieta y nutrición del venado cola blanca en el noroeste de México. Ciencia UANL. Vol. 1. No. 2. p. 109 - 115.
- Real Academia Española (RAE). 1984. Diccionario de la lengua española. XX e Tomos I y II. España. 1416 p.
- Reardon, P. O., L. B. Merrill and C. A. Taylor. 1978. White-tailed deer preferences and hunter success under various grazing systems. J. Range Management 31(1): 40-42.

- Robinson, W. L. And Bolen, E. G. 1984. *Wildlife ecology and management*. Macmillan publishing company. USA. 478 p.
- Rodríguez A., J. A. 1984. Guía para la determinación de algunos instrumentos económicos de decisión para la producción agropecuaria. En: FIRA. I informativo. Num. 159. Volumen XVI. México. 60 p.
- Rodríguez H., L. E., H. González y M. García G. 1998. Sistemas de producción de ganado bovino en el noreste de México. En: Taller de ganadería de bovino de carne del norte de México y sur de Texas. Tamaulipas. 229 p.
- Rodríguez S., J. C., O. Neri F. y J. G. Villarreal G. 1998. Ranchos cinegéticos. Oportunidad de diversificación ganadera sustentable. FIRA. E informativo. Núm. 306. Volumen XXX. México. 100 p.
- Rodríguez T., G. 1998. Conservación de los recursos naturales. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila. 247 p.
- Romo D., B. 1995. Evaluación de siete genotipos de maíz (*Zea mays* L.) grano en los Sauces, Jalisco. Tesis. Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Universidad Autónoma de Aguascalientes. 168 p.
- _____ 1995a. Unidad de producción hermanos Romo Díaz. Diploma de Administración de la Producción. Posgrado en administración. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- _____ 1996. Conocimiento del campo y desarrollo del medio rural en Aguascalientes. Administración de las unidades de producción. FIRA. de estudios agrarios 1996.
- Romo D., B. y A. Díaz R. 1993. Conservación del agostadero La Silleta en los Sauces, Jalisco. IX Congreso nacional sobre manejo de pastos. Presentación de Carteles. Agosto 19. Hermosillo.
- Romo D., B. y T.E. Alvarado M. 1998. Diagnóstico administrativo y financiero del rancho ganadero "Santa Teresa de la Rueda", Ocampo, Coahuila de México. En: Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria (SOMEXAA). XII congreso internacional de administración de empresas agropecuarias. Memoria in extenso. Tabasco. p. 47 - 49.
- Romo, D., B. y R. Chávez G. 1999. La administración en pastizales del semidesierto mexicano. 1ª parte situación diagnóstica. En: Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria (SOMEXAA). XIII congreso internacional de administración agropecuaria. Memoria. Sinaloa. p. 247.

- Romo, D., B. y R. Chávez G. 2000. Administración estratégica en pastizales. En: XIV congreso nacional sobre manejo de pastizales. Memoria. Guadalajara, Jal.
- Romo-Díaz., B., A. Romo-García. y A. Díaz-Romo. 2000. Aprovechamiento del zacate klein (*Panicum coloratum* L.) en la unidad ganadera el Destierro, Jalisco. En: XIV congreso nacional sobre manejo de pastizales. Memorias. Guadalajara, Jal.
- Romo D. B. y T. E. Alvarado M. 1999. Diagnostico administrativo financiero de un rancho ganadero "Santa Teresa de la Rueda", Ocampo, Coahuila, México. Revista mexicana de agronegocios. Año III. Volumen 4. Enero - Junio. 306 - 310.
- Rosson, P. y F. Adcock. 1999. Tendencias emergentes de decisiones que influyen en la comercialización de ganado y carne en Norteamérica. E. Consorcio técnico binacional. Conservación y uso de los recursos naturales: comercialización de bovinos de carne. Tercer taller. Memorias. México. p. 87 - 93.
- Rue, L. L. 1978. The deer of North America. Times mirror magazines. USA. 4 p.
- Rykiel, E. J. 1993. Ecological modeling and the future of the earth. Ecomod. Vol. 11. No. 1. International society for ecological modelling.
- Saldivar, A. 1998. De la economía ambiental al desarrollo sustentable. UNAM. 317 p.
- Scarnecchia, D. L. 1985. The animal-unit and animal-unit-equivalent concept in range science. J. Range Management. 38: 346-349.
- _____ 1986. Viewpoint: animal-unit-equivalents cannot be meaningfully weighted by indices of dietary overlap. J. Range management. 39:471.
- _____ 1990. Concepts of carrying capacity and substitution ratio from a systems viewpoint. J. Range management. 43(6).
- Scarnecchia, D. L., and C. T. Gaskins. 1987. Modeling animal-unit-equivalents for beef cattle. Agr. Systems 23:19-26.
- Scarnecchia, D. L., and M.M. Kothmann. 1982. A dynamic approach to grazing management terminology. J. Range Management. 35: 262-264.

- Scifres, C. J. s/f. IBMS: Ecological basis and evolution of concepts. In: Nev P. C. Integrated brush management systems for south Texas: development and implementation. Texas A&M University. B-1493. pp 8.
- Scifres, Ch. J. 1980. Brush management. Principles and practices for Texas and the Southwest. Texas A&M University press. pp 24, 30.
- Scott, D. 1999. Tendencias en la recreación al aire libre y el ecoturismo. Implicaciones para el sur de Texas y el norte de México. En: Consona técnica binacional. Conservación y uso de los recursos naturales: comercialización de bovinos de carne. Tercer taller. Memorias. México 108.
- Schettino, M. 1994. Economía contemporánea. Un enfoque para México América Latina. Iberoamérica. 404 p.
- Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA). 2001. Fiebre aftosa. Guía preventiva. Dirección general salud animal. México.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), 1979. Comisión Técnica Consultiva para la determinación Regional de los Coeficientes Agostadero (COTECOCA), Coahuila. 255 p.
- Secretaría de Fomento Agropecuario (SFA). 1997. Información meteorológica de Coahuila. Gobierno del estado de Coahuila.
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP), 1980. Carta de Vegetación Monterrey. Escala 1:1'000,000. Colores. 1H.
-
- _____ 1983. Síntesis geográfica Coahuila. Subprovincia de las Llanuras de Coahuila y Nuevo León. p. - 161.
- Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT) 1998. Calendario cinegético. Temporada agosto '98 - Mayo '99. More 135 p.
-
- _____ 1983. Síntesis geográfica Coahuila. Subprovincia de las Llanuras de Coahuila y Nuevo León. p. - 161.
- Mapa de suelos dominantes. FAO/UNESCO/ISRIC, 1998. Primera aproximación. Escala 1:4 000 000. Colores. México. 1h.
- Shreve, F. and Wiggins, I. L. 1964. Vegetation and flora of the Sonoran Desert. Stanford university press. p 150.

- Shult, J. M., and Armstrong, B. 1984. Deer census techniques. agricultural extension service.
- Smeins, F. E. 1983. Origin of the brush problem - a geological and ecological perspective of contemporary distributions. In: SRM. Proceedings - management symposium. Albuquerque, New Mexico. pp 5 - 16.
- Soulé, M. E. 1987. Introduction. In: Soulé, M. E. Editor. Viable population conservation. Cambridge University Press. Great Britain. pp 1 - 10.
- Standley, P. C. 1992. Trees and shrubs of Mexico (Gleichenia: Betulaceae). United States national herbarium. Volume 23. P Smithsonian press. Washington, D. C. pp 428 and 429.
- Steel, R. G. and Torrie, J. H. 1960. Principles and procedures of statistics special reference to the biological sciences. McGraw-Hill. 481 p.
- Stoddart, L. A., and Smith, A. D. 1955. Range management. 2nd ed. USA.
- Stoddart, L. A., Smith, A. D., and Box, T. W. 1975. Range Management. USA. 532 p.
- Teer, J. G. 1996. The white-tailed deer: natural history and management. Krausman, P.R. (Ed.). Rangeland wildlife. SRM. Colorado. pp 193-211.
- Teer, J. G., Jack, W. T. and Walker E. A. 1965. Ecology and management of white-tailed deer in the Llano Basin of Texas. Wildl. Monographs No. 62 pp. In: Kozicky, E.L. and Fulbright, T.E. 1991. An annotated bibliography on the interaction of range management (livestock grazing, brush management and prescribed burning) on nonmanaged wildlife habitat and wildlife. Texas parks & wildlife department. USA.
- Texas A&M research and extension center. 2000. Native plants of Texas. <http://uvalde.tamu.edu/herbarium/index.html>.
- Texas natural resource server. 2001. Common range plants of Texas. <http://texnat.tamu.edu/cmplants/toxic/dkgreen.htm>.
- Thornley, J. H. M. 1998. Grassland dynamics. An ecosystem simulation model. CAB International. University Press. UK. 233 p.
- Tietenberg, T. 1992. Environmental and natural resource economics. 3rd ed. HarperCollins publishers. USA. 678 p.

- Tisdell, C. 1991. Economics of environmental conservation. Economics environmental and ecological management. Elsevier. The Netherlands. 233 p.
- Trewartha, G. T. 1968. An introduction to climate. 4th ed. McGraw Hill. USA. 4 p.
- Trillas. 1982. Administración de empresas agropecuarias. Secretaría Educación Pública (SEP). México. 112 p.
- _____ 1981. Bovinos de carne. Secretaría de Educación Pública (SE) México. 101 p.
- Unión Ganadera Regional de Nuevo León (UGRNL). 2000. Ley general de vi silvestre. SEMARNAP. UANL. 45 p.
- United States Department of Commerce (USDC). 1979. World aeronautic chart. Scale 1:1,000,000. CH-23. Colores. United States of America. 1h.
- United States Department of the Interior (USDI). 1992. Rangeland inventory monitoring. Technical reference 4400-5. Colores. United States America. 1h.
- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). 1999. Inventa florístico faunístico de la Cuenca Burgos. Subcuenca 24E. Conven UAAAN-COMMINSA (Corporación Mexicana de Materiales Industrial S. A.).
- University of Connecticut. 2001. Ecology & evolutionary biology conservato http://florawww.eeb.uconn.edu/acc_num/198500174.htm/.
- Vallentine, J. F. 1965. An improved AUM for range cattle. Journal of range management. 18: 346-348.
- Varner L. W., L. H. Blankenship and G. W. Lynch. 1977. Seasonal changes nutritive values of deer food plants in south Texas. In: Texas Parks Wildlife Department. An annotated bibliography on the interaction of range management (livestock grazing, brush management and prescribed burning) or nonmanagement with wildlife habitat and wildlife. Texas. 136.
- Vazquez U., G. 1994. Efecto de los programas de operación de pred ganaderos en las características cualitativas del venado cola blanca *Odocoileus virginianus texanus* en el noreste de Coahuila. Tesis Maestría. México. 95 p.

- Ventana Systems, Inc. Copyright ©1988 - 1997. Vensim. The vent simulation environment. Vensim PLE 16. Version 3.0B.
- Villarreal G. J. G. 1994. Beneficios económicos y ecológicos derivados manejo combinado-extensivo de bovinos de carne y venados en noreste de México. En: SOMMAP. X Congreso nacional sobre manejo pastizales. México. pp 15-23.
- _____ 1998. Monitoreo y evaluación de poblaciones silvestres: venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en UMA's extensivas matorrales xerofilos. FIRA. Sabinas.
- Villarreal G. J. G., Hewitt D. y Hellickson M. 1999. Manejo de poblaciones silvestres de venado cola blanca *Odocoileus virginianus* en ecosistema de matorrales xerofilos del noreste de México. En: De Luna, V. C., D. S. H., Silva, C. R. y Gutiérrez, O. E. Conservación y manejo de fauna silvestre. Taller internacional. Coahuila. 300 p.
- Villarreal G., J. G. 1989. Prácticas para el mejoramiento del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el noreste de México. En: Ro. M. A., Villarreal G., J. G. y Dietrich P, W. III simposio sobre venados: México. Linares. 255 p.
- Villarreal G., J. G. 1999a. El valor agregado de la fauna silvestre a los ingresos de un rancho ganadero tradicional, Asociación Mexicana de Criadores: Ganado Beefmaster. May - Jun. Año 7, bimestre 3. México. p.10 y 11.
- Villarreal G., J. G. 1999b. Venado cola blanca. Manejo y aprovechamiento UGRNL. Monterrey. 401 p.
- Villarreal Q., J. A. y J. Valdés R., 1993. Vegetación de Coahuila. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales (SOMMAP). Manejo de pastizales. Publicación Oficial. Vol. 6 No 1. Saltillo. p. 9 - 18.
- Warren, R. J., and Krysl L. S. 1983. White-tailed deer food habits and nutritional status as affected by grazing and deer-harvest management. *Range Management*. 36:104-109. In: Kozicky, E. L. and Fulbright, T. E. 1983. An annotated bibliography on the interaction of range management (livestock grazing, brush management and prescribed burning) and nonmanagement with wildlife habitat and wildlife. Texas parks & wildlife department. USA.
- Webster, N. 1981. Webster's new compact format dictionary. Book essence publishers. USA. 446 p.

- Whitthen, J. L. and Bentley, L. D. 1998. System analysis and design method McGraw-Hill, 4th ed. USA. 724 p.
- Wiggins, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University press. California.
- Wilson, A. D., G. N. Harrington and I. F. Beale. 1984. Grazing management. I
Harrington G. N., A. D. Wilson, and M. D. Young. Management of Australia's
rangelands. pp 129-139.
- Zamarron R., E. M. 1997. Apacentamiento de especies clave y su efecto sobre
el hábitat del venado cola blanca. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma
Agraria Antonio Narro. Saltillo. 125 p.

A P E N D I C E S

APENDICE A

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS, TEMPERATURAS Y PRECIPITACIÓN
POR MES, EN EL NORESTE DE COAHUILA

APENDICE A

DATO	M E S											
	EN	FB	MZ	AB	MY	JN	JL	AG	SP	OC	NV	DC
T°MX	17.6	21.8	24.4	27.25	32.23	33.93	34.95	36.18	32.47	29.00	21.57	18.2
T°MN	4.32	6.65	9.70	14.97	19.43	22.90	22.72	23.98	20.45	14.80	8.02	5.48
PP	26.2	37.8	32.5	71.88	91.93	43.77	85.87	30.83	115.05	23.88	18.93	39.8
T°MX	17.5	19.5	24.6	29.04	31.19	33.02	35.20	35.33	32.83	28.20	23.20	17.9
T°MN	4.62	5.95	9.26	14.13	17.54	21.59	21.81	22.07	19.23	14.35	9.03	5.25
PP	9.90	19.7	12.7	38.12	70.80	65.09	45.25	63.19	90.68	53.33	23.50	20.9
T°MX	20.1	21.9	27.5	30.30	32.64	34.85	36.16	34.90	33.02	28.80	23.60	19.0
T°MN	5.58	5.83	11.5	15.98	19.62	22.27	24.00	22.38	21.42	16.34	11.30	4.07
PP	22.0	23	17.0	47.75	69.00	90.60	25.00	147.50	110.00	110.40	20.00	10.0
T°MX	16.3	19.2	23.3	28.40	31.01	34.49	35.68	35.61	32.45	27.18	21.22	17.2
T°MN	2.65	4.64	8.88	14.38	18.44	21.50	22.89	22.47	19.91	14.50	8.20	3.68
PP	18.8	25.9	24.4	50.34	66.03	75.61	71.25	47.04	93.50	62.26	23.96	12.9
T°MX	19.1	22.4	24.3	27.05	33.70	36.90	36.10	36.67	33.30	32.87	22.43	19.0
T°MN	4.75	6.45	9.52	12.60	17.47	21.10	22.03	22.17	18.63	14.00	8.10	6.03
PP	24.2	34.0	30.8	58.88	101.10	80.64	134.33	13.25	136.45	24.50	26.10	15.0
T°MX	16.7	21.4	26.0	30.19	33.08	36.25	37.80	37.13	33.65	29.25	23.40	18.3
T°MN	5.04	7.51	11.8	15.93	20.50	22.82	24.15	24.05	21.51	16.98	10.44	6.25
PP	21.6	24.9	20.4	50.99	82.13	66.74	58.65	32.80	81.47	47.44	24.16	21.7
T°MX	19.1	21.7	27.6	31.42	35.02	37.70	39.14	36.97	35.70	30.62	23.73	19.9
T°MN	5.72	8.68	11.4	15.19	20.31	23.08	24.05	24.04	20.82	16.23	9.40	7.00
PP	22.7	35.9	20.8	65.00	73.53	61.54	55.63	49.40	75.58	26.55	21.31	22.8
T°MX	20.1	22.3	27.0	32.01	34.89	37.67	38.21	38.11	34.78	30.28	24.48	20.5
T°MN	5.38	7.45	11.1	15.91	20.23	22.97	23.84	23.70	20.86	16.33	9.02	5.93
PP	32.5	18.1	13.2	45.15	60.10	55.26	45.62	37.63	82.08	54.32	22.54	20.3
T°MX	16.8	19.3	22.9	26.64	29.84	32.31	33.33	32.83	29.79	25.89	21.40	17.5
T°MN	4.56	6.40	9.02	13.05	16.94	19.48	20.20	19.97	18.04	13.78	8.23	5.26
PP	13.1	16.8	7.42	23.46	51.10	37.01	18.28	46.35	75.96	35.49	13.24	12.7
T°MX	18.7	19.6	23.9	27.40	30.37	33.09	32.85	33.51	31.03	29.53	23.04	19.1
T°MN	5.75	8.08	11.7	15.54	20.40	22.66	22.85	23.90	21.26	16.77	10.80	7.69
PP	19.7	19.5	15.5	44.08	70.12	76.02	46.04	43.81	81.64	36.29	19.50	30.6
T°MX	18.5	19.9	24.0	26.14	27.96	30.01	29.54	29.40	26.47	23.88	20.98	18.1
T°MN	4.27	5.16	8.23	11.13	14.31	17.05	16.31	16.13	13.89	10.29	6.64	4.40
PP	15.6	18.2	15.6	35.44	82.21	81.80	83.58	65.58	115.27	40.50	19.56	8.98
T°MX	21.5	23.8	28.1	31.29	33.06	34.94	35.91	36.20	33.29	31.37	27.17	22.1
T°MN	7.07	8.21	11.0	12.73	15.46	19.90	21.47	22.07	19.89	15.36	11.64	8.82
PP	22.8	16.3	13.1	25.83	75.90	60.89	60.99	44.45	84.54	40.71	15.91	23.4
T°MX	19.8	22.1	27.1	31.56	33.96	35.98	37.09	36.53	33.52	29.19	24.04	20.2
T°MN	4.33	5.94	9.38	14.63	18.72	21.36	21.92	21.50	19.11	14.61	8.35	4.97
PP	17.5	18.2	9.24	25.59	48.02	47.31	32.87	42.13	75.10	40.68	15.86	17.7
T°MX	18.6	21.8	26.3	30.29	33.23	39.94	35.57	36.04	33.27	28.87	22.81	19.2
T°MN	3.16	3.94	8.39	12.24	16.52	20.27	20.90	20.50	18.51	13.12	7.09	3.24
PP	10.6	15.9	11.0	45.37	56.35	58.43	59.79	47.92	75.96	51.44	19.59	12.8

APENDICE B

INVENTARIO FLORISTICO, CUENCA BURGOS (24E),
MATORRAL TAMAULIPECO

A P E N D I C E B

ESPECIE	DIAM/400mc	DOMINANCIA	DOM REL	DENS/HA	DENS REL	FREC	FREC REL	VALOR DE IMP	DIV SHANNON
<i>Acacia berlandieri</i>	14.1	0.390363	0.192	200	0.35987	1.0	1.67	2.2181	-0.068239
<i>Acacia farnesiana</i>	22.99	1.037788	0.509	500	0.89969	3.0	5.00	6.4090	-0.149787
<i>Acacia greggii</i>	1	0.001964	0.001	25	0.04498	1.0	1.67	1.7126	-0.068239
<i>Acacia rigidula</i>	84.29	13.950283	6.846	1200	2.15924	4.0	6.67	15.6716	-0.180537
<i>Allowissadula lozanii</i>	0.77	0.001164	0.001	50	0.08997	1.0	1.67	1.7572	-0.068239
<i>Amaranthus hybridus</i>	6.88	0.092941	0.046	1075	1.93432	1.0	1.67	3.6466	-0.068239
<i>Ambrosia confertiflora</i>	60.84	7.267906	3.567	8450	15.20468	1.0	1.67	20.4379	-0.068239
<i>Aristida adscensionis</i>	77.6	11.823726	5.802	2425	4.36347	1.0	1.67	11.8323	-0.068239
<i>Bacharis salicina</i>	2.8	0.015394	0.008	25	0.04498	1.0	1.67	1.7192	-0.068239
<i>Castela texana</i>	7.39	0.107231	0.053	225	0.40486	2.0	3.33	3.7908	-0.113373
<i>Condalia spatulata</i>	8.16	0.130741	0.064	425	0.76473	1.0	1.67	2.4956	-0.068239
<i>Cooperia drummondii</i>	0.63	0.000779	0.000	525	0.94467	1.0	1.67	2.6117	-0.068239
<i>Croton potsii</i>	9	0.159044	0.078	625	1.12461	1.0	1.67	2.8693	-0.068239
<i>Echinocereus eneacanthus</i>	6.73	0.088933	0.044	300	0.53981	1.0	1.67	2.2501	-0.068239
<i>Evolvulus alsinoides</i>	0.42	0.000346	0.000	150	0.26991	1.0	1.67	1.9367	-0.068239
<i>Eysenhardtia texana</i>	1.1	0.002376	0.001	50	0.08997	1.0	1.67	1.7578	-0.068239
<i>Guaiacum angustifolium</i>	7.66	0.115210	0.057	425	0.76473	3.0	5.00	5.8213	-0.149787
<i>Hypericum pauciflorum</i>	4.37	0.037497	0.018	475	0.85470	1.0	1.67	2.5398	-0.068239
<i>Jatropha dioica</i>	3.44	0.023235	0.011	800	1.43950	1.0	1.67	3.1176	-0.068239
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	30.26	1.797913	0.882	275	0.49483	3.0	5.00	6.3771	-0.149787
<i>Lantana macropoda</i>	0.1	0.000020	0.000	25	0.04498	1.0	1.67	1.7117	-0.068239
<i>Mammillaria heyderi</i>	0.23	0.000104	0.000	25	0.04498	1.0	1.67	1.7117	-0.068239
<i>Melampodium cinereum</i>	1.2	0.002827	0.001	200	0.35987	1.0	1.67	2.0279	-0.068239
<i>Molugo verticillata</i>	0.55	0.000594	0.000	275	0.49483	1.0	1.67	2.1618	-0.068239
<i>Opuntia leptocaulis</i>	11.1	0.241923	0.119	150	0.26991	1.0	1.67	2.0553	-0.068239

..... Continuación

ESPECIE	DIAM/400mc	DOMINANCIA	DOM REL	DENS/HA	DENS REL	FREC	FREC REL	VALOR DE IMP	DIV SHANNON
<i>Opuntia lindheimeri</i>	22.89	1.028780	0.505	525	0.94467	2.0	3.33	4.7828	-0.113373
<i>Parthenium hysterophorus</i>	0.11	0.000024	0.000	25	0.04498	1.0	1.67	1.7117	-0.068239
<i>Pennisetum ciliare</i>	288.09	162.962348	79.969	31350	56.41026	3.0	5.00	141.3796	-0.149787
<i>Phaulothamnus spinescens</i>	9.8	0.188575	0.093	125	0.22492	1.0	1.67	1.9841	-0.068239
<i>Phyla nodiflora</i>	6.16	0.074506	0.037	350	0.62978	1.0	1.67	2.3330	-0.068239
<i>Polanisia dodecandra</i>	1.2	0.002827	0.001	200	0.35987	1.0	1.67	2.0279	-0.068239
<i>Portulaca mundula</i>	2.61	0.013376	0.007	725	1.30454	1.0	1.67	2.9778	-0.068239
<i>Prosopis glandulosa</i>	22.36	0.981690	0.482	350	0.62978	3.0	5.00	6.1115	-0.149787
<i>Rivinia humilis</i>	7.56	0.112221	0.055	175	0.31489	1.0	1.67	2.0366	-0.068239
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	1.68	0.005542	0.003	350	0.62978	1.0	1.67	2.2992	-0.068239
<i>Talinum angustisimum</i>	0.23	0.000104	0.000	50	0.08997	1.0	1.67	1.7567	-0.068239
<i>Tidestromia lanuginosa</i>	21.48	0.905940	0.445	1900	3.41880	3.0	5.00	8.8634	-0.149787
<i>Yucca treculeana</i>	3.43	0.023100	0.011	75	0.13495	2.0	3.33	3.4796	-0.113373
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	9.88	0.191666	0.094	475	0.85470	4.0	6.67	7.6154	-0.180537
		203.781000	100	55575	100	60	100	300	-3.510607

DIV. MÁX. 3.6635616
EQUITATIVIDAD -95.82497