

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSO NATURALES



**MODELO DE SIMULACIÓN PARA EL MANEJO DEL VENADO COLA
BLANCA (*Odocoileus virginianus*) EN EL NORESTE DE MÉXICO.**

Por:

MARTIN LLAVEN ARCHILA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila. México, Diciembre, 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSO NATURALES

**MODELO DE SIMULACIÓN PARA EL MANEJO DEL VENADO COLA
BLANCA (*Odocoileus virginianus*) EN EL NORESTE DE MÉXICO.**

Por:

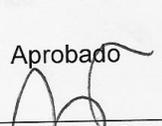
MARTIN LLAVEN ARCHILA

TESIS

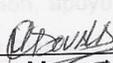
Como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

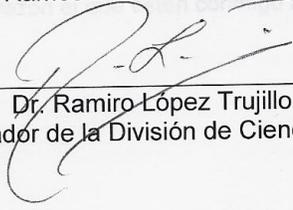
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

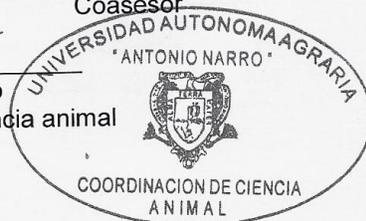
Aprobado


M.C. Luis Pérez Romero
Asesor Principal


M.C. Fidel Maximino Peña Ramos
Coasesor


M.C. Juan Manuel Cepeda Dovala
Coasesor


Dr. Ramiro López Trujillo
Coordinador de la División de Ciencia animal



Saltillo, Coahuila, México, Diciembre, 2014

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

En primer lugar quiero agradecer a Dios por haberme regalado el don de la vida y por darme la salud, sabiduría, el entendimiento y la fortaleza para poder llegar al final de mi carrera, por no haber dejado que me rindiera en ningún momento e iluminarme para salir adelante. Por ser mi fortaleza en mis momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de mucho aprendizaje, experiencia, felicidad y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Gracias a ti por darme a una familia maravillosa que me acompaño a lo largo de este camino que se llama vida, también te agradezco por haberme dado a unos hermanos muy comprensivos, porque ellos me acompañaron en este largo camino que ahora estoy concluyendo.

A MIS PADRES

Un agradecimiento muy especial a mis padres Martin Llaven José y Reyneria Archila Solórzano por haberme dado la vida, educación, apoyo y consejos. La oportunidad de llegar hasta donde estoy. Y haberme ayudado a salir adelante les agradezco de todo corazón el que estén conmigo a mí lado.

A MI HERMANOS

Un agradecimiento a mis hermanas (os) Carmen, Laura, Magdalena, Amancio, Elva, Natividad e Isidro. Gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, así como a mis cuñados por sus consejos.

A MIS TIOS

Un agradecimiento a mis tíos Eduardo, María (+), José (+), Pedro (+), Esperanza (+), Olga (+), Antonio, Octavio, Julia, Abel, Carmen, Elvira, Lilia (+), les doy las gracias por todo el apoyo que me brindaron para así continuar y seguir con mi camino. Gracias por estar conmigo y ser una parte muy importante en mi vida.

A MIS AMIGOS

A todos mis amigos muchas gracias por estar conmigo en todo este tiempo donde he vivido momentos felices y tristes, gracias por su amistad y recuerden que siempre los recordare.

A MIS MAESTROS

A mis maestros, ellos que me enseñaron a valorar los estudios y a superarme día tras día. Que en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias para formarme como una persona de bien y preparada para los retos que la vida me pondrá, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis.

A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIOS

A todos los compañeros y compañeras de la Universidad quisiera darles las gracias por los buenos momentos que hemos compartido. De lo que hemos aprendido y seguiremos aprendiendo de nosotros mismos, tanto profesional como personalmente y eso es enriquecedor en ambos ámbitos. En especial un afectuoso reconocimiento a los que me han demostrado su apoyo.

A MÍ ALMA TERRA MATER

Quien me ha dado la oportunidad de poder realizar y terminar mi carrera profesionalmente y a la vez reconocer que es una de las mejores Universidades en el nivel de Investigación y Desarrollo.

Al Dr. Enrique Navarro Guerrero por su amistad.

Al Ing. Gilberto Gloria Hernández por su amistad y apoyo en la revisión y sugerencias para la realización de esta investigación.

Al M.C Luis Pérez Romero por su amistad y valiosa cooperación en la revisión y terminación de esta investigación sobre todo brindarme la confianza para la elaboración de este proyecto.

Al M.C Fidel Maximino Peña Ramos por su amistad y apoyo para realizar este trabajo de investigación del modelo de simulación, su tiempo y su conocimiento en todo momento.

Al M.C Juan Manuel Cepeda Dovala por su amistad, disposición y dedicación su ayuda en la elaboración y revisión de esta investigación.

DEDICATORIA

A DIOS

Gracias que me diste la oportunidad de vivir, por haberme dado tantas bendiciones a lo largo de mi vida, gracias por darme la fuerza, la vida y regalarme una familia maravillosa.

.

A MIS PADRES

Esta tesis está dedicada con mucho cariño y orgullo principalmente a mis padres Martin Llaven José y Reyneria Archila Solórzano que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias a ellos pude llevar a cabo mis estudios como profesional en esta Institución y poder aportar mis conocimientos. Por ser el menor de sus hijos, es por eso que les devuelvo un poquito de lo que ustedes me brindaron a mí.

A MIS ABUELOS

A mis abuelos ya que por ellos sigo siendo una persona de bien.

A MI HERMANOS

De igual forma a toda mi familia en especial a mis hermanos Carmen, Laura, Magdalena, Amancio, Elva, Natividad, Isidro. Gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, así como a mis cuñados.

A MI SOBRINOS

Todos mis sobrinos y sobrinas a cada uno de ustedes y les agradezco que estén conmigo como sobrinos y a la vez como amigos.

A MIS TIO

A mis tíos, tías a cada uno de ustedes y les agradezco que estén conmigo.

A MIS PRIMOS

A todos mis primos por confiar en mí, por su compañía.

A MIS AMIGOS

A todos mis amigos por su compañía y los buenos momentos que pasamos juntos, por su apoyo y comprensión.

INDICE DE CONTENIDO

	Paginas
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	vi
INDICE DE CONTENIDO	viii
RESUMEN	x
INDICE DE CUADRO	xi
INDICE DE FIGURA	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL.....	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
HIPÓTESIS.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Análisis de Sistemas.....	3
2.1.1 Análisis de Sistemas	4
2.1.2 Modelo Matemáticos	4
2.1.3 Modelo Estocásticos	5
2.3 Modelos Determinísticos	5
2.4 Modelos de Simulación.....	5
2.5 Desarrollo del Modelo Conceptual.....	6
2.6 Descripción del Venado Cola Blanca.....	7
2.7 Clasificación Taxonómica	7
2.8 Áreas de Distribución	8
2.9 Habita del Venado Cola Blanca Texano.....	10
2.10 Requerimiento del Hábitat	11
2.11 Comportamiento.....	11
2.12 Apareamiento y Reproducción.....	12
2.13 Gestación y Nacimientos	12

2.14 ¿Por qué es Necesario el Manejo de la Población?	13
2.15 Densidad de Población.	13
2.16 Capacidad de Carga.	14
2.17 La Captura Como Manejo de la Población.	16
2.18 Importancia de la Relación Macho: Hembra.....	16
2.19 Relación Hembra (Madre) Cervatos	17
2.20 Tasa de Aprovechamiento	17
2.21 Movilidad y Ámbito Hogareño	18
2.22 Longevidad	19
2.23 Parásitos, Depredadores y Enfermedades	19
III. MATERIALES Y METODOS	22
3.1 Descripción del Modelo	22
3.2 Estructura de Edades para Individuos Hembras	22
3.3 Estructura de Edades para Individuos Machos	22
3.4 Resumen Matemático del Modelo	24
3.5 Manejo de Venado Cola Blanca.....	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1 Primer Escenario.....	27
4.2 Segundo Escenario.....	28
4.3 Tercer Escenario	29
4.4 Manejo de venado cola blanca	31
4.5 Producción de Venado.....	31
4.6 Venados Totales.....	32
V. CONCLUSIÓN	33
VI. LITERATURA CITADA	34

RESUMEN

Usar el modelo como mecanismo de consulta para tomar decisiones en el manejo sustentable de la población del venado cola blanca texanu (*Odocoileus virginianus texanu*) con el programa Stella Sostenido. La construcción de este modelo se realiza en el programa STELLA versión 8.0, son utilizados para estudiar sistemas de producción animal complejos. Se construyó un modelo simple de simulación del venado cola blanca del crecimiento forrajero en los agostaderos y de la dinámica de la población animal en la región en el Noreste de México sujeto a manejo bajo, está compuesta por una serie de 3 variables de estado que representan el número de hembras en cada clase de edad (Hembras Crías, Hembras Joven y Hembras Adultos), es una serie de 3 variables de estado que representan el número de machos en cada clase de edad (Machos crías, Machos jóvenes y Machos adultas). a partir de la producción de materia seca y hábitos de consumo del venado, estimó que la carga animal óptima en un matorral en Nuevo León es de 4.12 ha. Por unidad animal (venado) por año, y de 15.75 ha por unidad animal (bovino) por año, siendo la relación venado bovino de 7:1, tasa de mortalidad en nacimientos o crías es de 30% en jóvenes 10% y en adultos es en 30% es reflejo de una nutrición deficiente año a las bajas temperatura y por falta forrajes, los escenarios con carga animal (escenarios 1, 2 y 3) la producción de venados cola blanca tiene o presenta una tendencia positiva debido a que este manejo permitió el incremento de la condición del agostadero por la reducción de su condición y la consecuente mala nutrición de los venados. Cuando la alimentación es deficiente, el peso de la hembra es bajo y por lo tanto baja la producción.

Palabras clave: Modelo Simulación, Stella, *Venado Cola Blanca*, Materia Seca, Forraje Disponible, Forraje Requerido.

INDICE DE CUADRO

Cuadro 1. Clasificación Taxonómica de Venado Cola Blanca	8
cuadro 2. Factores para estimar Equivalencias de Unidad Animal para la determinación de carga animal.....	16
Cuadro 3. Lista de símbolos usados en el texto, incluyendo la descripción, unidades de medidas y número de ecuación.	23
Cuadro 4. Dinámica poblacional con estructura de edades (Crias, Jovenes y Adultos) con primer escenario.	27
Cuadro 5. Simulación de la Dinámica Poblacional con Información del cuadro 4	27
Cuadro 6. Dinámica poblacional con estructura de edades (Crías, Jóvenes y Adultos) con segundo escenario.	28
Cuadro 7. Simulación de la Dinámica Poblacional con Información del cuadro 6	28
Cuadros 8. Dinámica poblacional con estructura de edades (Crías, Jóvenes y Adultos) con tercer escenario.	29
Cuadro 9. Simulación de la Dinámica Poblacional con Información del cuadro 8	29

INDICE DE FIGURA

Figura 1 Distribución de las 14 subespecies de venado cola blanca en México.	9
Figura 2. Dinámica poblacional del venado cola blanca con estructura de edades.....	24
Figura 3. Dinamica poblacional con estructura de edades (Criias, Jovenes y Adultos) con primer escenario, segundo escenario y tercer escenario.....	30

I. INTRODUCCIÓN

El venado cola blanca es una de las especies más importante desde el punto de vista Social, Económico y ecológico. Esta especie se utiliza tanto para el consumo humano como aprovechamiento cinegético por las comunidades rurales y urbanas. No obstante, la crianza excesiva, ha aumentado a la fragmentación de su habita y a su degradación en sobre pastoreo llevando a la reducción y pérdidas de algunas de su población. Por otra parte, el manejo bajo el esquema de UMA'S con lleva a la recuperación de muchas poblaciones en algunos casos.

Por lo anteriormente, se necesitan experto que generen herramientas que incorporen información de predicción tales como modelo dinámico de simulación, ya que estas integran variables en sus sistemas relacionados con la determinación poblacional bajo un esquema de manejo establecido. Aunque en la sustitución de carencia de estudios para el venado cola blanca en el país, es necesario integrar técnica que nos permitan hacer investigaciones poblacionales rápida, adecuada y robusta cuya inversión pueda generar en mayores beneficios posibles.

OBJETIVO GENERAL

Construir un modelo determinístico dinámico de simulación para el manejo de las poblaciones de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanu*) sujetan a manejo en el Noreste de México.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Usar el modelo como mecanismo de consulta para tomar decisiones en el manejo sustentable de la población del venado cola blanca texanu (*Odocoileus virginianus texanu*) con el programa stella sostenido.

HIPÓTESIS

Los modelos determinísticos dinámicos de simulación proveen de una buena estimación de la población de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el Noreste de México sujeto a manejo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Análisis de Sistemas

En el proceso de planeación de recursos naturales de las zonas áridas, el hombre juega el doble papel de beneficiario y tomador de decisiones. Dado esto sobresale el concepto de sistema y por sistema entendemos como un conjunto de elementos interrelacionados, entre los que existe una cierta cohesión y unidad de propósito, de alguna parte del mundo real por la que mostramos interés (Bertalanffy, 1998).

Desde el punto de vista regional, las zonas áridas del Noreste de México constituyen uno de los aspectos más amplios y marginados del país, caracterizado por un bajo nivel de productividad, alta degradación ambiental, bajos insumos tecnológicos y una declinación generalizada de los niveles de vida (Meza y Montaldo, 1997).

El manejo integral de los recursos renovables, debe entenderse como un proceso de toma de decisiones en condiciones inciertas, orientado a elaborar estrategias de uso múltiple y a producir en forma sostenida los elementos indispensables para generar los bienes y servicios requeridos. Como tal, se inserta dentro de la categoría de problemas que son el objeto de estudio de preparación de decisiones públicas (Teague *et al.*, 2008b) y que solamente pueden abordarse desde la perspectiva o enfoque de sistemas (Grant *et al.*, 2001).

El análisis de sistemas, en su concepción más amplia, es un cuerpo de técnicas y teorías orientadas al estudio de problemas complejos, que pueden verse como todo o unidad compuesta de rutas de causa y efecto interconectadas. En este contexto, la identificación de estrategias y de oportunidades para el desarrollo regional, requiere necesariamente de la formulación de un modelo que sirva de apoyo a la toma de decisiones, evite la

acumulación de información innecesaria y costosa, y simplifique la complejidad inherente del ecosistema (Quiroz *et al.*, 1991).

2.1.1 Análisis de Sistemas

La aplicación del análisis de sistemas a la planeación de recursos naturales, requiere que el planificador incorpore sus objetivos de manejo en un marco matemático, de tal forma que las decisiones a tomar se basen en los objetivos y restricciones impuestas por los recursos disponibles. El análisis de sistemas tiene como propósito fundamental el encontrar soluciones a los problemas de manejo, decisión o administración, a través del análisis cuantitativo formal (Quiroz *et al.*, 1991).

2.1.2 Modelo Matemáticos

La elaboración de modelos matemáticos, para sistemas de recursos naturales, permiten asimilar y entender los conocimientos actuales, de manera que puedan representarse en forma abstracta las relaciones y propiedades más relevantes de los fenómenos estudiados. Los modelos ayudan a explicar procesos, entender reacciones desconocidas, predecir tendencias y facilitar la visualización de aspectos críticos para la investigación y manejo (Ríos *et al.*, 2000). Los nuevos modelos matemáticos son un instrumento de la ciencia para el desarrollo de modernas teorías en los ecosistemas en estudio, dando información concreta, donde el usuario la utiliza como herramienta para sintetizar el nivel de intervención a el ecosistema sin perder los principios de conservación, en la actualidad se clasifican los modelos como estocásticos, determinísticos, simulación, etc. (Jorgensen, 1994).

2.1.3 Modelo Estocásticos

Los modelos estocásticos tienen propiedades estáticas y dinámicas dentro de un sistema. La representación de una variable aleatoria en un modelo estocástico requiere la especificación de una distribución estadística y/o una distribución de frecuencias empíricas desde la cual se pueda seleccionar aleatoriamente el valor de la variable, en los modelos estocásticos solo existe una simulación de referencia (Grant *et al.*, 2001). Los modelos de simulación podrían hacerse más reales cuando se modelan eventos reproductivos con variables estocásticas (Hirooka *et al.*, 1998).

2.3 Modelos Determinísticos

Los modelos determinísticos pueden predecir con seguridad el *estado* de un sistema. Si no es posible una predicción exacta entonces nos enfrentamos con un sistema estocástico. Las probabilidades de transición de un sistema de un *estado* a otro como respuesta a ciertas actividades, caracteriza, la naturaleza determinística o aleatoria del sistema (Prawda, 1996a).

2.4 Modelos de Simulación

La simulación es una excelente herramienta para integrar el conocimiento cuantitativo de diferentes disciplinas. La simulación por computadora requiere substancialmente menos tiempo. Este componente de un sistema pueden ser cuantificado y representado apropiadamente en una forma matemática, un modelo de simulación puede proveer detalladamente un estudio, para permitir un minucioso entendimiento del sistema total (Pang *et al.*, 1999ab).

Los modelos de simulación sirven para evaluar los efectos de las estrategias de manejo en la eficiencia biológica y económica de los sistemas de producción, (Levine *et al.* 1978; Baker *et al.*, 1992; Williams *et al.*, 1992; Watts, 1998; Panget *et al.*, 1999b).

2.5 Desarrollo del Modelo Conceptual

Con base a los objetivos de la investigación, debemos decir cuáles son y cómo se relacionan entre ellos, los componentes del mundo real que incluiremos en nuestro sistema de interés. Estos componentes y sus relaciones forman lo que denominamos modelo conceptual, al que representa gráficamente usando símbolos que indican la naturaleza específica de cada relación. Estos patrones sirven como punto de referencia durante la evaluación del modelo para asegurar que el modelo provee el tipo de predicciones que nos permita abordar nuestras preguntas (Grant *et al.*, 2001).

Tomando en cuenta lo descrito anteriormente es importante definir los límites del sistema, además de identificar los componentes que formarán el sistema de interés y se procede al proceso del desarrollo del modelo conceptual que consiste en clasificar los componentes que a su vez se dividen en siete categorías diferentes: 1).- Variables de *estado*, 2).- Transferencia de material, 3).- Variables auxiliares, constantes, transferencia de información, 4).- Fuentes y sumideros. Las variables de *estado*: representa los puntos de acumulación de material del sistema. Variable externa: afectan al sistema, pero no están afectadas por el resto del sistema. Constantes: corresponden a valores numéricos que describen aquellas características del sistema que no cambian en ninguna de las condiciones simuladas por el modelo. Variables auxiliares (3): se crean para representar cálculos intermedios realizados para determinar el valor de alguna otra variable y representan conceptos que queremos identificar explícitamente en el modelo. Las variables auxiliares también se usan para representar el resultado final de cálculos de interés en el modelo. (4): representa el movimiento del material durante un intervalo de tiempo específico.

Este movimiento puede ser entre dos variables de *estado*, una fuente y una variable de *estado*, una variable de *estado* y un sumidero. Fuentes y sumideros: representan los puntos de origen del material que entra al sistema y los sumideros representan los puntos de salida de material del sistema. Todas aquellas variables de *estado*, fuentes y sumideros que estén conectadas por transferencia de material deben tener las mismas unidades de medida (Grant *et al.*, 2008).

2.6 Descripción del Venado Cola Blanca

El venado cola blanca es un ciervo rumiante mamífero de talla mediana, con patas largas y delgadas, posee un cuerpo esbelto con cola reducida, su cuello es largo y relativamente grueso, presenta un hocico alargado y orejas grandes, el pelaje es café castaño o un poco grisáceo en la parte superior, durante el verano, mientras que en la época invernal éste es más grueso y su coloración va de pardo a grisáceo (los juveniles presentan una serie de manchas blanquecinas). En la parte ventral, así como la cola, garganta y en el contorno de los ojos el pelaje es color blanquecino. Solo los machos adultos presentan astas, curvadas hacia adelante, cada una de sus puntas son individuales verticales y en ocasiones ramificada, según González (1994)

2.7 Clasificación Taxonómica

El venado cola blanca *Odocoileus virginianus* (Zimmermann, 1780) pertenece a la clase Mammalia (vertebrados de “sangre caliente”, con pelo y glándulas mamarias productoras de leche), al orden Artiodactyla (mamíferos cuyas extremidades terminan en número par de dedos y de los cuales por lo menos dos se apoyan en el suelo), familia Cervidae (mamíferos ruminantes es decir “rumen” por carecer de incisivos superiores y cuentan con estómago compuesto de rumen, retículo, omaso y abomaso) género *Odocoileus* y especie *virginianus* (cuadro 1).

Cuadro 1 Clasificación Taxonómica de Venado Cola Blanca

Clase	<i>Mammalia</i>
Orden	<i>Artiodactyla</i>
Familia	<i>Cervidae</i>
Género	<i>Odocoileus</i>
Especie	<i>virginianus</i>
Nombre científico	<i>Odocoileus virginianus</i>
Nombre común	Venado Cola Blanca

En el territorio de México se reconocen tres géneros y cinco especies de cérvidos, venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado bura (*O. hemionus*) y dos de Temazate (*Mazama americana* y *Mazama gouazoubira*) y *Cervus canadensis* (Ceballos y Oliva, 2005).

Esta especie presenta un patrón de actividad más marcado durante las primeras horas del día y durante el crepúsculo, sin embargo gran parte de su actividad está determinada por el sexo, edad, época reproductiva, presencia de depredadores, disponibilidad de recursos y actividades humanas (Galindo y Weber, 1998). En los patrones de distribución es importante considerar los cambios climáticos estacionales de cada región.

2.8 Áreas de Distribución

De esta subespecies su área de distribución dentro del territorio mexicano y las entidades federativas (prioritarias) en donde se considera que se podría realizar programas y acciones orientadas a la conservación recuperación e incremento de cada subespecie según las evaluaciones realizadas por Villarreal (1995).

Los venados cola blanca son encontrados en el norte América desde Canadá hasta el centro de América. Habitan en la mayoría del sur de Canadá y en todo los Estados Unidos. Su área alcanzas todo el centro América hasta

Bolivia. Para México (Halls, 1984) se estima que existe 14 de las 30 subespecies se muestra (Figura1), de venado cola blanca reportados para el norte y centro del continente americano o sea el 47% de las subespecies que existe desde Canadá hasta Panamá es posible encontrar venado cola blanca en todo el territorio mexicano, debido a su gran adaptabilidad a diferentes tipos de ecosistemas desde las zonas más semidesérticas hasta bosques dominados por pino-encino.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE 14 SUBESPECIES MEXICANAS DE VENADO COLA BLANCA

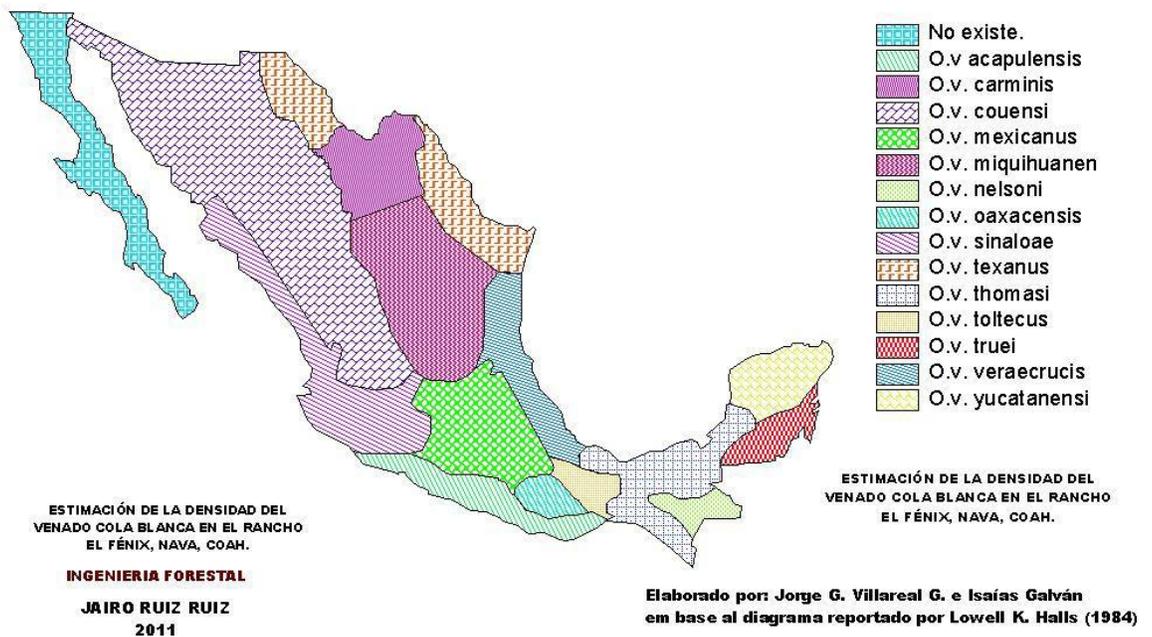


Figura 1 Distribución de las 14 Subespecies de Venado Cola Blanca en México.

2.9 Habita del Venado Cola Blanca Texano

Para el caso particular de la región que constituye el hábitat natural del venado cola blanca texano, se considera de acuerdo a su grado de humedad que el clima predominante corresponde a los denominados como “secos” o “esteparios”, que dentro de la clasificación mundial propuesta por Köppen (1948), y modificada Enriqueta García (1973) .

Generalmente en las áreas de distribución del venado cola blanca texano se caracterizan por ser comunidades vegetales en las que dominan los arbustos, es decir plantas leñosas menores de tres metros con ramificaciones desde la base y son representativas de zonas áridas y semiáridas, de igual forma esta vegetación está integrada por especies herbáceas y zacates.

La riqueza de fauna silvestre que existe en estos matorrales es alta, ya que son muchas las especies que se desarrollan y comparten su hábitat con el venado cola blanca texano. Entre la fauna asociada se pueden mencionar mamíferos, aves silvestres y reptiles. (Villarreal, 2006).

Habita una gran variedad de ecosistemas, exceptuando los ambientes xéricos más extremos del noroeste del país (Galindo y Weber, 1998). Esta amplia distribución, habla de la gran capacidad de adaptabilidad de esta especie a una gran variedad de hábitats, tipos de vegetación y condiciones climáticas. Persiste incluso en bosques con alto grado de perturbación en el Eje Neovolcánico, zonas ganaderas y agrícolas y en los alrededores de poblados de tamaño regular (Galindo y Weber, 1998).

2.10 Requerimiento del Hábitat

Se considera como hábitat de un organismo el medio ambiente dentro del cual donde vive y se desarrolla el mismo en otras palabras su “caza” natural de acuerdo con lo anterior el hábitat de un animal silvestre debe ser un sitio tal que le permitan proveerse de los elementos agua, refugio y especie vital. En términos generales, se puede considerar que el venado cola blanca demanda al menos la satisfacción de los siguientes requerimiento básico (Villarreal, 2006).

Alimento. En cantidad suficiente y de calidad aceptable desde el punto de vista forrajero proteína cruda carbohidratos, calcio, fosforo, otros minerales y vitaminas.

Agua en cantidad suficiente, de buena calidad y accesible.

Cobertura vegetal. Indispensable como medio de protección y refugio en hábitat naturales.

Especie vital indispensables para su adecuado desarrollado (corporal y de astas) reproducción y movilidad.

2.11 Comportamiento

Por lo general, el venado cola blanca es una especie que no forma grandes grupos de individuos, aunque es común que viva en pequeños grupos de 4 a 6 hembras, o de 2 hembras y su crías y en dado caso grupos de 2 machos siempre y cuando no corresponda a épocas de apareamiento (diciembre-enero) ya que en esta época el comportamiento de los machos cambia y tiende a mantenerse separados (Villarreal, 2006).

2.12 Apareamiento y Reproducción

El venado cola blanca alcanza la madurez sexual entre el primer y segundo año, la época de celo se presenta generalmente de Noviembre a Enero, el periodo puede variar de acuerdo a las condiciones climáticas (si la nutrición es inadecuada puede que el periodo se retrase) (Villarreal, 2006).

Las hembras entran en “celo” por un periodo de 24 horas y si no son preñadas vuelven a entrar en “celo” una o dos veces más en periodos de 28 días. Los machos son polígamos, aunque pueden quedarse con una sola hembra durante varios días, los machos cubren entre 3 y 4 hembras en el periodo de 28 días, sin embargo, si no cuenta con competencia de otros machos podrá cubrir hasta 15 o más hembras (Villarreal, 2006).

Durante el periodo de apareamiento, los venados pelean por las hembras hasta que uno de ellos, entre machos dominantes y juveniles por lo general el más grande y fuerte, gana el derecho de aparearse con ellas. Necesario en la competencia con otros machos para el apareamiento con las hembras (Sánchez, 2011).

2.13 Gestación y Nacimientos

El periodo de nacimientos ocurre a mediados del verano durante los meses de julio y agosto, posterior a 195 o 212 días de gestación, normalmente las hembras alcanzan su madurez sexual al año y medio de nacidas y durante su primer parto tienen un solo cervato, pero 2 (a veces 3 o 4) son nacidos en los años siguientes (Villarreal, 2006).

2.14 ¿Por qué es Necesario el Manejo de la Población?

Para tratar de explicar porque es necesario y en que consista el “manejo” de la población de venados en un rancho se analiza el siguiente caso teórico, se tiene una área de 4,000 ha de superficie, cuya capacidad de carga de acuerdo a la capacidad de sus recursos disponibles permiten sostener el manejo combinado con bovinos de carne, una densidad máximo de población del orden de un venado por cada 10 ha (10 venados km²) (Villarreal, 2006).

2.15 Densidad de Población.

La densidad poblacional se refiere al número de individuos por unidad de superficie en un tiempo dado, está ligada a los componentes vegetales que en ella actúen, ya que un hábitat natural dependerá de la estación del año y de un año con respecto a otro, dependiendo de los factores climáticos que se presenten así como la distribución de estos (Villarreal, 2006). Esta densidad está en constante cambio debido a que los individuos nacen, mueren y se mueven dentro y fuera del área, es por ello que según Dasman (1981) la densidad debe referirse a un tiempo en particular y que las comparaciones entre densidades son útiles en relación al tiempo.

En la República Mexicana se permite el aprovechamiento cinegético racional de 109 especies de fauna silvestre; 66 especies de aves y el resto de mamíferos, que representa aproximadamente el 3.5% de los vertebrados terrestres superiores susceptibles de aprovechamiento, de cada una de estas especies dependen de la abundancia de sus poblaciones cinegéticas del país, pudiendo estar vedadas aquellas donde sus poblaciones o falta de hábitat no justifica las posibilidades de su aprovechamiento racional (Instituto Nacional de Ecología, 2000). Aunque la mayor parte de los países desarrollados utiliza la caza deportiva para controlar las poblaciones de animales de caza. El control

estricto de la caza deportiva es difícil y pueden no existir datos exactos acerca de sus poblaciones y son muy costosos de obtener (Tyler, 2004).

Los estudios de población de especies fauna silvestre se deben efectuar para que: permitan corroborar la situación de las diferentes subespecies en cada región y adecuar su manejo de acuerdo con la condición social de los grupos (González y Briones, 2000).

2.16 Capacidad de Carga.

Carga animal se refiere al número de unidades animales (UA) pastoreando una superficie conocida a través del año. Normalmente se expresa como UA/ha/año. Una unidad animal es definida como una vaca de 450 kg de peso vivo con o sin becerro al pie, la cual tiene requerimiento diarios de 13.5 kg de materia seca de forraje. (Gutierrez y Díaz 2001). Entonces, la carga animal o capacidad de carga, corresponde al número de animales que, de acuerdo a sus requerimientos de materia seca consuman del 50 al 60% del forraje producido durante el año. Esto indica que la carga animal adecuada de un área puede ser muy distinta a la de otra área, ya que dependerá del potencial de producción de forraje de cada lugar (González *et al.*, 2000).

La capacidad de carga es el número de animales que el hábitat puede soportar por unidad de superficie sin ocasionar degradación a la comunidad vegetal u otros recursos. Todos los hábitats naturales tienen una determinada capacidad de carga, la cual está en función directa de la abundancia y calidad del tipo de componentes vegetales. La capacidad de carga cambia con el tiempo y espacio, es decir varían por diferentes patrones (precipitación y cantidad de precipitación, la población de herbívoros silvestres y domésticos), y que pueden determinar la competencia por forraje y espacio. Esta capacidad es un factor para mantener, incrementar o disminuir las densidades de población (Villarreal, 2006).

En el Noreste de México, los hábitats naturales de matorrales xerófilos pueden alcanzar valores promedio del orden de 8 ó 10 hectáreas por venado (macho, hembra o cría). (Villarreal, 2006).

Clemente (1984) define la capacidad de carga como: el máximo número de venados por unidad de superficie que puede ser soportado en un año sin deterioro del hábitat, y es una función del agostadero en términos de unidades animales. Según (Potvin y Huot 1983). Aunque estos autores consideraron el consumo de energía, Treviño (1984) refiere que la estimación de la capacidad de carga también puede hacerse usando como base la producción de forraje anual y considerando solamente un 50 % de uso.

Moreno (1991), a partir de la producción de materia seca y hábitos de consumo del venado, estimó que la carga animal óptima en un matorral mediano subinerme en Nuevo León es de 4.12 ha. Por unidad animal (venado) por año, y de 15.75 ha por unidad animal (bovino) por año, siendo la relación venado bovino de 7:1 se muestra (cuadro 2).

Cuando hay una carga animal de 380 a 420 kg materia seca ha, hay un venados 10 ha de acuerdo la población, y sin bovino un venado en 3.5 ha.

Cuando hay una carga animal de 280 a 320 kg materia seca ha, hay un venados 11.5 ha de acuerdo la población, y sin bovino un venado en 4 ha.

Cuando hay una carga animal de 250 a 290 kg materia seca ha, hay un venados 13 ha de acuerdo la población, y sin bovino un venado en 4.5 ha.

Cuando hay una carga animal de 180 a 200 kg materia seca ha, hay un venados 18 ha de acuerdo la población y sin bovino un venado 6.5 ha

Cuadro 2 Factores para estimar Equivalencias de Unidad Animal para la determinación de carga animal.

Animal	Peso (kg)	Unidad Animal Equivalentes (UAMe)
Vaca seca	416	0.92
Vaca normal	450	1.00
Vaca grande	550	1.20
Vaquilla	320	0.71
Becerro de 1 año	270	0.60
Becerro de 2 año	360	0.80
Toro	609	1.35
Caballo	564	1.25
Yegua con su cría	564	1.25
Burro o mola	450	1.00
Caprino	70	0.15
Ovino	90	0.20
Venado cola blanca	Adulto	0.14
venado bura	90	0.20
Alce	270	0.60
Antílope	90	0.20
Búfalo	450	1.00
Borrego cimarrón	90	0.20

2.17 La Captura Como Manejo de la Población.

La captura de los animales vivos constituyen a u otra alternativas para el manejo de la poblaciones silvestre de venado esta alternativa tiene como ventaja las posibilidad de utilizar los excelente de la población como “pies de crías” para la repoblación de otra área ecológica, que por alguna razón han perdido o disminuido sus poblaciones originales (Villarreal, 2006)

2.18 Importancia de la Relación Macho: Hembra

Si bien es cierto que el conocimiento de la densidad media de la población de venados es un factor importante a considerar en el manejo y administración de un rancho ganadero diversificado al aprovechamiento cinegético no puede ser menor importante el conocimiento y control en su caso de la composición de la población (Villarreal, 1988 y 1996).

2.19 Relación Hembra (Madre) Cervatos

De acuerdo a experiencia de campo obtenido en la región se considera que cuando la relación hembra (madre) cervato alcanza valores superiores 1:0.5, o sea, de un cervato por cada dos hembra presenta en la población, las condiciones del hábitat y sanidad de la población en general relación hembra (madre) cervato inferior 1:0.2, es decir, de un cervato por cada cinco hembra adulta presenta, pueden ser indicadores de una “baja” calidad de hábitat (nutrición inadecuada) problemas de sobrepoblación o “alta” incidencia de depredación, como resultado de todo lo anterior (Villarreal, 2006).

2.20 Tasa de Aprovechamiento

En la región noreste de México se considera que tasa de aprovechamiento cinegético del 15% al 20% de los machos presentes es aceptable y sin riesgo para el futuro desarrollo de la población si se cuenta con una densidad de población compatible con la capacidad de carga del animal del hábitat y la relación macho: hembra 1:2.5 sin embargo es importante insistir en el hecho de que esta tasa de aprovechamiento deberá ser analizado para cada rancho en particular, tomando como para la decisión final los siguiente (Villarreal, 2006).

Calidad y capacidad de carga del hábitat para el año en cuestión.

Densidad media de la población de venado presente.

Relación macho: hembra

Relación hembra (adulta) cervato.

Carga animal y manejo del hato ganadero presente para el año en cuestión.

Condiciones climatológicas actuales y anteriores principalmente en lo que la lluvia total y distribución de la misma se refiere.

Registro de caza que incluyen a la menos edad, peso, medidas, de los canastos de asta de los animales cazados en temporadas anteriores.

2.21 Movilidad y Ámbito Hogareño

Los movimientos diario que realiza el venado cola blanca dentro de su hábitat están estrechamente asociado al componente vegetales presente su distribución y densidad; o sea de las posibilidad que el sitio vegetativo ofrece desde el punto de vista de alimento y cobertura. Esto movimiento diario también puede ser influenciado por la disponibilidad y localización de las fuentes. Agua presenta dentro del hábitat, la producción de fruto silvestre (como el del “mezquite”) de temporada el establecimiento del cultivo agrícola de temporada (como la “avena” en invierno) o bien en el establecimiento y operación de “comedero” para suplementación de alimento Por Villarreal, (1995).

Por Villarreal, (1999 y 2006) la superficie del hábitat dentro del cual realiza sus actividades varía dependiendo del sexo, para hembras va de 24 a 138 ha, y en machos de 105 a 256 ha, según los satisfactores necesarios básicos así como de la época del año.

Habito hogareño las hembra de 171 ha y para los macho de 255 ha esta habita hogareño fue de 212 ha y 198 ha respetivamente en este caso se encontraron diferencia en el tamaño de las ambiente hogareño de los ambos sexo.

En promedio se ha encontrado que el venado cola banca texano se desplaza en el caso de los machos 9.5 km y el caso de las hembra 10.1 km

durante un periodo (ciclo) de 24 horas la mayor movilidad de desplazamiento se presenta en las horas crepusculares de las 05 a 08 horas y de las 17 a 27 horas, cuando las temperaturas ambientales no son tan elevadas (delfín a *ta* 1998).

2.22 Longevidad

De acuerdo con cook (1975) se estima se estima que el venado cola blanca puede llegar a vivir de 15 a 20 años en condiciones controladas; sin embargo en condiciones naturales no ocurre así, ya que la dentadura del venado después del séptimo u octavo años de vida, se encuentra tan desgastada (como resultado de la abrasión que se produce al masticar el follaje natural) que es posible que muere por inanición, o bien que falta de una nutrición adecuada, lo hace presa fácil de los depredadores, parasito o enfermedades.

De acuerdo a observación de campo realizadas en la región (de la evaluación de cierto de quijadas colectadas con el fin de estimar la edad de los venados machos cazados) se ha podido constante que cuando las condiciones del hábitat natural son buenos y se ha hecho un manejo adecuado del mismo las venadas 6.5 y 7.5 años de edad alcanza una buena condición física corporal y un buen desarrollo de sus “canasta” de esta calidad que tiene de decrecer a partir de 8.5 años de edad, por el considerable desgaste de su molares, lo que da como resultado, un bojo aprovechamiento del forraje consumido por su alimentación (Álvarez y Medellín, 2005).

2.23 Parásitos, Depredadores y Enfermedades

El coyote *Canis latrans*, al igual que el resto de los depredadores naturales, son indispensables, para garantizar la sanidad y calidad de las poblaciones silvestres de venado cola blanca en los ecosistemas naturales. Aunque el venado cola blanca puede ser afectado por una gran diversidad de parásitos (internos y externos) y enfermedades, cuando las condiciones del hábitat son buenas y la “capacidad de carga” no ha sido excedida, por regla general, son animales sanos (Villarreal, 2006).

Algunos de los parásitos más comunes son la garrapata del género *Boophilus* y la larva de la nariz del género *Oestrus*. En hábitats mal manejados (con sobrecarga animal), el venado cola blanca puede ser susceptible incluso a enfermedades virales importantes como la “epizootia hemorrágica” (EHD) y la denominada “Lengua azul”. Enfermedades bacteriales como la “Leptospirosis”. También pueden ser parasitados por lombrices y cisticercos o tenias (Villarreal, 2006).

Durante sus primeros seis meses de vida, su principal depredador es el coyote *Canis latrans*, y en menor escala, el gato montés *Lynx rufus*. El impacto de depredación es mayor, en hábitats mal manejados y de baja calidad. El otro depredador importante es el puma o león americano *Puma concolor*, que sólo en casos de mal manejo del hábitat, puede representar un problema serio para el futuro de la población (Villarreal, 2006).

Lo que es importante dejar en claro, es el hecho de que, todos estos depredadores naturales, con los que ha coexistido el venado cola blanca a lo largo de su historia, constituyen una parte fundamental y necesaria para garantizar el equilibrio, la calidad y la conservación de los ecosistemas naturales, razón por la cual, deben de ser conservados para beneficio de las propias poblaciones silvestres de venado cola blanca (Villarreal, 2006).

Por su importancia ecológica, todos los depredadores naturales sin excepción, están protegidos por la legislación mexicana, y por esta razón, no pueden ser cazados o eliminados indiscriminadamente; sin embargo, cuando se

justifica, es posible su aprovechamiento a través de la caza deportiva, lo que incrementa las opciones de servicios cinegéticos (Villarreal, 2006

III. MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se basa en la construcción de un Modelo Determinantico Simple de Simulación de la Dinámica Poblacional con estructura de edades del venado cola blanca para la Región del Noreste de México. La construcción de este modelo se realiza en el programa STELLA versión 8.0 y se tomo como base el modelo construido por Ford (1999).

3.1 Descripción del Modelo

El modelo de simulación describe la dinámica poblacional con estructura de edades tales como; Hembras crías, Hembras jóvenes y Hembras adultas; Machos crías, Machos jóvenes y Machos adultas. El modelo de simulación corre en pasos anuales, durante un periodo de 15 años.

3.2 Estructura de Edades para Individuos Hembras

La dinámica de la población del venado cola blanca está compuesta por tres variables de estados que representan el número de hembras en cada clase de edad (Hembras Crías, Hembras Joven y Hembras Adultos). Después de dos años son hembras fértiles estas tienen descendientes. Estos ingresan a la clase cría y un años después pasan a la clase joven (2 años de edad) y así sucesivamente se muestra (Cuadro 3 y Figura 2).

3.3 Estructura de Edades para Individuos Machos

Está compuesta por una serie de 3 variables de estado que representan el número de machos en cada clase de edad (Machos crías, Machos jóvenes y Machos adultas). Después de 2 años son machos fértiles estos tienen descendientes. Estos ingresan a la clase cría 12 meses después pasa a la clase joven (2 años de edad) y así sucesivamente se muestra (Cuadro 3 y Figura 2).

Cuadro 3. Lista de Símbolos Usados en el modelo, Incluyendo la Descripción, Unidades de Medidas y Número de Ecuación (figura 2).

Símbolo	Descripción	Unidades	No Ecuación
HA	Hembras adultas	Individuos	3.3
HC	Hembras crías de un año	Individuos	3.1
HJ	Hembras jóvenes de dos años	Individuos	3.2
MA	Machos adulto	Individuos	3.8
MC	Machos cría	Individuos	3.6
MJ	Machos jóvenes	Individuos	3.7
SACUM	Sacrificio acumulados	%	3.5
SHEM	Sacrificio de hembras	%	3.4
SMA	Sacrificio de machos adulto	%	3.8
HMF	Hembras maduras fértiles	Individuos	Figura 2
MHA	Mortalidad de hembras adultas	%	Figura 2
HS	Hembras sacrificadas	%	Figura 2
NH	Nacimiento de hembras	Individuos	Figura 2
HP	Hembras que están pasando a la madurez	Individuos	Figura 2
MHC	Mortalidad de hembra Crías	Individuos	Figura 2
HMF	Hembras maduras fértiles	Individuos	Figura 2
MHJ	Mortalidad de hembra jóvenes	%	Figura 2
MMF	Machos maduros fértiles	Individuos	Figura 2
MMA	Mortalidad de machos adultos	%	Figura 2
MS	Machos sacrificados	%	Figura 2
NM	Nacimiento de machos	Individuos	Figura 2
MP	Machos pasando de un años	%	Figura 2
MMC	Mortalidad de machos crías	%	Figura 2
MMJ	Mortalidad de machos jóvenes	%	Figura 2
SA	Sacrificados por años	%	Figura 2
TSHEM	Tasa de sacrificios de hembras	%	Figura 2
TSM	Tasa de sacrificios de machos	%	Figura 2
PD	Producción en forraje	Kg/Ha/Años	Figura 2
FD	Forraje disponible en materia seca	Kg/Ha/Año	Figura 2
SUP	superficie	Ha	Figura 2
FRA	Forraje requerido por año materia seca	Kg/Individuos/Año	Figura 2
FR	Forraje requerido	Kg/Ton/Año	Figura 2
VT	Venados totales	Individuos/superficie	Figura 2
FFR	Fracción de forraje requerido	%	Figura 2

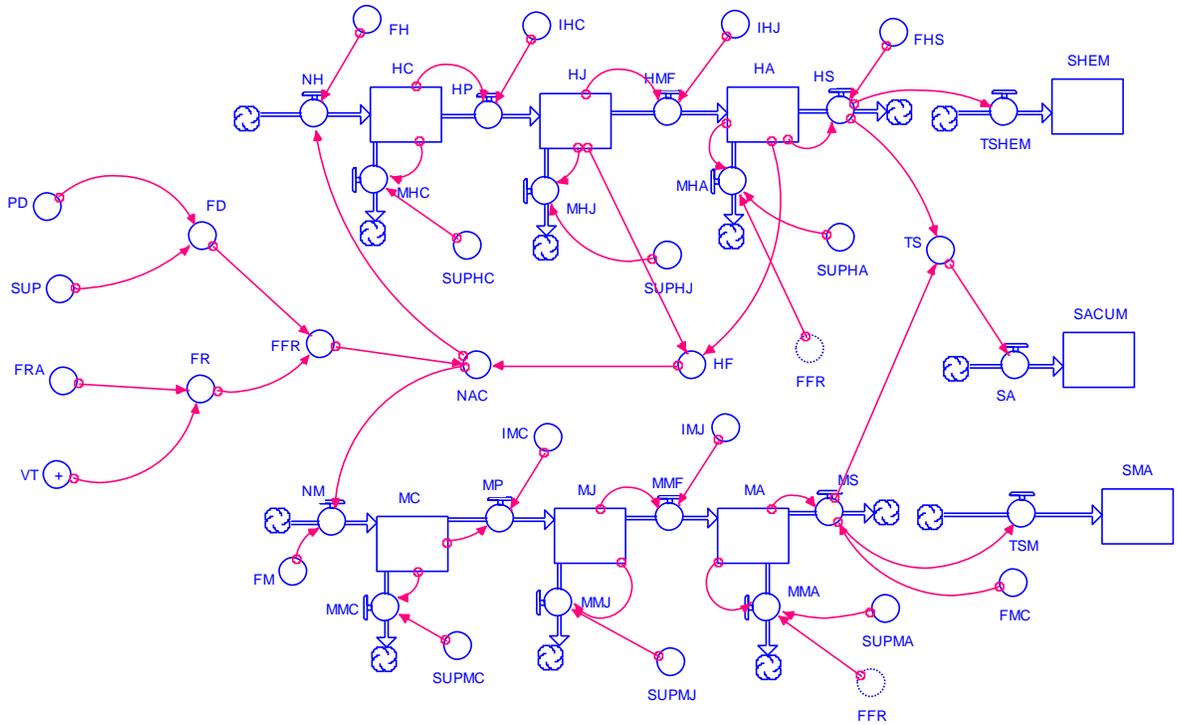


Figura 2. Dinámica Poblacional del Venado Cola Blanca con Estructura de Edades.

3.4 Resumen Matemático del Modelo

El modelo tiene nueve variables de estado, HC, HJ, HA, SHEM, SACUM, MC, MJ, MA y SMA, las cuales se escriben a continuación:

$$HC(t + 1) = HC(t) + (NH - HP - MHC) * \Delta t \quad (\text{ec. 3.1})$$

$$HJ(t + 1) = HJ(t) + (HP - HMF - MHJ) * \Delta t \quad (\text{ec. 3.2})$$

$$HA(t + 1) = HA(t) + (HMF - MHA - HS) * \Delta t \quad (\text{ec. 3.3})$$

$$SHEM(t + 1) = SHEM(t) + (TSHEM) * \Delta t \quad (\text{ec. 3.4})$$

$$SACUM(t + 1) = SACUM(t) + (SA) * \Delta t \quad (\text{ec. 3.5})$$

$$MC(t + 1) = MC(t) + (NM - MP - MMC) * \Delta t \quad (\text{ec. 3.6})$$

$$MJ(t + 1) = MJ(t) + (MP - MMF - MMJ) * \Delta t \quad (\text{ec. 3.7})$$

$$MA(t + 1) = MA(t) + (MMF - MMA - MS) * \Delta t \quad (\text{ec. 3.8})$$

$$SMA(t+) = SMA(t) + (TSM) * \Delta t \quad (\text{ec. 3.9})$$

El modelo inicia con un tamaño de población, igual al número de hembras y machos (hembras inicio/machos inicio). La dinámica de la población depende de nacimientos, muertes o casería y llega a un número máximo de hembras y machos reproductores igual a la carga máxima seleccionada por el usuario (carga máxima).

3.5 Manejo de Venado Cola Blanca

Hembras inicio: pasan a la categoría de hembras cría (HC) en un periodo de un año donde son las hembras jóvenes (HJ) del mismo venado esta representa el número máximo de hembras reproductoras y de que se dispone para servir de reemplazos donde en esta edad están en reproducción, posteriormente pueden pasar al grupo reproductoras.

Machos inicio: Esta representa el número de machos con que se funda el venado cola blanca. pasan a la categoría de machos cría (MC) en un periodo de un año donde son los machos jóvenes (MJ) del mismo venado y de que se dispone para servir de reemplazos donde en esta edad están en reproducción, Los machos cuando pasan a categoría de adulto estos ya son sacrificado o metido a cazaría .

Carga máxima: Esta representa el número máximo de hembras y machos reproductores para una superficie.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables que se presentan como resultados del modelo de simulación para el manejo del venado cola blanca son: forraje disponible y forraje requerido las corridas que se hicieron al modelo dinámico de simulación con tres escenarios se muestra (Cuadro 4 Cuadro 5 Cuadro 6).

En el Noreste de México, los habita naturales de matorrales xerófilos pueden alcanzar valores promedio del orden de 8 ó 10 ha por venado (macho, hembra o cría). (Villarreal, 2006).

Según Villarreal (2006) las densidades de población iguales o menores a 0.7 venados/km² pueden ser consideradas como “muy bajas”. En este caso se debe de tomar en cuenta que la densidad de venados cola blanca en un hábitat determinado, resulta de la interacción entre factores ecológicos, tales como la disponibilidad de alimento, agua y cobertura. Estos factores influyen en la dinámica poblacional de venados y pueden estar impactando a la población de venado cola blanca en esta región. La proporción de sexos para machos: hembras de 1:1.35, puede considerarse 1:1; esta relación indica que en el área existen igual número de machos y hembras. Según Villareal (2006) la proporción de sexos ideal para el venado seria de 1:2, aun así y asumiendo que la proporción de hembras es baja, se puede inferir que la población está en buen estado (Villareal, 2006). Cuando la relación hembras: cervatos alcanza valores superiores a 1:0.5, se considera que las condiciones del hábitat son buenas y que éste provee alimento suficiente para sostener el crecimiento de la población de venados.

4.1 Primer Escenario

En un rancho cinegético 2000 hectáreas se trae una dinámica poblacional de venado cola blanca de:

Cuadro 4. Dinámica Poblacional con Estructura de Edades (Crías, Jóvenes y Adultos) con Primer Escenario.

Población Inicial		Hembras	Machos
Número de individuos crías	60	60	
Número de individuos jóvenes	44	22	
Número de individuos adultos	30	15	
Supervivencia de individuos crías	0.70	0.70	
Supervivencia de individuos jóvenes	0.90	0.90	
Supervivencia de individuos adultos	0.70	0.70	
Casería de individuos adultos	0.30	0.30	
Consumo de Forraje			
Forraje requerido por individuo	1000 kg/ton		
Forraje disponible	750,000 kg/ha/año		

Cuadro 5. Simulación de la Dinámica Poblacional con Información del cuadro 4.

Tiempo (años)	Población Inicia	Forraje disponible	Forraje requerido	SM	SH
0	231	750,000.00	231,000.00	0	0
1	328.15	750,000.00	328,150.00	4.5	9
2	484.57	750,000.00	484,572.50	13.57	27.15
3	586.14	750,000.00	586,136.75	35.91	53.81
4	694.53	750,000.00	694,527.06	62.28	86.04
5	734.46	750,000.00	734,457.60	102.84	131.96
6	775.52	750,000.00	775,516.29	143.32	180.11
7	785.66	750,000.00	785,660.71	189.98	234
8	798.57	750,000.00	798,567.19	235.7	288.18
9	801.08	750,000.00	801,079.50	283.53	344.21
10	804.89	750,000.00	804,886.45	330.93	400.28
11	805.56	750,000.00	805,561.64	378.96	456.89
12	806.68	750,000.00	806,679.04	426.86	513.5
13	806.86	750,000.00	806,864.28	474.94	570.28
14	807.2	750,000.00	807,195.96	522.98	627.05
15	807.25	750,000.00	807,246.56	571.07	683.88

4.2 Segundo Escenario

En un rancho cinegético 1500 hectáreas se trae una dinámica poblacional de venado cola blanca de:

Cuadro 6. Dinámica Poblacional con Estructura de Edades (Crías, Jóvenes y Adultos) con Segundo Escenario.

Población Inicial	Hembras	Machos
Número de individuos crías	10	6
Número de individuos jóvenes	11	5
Número de individuos adultos	10	4
Supervivencia de individuos crías	0.70	0.70
Supervivencia de individuos jóvenes	0.90	0.90
Supervivencia de individuos adultos	0.70	0.70
Casería de individuos adultos	0.30	0.20
Consumo de Forraje		
Forraje requerido por individuo	1000 kg/ton	
Forraje disponible	562,500.00 kg/ha/año	

Cuadro 7. Simulación de la Dinámica Poblacional con Información del cuadro 6.

Tiempo/ Años	Población Inicial	Forraje Disponible	Forraje Requerido	SH	SM
0	46	562,500.00	46,000.00	0	0
1	75.7	562,500.00	75,700.00	3	0.8
2	103.81	562,500.00	103,815.00	7.95	2.32
3	146.77	562,500.00	146,774.25	13.34	4.41
4	195.2	562,500.00	195,204.04	21.44	9.5
5	261.68	562,500.00	261,677.26	31.38	16.36
6	346.02	562,500.00	346,021.17	45.03	26.3
7	414.7	562,500.00	414,698.27	62.68	39.52
8	471.66	562,500.00	471,662.45	85.59	56.87
9	499.68	562,500.00	499,677.84	114.53	78.89
10	520.08	562,500.00	520,081.87	145.48	102.95
11	526.41	562,500.00	526,407.27	178.9	129.11
12	531.92	562,500.00	531,920.10	212.45	155.74
13	532.43	562,500.00	532,429.31	246.82	183.11
14	533.7	562,500.00	533,695.11	281.01	210.48
15	533.35	562,500.00	533,347.73	315.45	238.09

4.3 Tercer Escenario

En un rancho cinegético 4000 hectáreas se trae una dinámica poblacional de venado cola blanca de:

Cuadros 8. Dinámica Poblacional con Estructura de Edades (Crías, Jóvenes y Adultos) con Tercer Escenario.

Población Inicial	Hembras	Machos
Número de individuos crías	40	40
Número de individuos jóvenes	100	100
Número de individuos adultos	60	60
Supervivencia de individuos crías	0.70	0.70
Supervivencia de individuos jóvenes	0.90	0.90
Supervivencia de individuos adultos	0.70	0.70
Casería de individuos adultos	0.30	0.20
Consumo de Forraje		
Forraje requerido por individuo	1000 kg/ton	
Forraje disponible	1,500,000.00 kg/ha/año	

Cuadro 9. Simulación de la Dinámica Poblacional con Información del cuadro 8.

Tiempo/ Años	Población Inicial	Forraje Disponible	Forraje Requerido	HS	MS
0	400	1,500,000.00	400,000.00	0	0
1	628	1,500,000.00	628,000.00	18	12
2	750.7	1,500,000.00	750,700.00	57.9	39.8
3	1,057.81	1,500,000.00	1,057,805.93	88.84	63.87
4	1,148.19	1,500,000.00	1,148,185.82	149.36	108.51
5	1,335.96	1,500,000.00	1,335,963.21	210.15	155.6
6	1,335.71	1,500,000.00	1,335,706.28	299.32	222.84
7	1,418.97	1,500,000.00	1,418,965.11	377.79	285.26
8	1,397.72	1,500,000.00	1,397,716.36	473.27	359.52
9	1,429.88	1,500,000.00	1,429,883.10	559.66	428.96
10	1,415.29	1,500,000.00	1,415,293.43	654.07	503.83
11	1,427.13	1,500,000.00	1,427,128.92	743.65	575.97
12	1,419.98	1,500,000.00	1,419,981.46	836.59	650.32
13	1,424.34	1,500,000.00	1,424,344.16	927.37	723.41
14	1,421.27	1,500,000.00	1,421,267.59	1,019.49	797.37
15	1,422.92	1,500,000.00	1,422,918.20	1,110.73	870.79

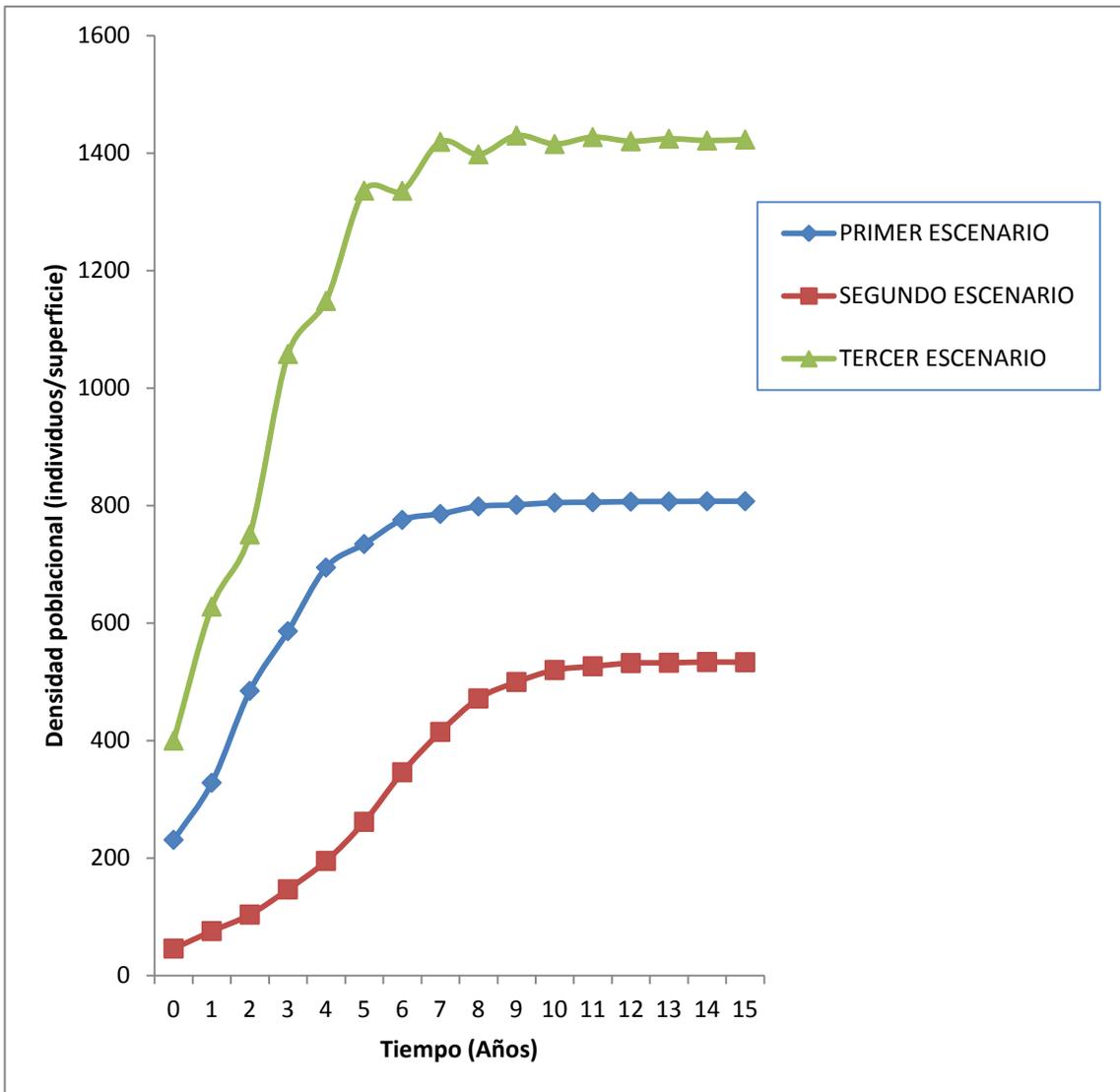


Figura 3. Dinámica Poblacional con Estructura de Edades (Crias, Jovenes y Adultos) con Primer Escenario, Segundo Escenario y Tercer Escenario (ver Cuadro 4, Cuadro 5 y Cuadro 6).

4.4 Manejo de venado cola blanca

En el modelo se realizaron las siguientes recomendaciones y sugerencias de manejo de acuerdo al número de venados cosechados, haciendo referencia a los estudios realizados por Vázquez (1994), el manejo de la población se enfoca en el mantenimiento del balance entre los animales y la capacidad de carga del hábitat, esto involucra la manipulación de la edad, sexo, densidad, estructura, y aprovechamiento se muestra (Figura 3).

Thomas y Marburger, 1985 opinan que la cacería puede ser utilizada como un control para disminuir los efectos (tamaño y peso corporal) ocasionados por la sobrepoblación, cosechando anualmente sin decremento de la cantidad del hato se muestra (Figura 3).

Clemente (1984) define la capacidad de carga como: el máximo número de venados por unidad de superficie que puede ser soportado en un año sin deterioro del hábitat, y es una función del agostadero en términos de unidades animales. Según (Potvin y Huot 1983). Aunque estos autores consideraron el consumo de energía, Treviño (1984) refiere que la estimación de la capacidad de carga también puede hacerse usando como base la producción de forraje anual y considerando solamente un 50 % de uso se muestra (cuadro 4 cuadro 6 cuadro 8).

4.5 Producción de Venado

En la producción de venados es determinada por la nutrición de la hembra y machos ya que en condiciones de manejo, por ejemplo en la mortalidad. Como se ha reportado en otros estudios una tasa de mortalidad en nacimientos o crías es de 30% en jóvenes 10% y en adultos es en 30% es reflejo de una nutrición deficiente año a las bajas temperatura y por falta forrajes siendo estas las principales causas de las pérdidas observadas se muestra (Cuadro 4 Cuadro 6 Cuadro 8).

En los escenarios con carga animal (escenarios 1, 2, 3) la producción de venados cola blanca se incrementó o al menos se mantuvo debido a que este manejo permitió el incremento de la condición del agostadero se muestra (cuadro 4 cuadro 5 cuadro 6). La condición del agostadero se mejora con el tiempo produciendo más forraje, lo que a su vez, proporciona una mejor alimentación a los animales. Aunque es determinante la nutrición de los animales principalmente de las hembras en época de empadre, es importante mantener un manejo nutricional en todo el año, que sea adecuado para favorecer mejores porcentajes de producción, ya que para que un venado nazca es necesario que la madre este en buena condición corporal.

4.6 Venados Totales

Otro de los factores bajo estudio en la presente investigación es la de observar el comportamiento del número de venados totales de simulación, ya que esta variable es la base para la producción de venados aunque también se incrementa el número de muertes en venados adulto esto debido a la alta cantidad de animales totales y una pobre nutrición, la mortalidad de las hembras adultas y machos adultos, esto sucede cuando hay una sobre población. Como resultado de una menor producción del agostadero por la reducción de su condición y la consecuente mala nutrición de los venados. Cuando la alimentación es deficiente, el peso de la hembra es bajo y por lo tanto baja la producción como lo reportan se muestra (Cuadro 5 Cuadro 7 Cuadro 9).

V. CONCLUSIÓN

El objetivo de esta investigación fue de Construir un Modelo Determinantico Dinámico de Simulación para el manejo de las poblaciones de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanu*) sujetas a manejo en el Noreste de México.

El modelo busca representar el sistema de producción venado cola blanca de la manera más simple para ser una herramienta de apoyo en la toma de decisiones, y evita, hasta donde fue posible, la complejidad para que se pueda parametrizar con la poca información disponible y que sus salidas sean utilitarias. Una alternativa que se aprovecha con el modelo es tener los procesos ecológicos más importantes, para hacer más confiables los resultados.

Utilizar una estrategia de carga animal, implica estar preparado para las condiciones a las que se someterá el agostadero en un período menor a los 15 años, ya que necesitara mayor requerimiento de forraje en venado bajos recursos naturales.

Como se sugirió anteriormente el uso del modelo permite tener una herramienta para tomar decisiones en el manejo del pastoreo extensivo en los agostaderos naturales como principal recurso forrajero; además, al modelo se le pueden agregar parámetros que permitan alcanzar mejores niveles de detalle en puntos específicos de decisión, es decir es flexible para agregar variables se generen en forma real.

Con los resultados obtenidos, el modelo conduce a tener la capacidad de analizar y reflexionar en aquellos programas de mejora productiva que se quieran implementar, ya sea a escala regional o de forma individual.

VI. LITERATURA CITADA

- Álvarez-Romero, J. y R. A. Medellín. 2005. *Odocoileus virginianus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México, D.F.
- Bertalanffy L. V. 1998. Teoría general de los sistemas. Fondo cultura económica. Undécima reimpresión. México. 30 p.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO – Fondo de Cultura Económica, México D.F. 988 pp (ISBN: 970–9000–30–6).
- Cook, R.I. 1984. Texas In: Halls, Lowell K., ed white – tailed deer: ecology and management. Harrisburg P.A:Stackpolebooks; PP 457- 474.
- Clemente S., F. 1984. Utilización de la vegetación nativa del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el estado de Aguascalientes. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados. México. 87 p.
- Dasman, W. 1981. Deer range – improvement and management. McFarland & Company, Inc. Jefferson, N.C. 168 p.
- FAO-UNESCO. 1989. Mapa mundial de suelos. Leyenda revisada. Informe sobre recursos mundiales de suelo. FAO. Roma, Italia.
- Galindo – Leal, C.Y Weber M. 1998. El venado de la Sierra Madre Occidental. Ecología manejo y conservación EDICUSA-CONABIO Primera edición 272pp.
- García E. 1989. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. UNAM. Méx. D.F.

- González P.G. y Briones S. M. 2000. El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en comunidades indígenas de Oaxaca. Revista Investigación Hoy, Número 02. Instituto Politécnico Nacional (IPN). México D. F. pp 17-21.
- González-Saldívar, F., A. Martínez y J. Valds. 1994. Comparación de la composición de la dieta del ganado bovino y del venado cola blanca miquihuanensis (*Odocoileus virginianus miquihuanensis*) mediante la técnica de observación directa. IV Simposio sobre Venados en México. UNAM, México.
- González V., E.; Ortega S., J. y Ávila C., J. 2000. Manejo de la carga animal y su importancia en la ganadería. Investigadores del Programa Forrajes y Pastizales del C.E. Aldama- INIFAP-SAGAR.
- Gutiérrez O., E. y Díaz S., H. 2001. Estime cuantas unidades animal mes (UAMe) tiene en su rancho para determinar la adecuada capacidad de carga. (Boletín técnico). Universidad Autónoma de Nuevo León. N. L. Méx. 4 p.
- Grant E. W., Marín L. S. y Pedersen K. E. 2001. Ecología y manejo de recursos naturales: Análisis de Sistemas y Simulación. Edit. Agroamérica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José Costa Rica. pp: 44-63.
- Grant E. W., Marín L. S. y Pedersen K. E. 2008. Ecología y manejo de recursos naturales: Análisis de Sistemas y Simulación. Edit. Agroamérica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José Costa Rica. pp: 44-63 p.
- Halls, L.K. 1984. White-tailed deer; ecology and management. Stackpole Books and Wildlife Management Institute. U.S.A.

Hirooka H., Groen A. F. and Hillers J. 1998. Developing breeding objectives for beef cattle production 1. A bio-economic simulation model. *Animal Science* 66: 607-621.

Instituto Nacional de Ecología 2000 SEMARNAP.

Jorgensen S. E. 1994. Models as instruments for combination of ecological theory and environmental practice. *Ecological Modelling* 75/76:5-20 .

Levine J. M., Hohenboken W. and Nelson G. 1978. Crossbred lamb production from Columbia and Suffolk ewe. II Simulation of the sheep flock; net return per ewe. *J. Anim. Sci.* 47:97-105.

Meza H. C. A. y H. Montaldo V., 1997. Técnica en Biología Molecular y su uso en la Implementación de esquemas de selección genética animal. Memoria in Extenso Conferencia Magistral. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón Coahuila. 4 al 6 de Noviembre. pp: 17-22.

Moreno L., J. C. 1991. Comportamiento alimenticio del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus miquihuanensis*) en un matorral mediano subinerme en linares, Nuevo León. Tesis profesional. Linares N.L. México. 53 p.

Pang H., Makarechian M., Basarab J. A. and Berg R. T. 1999a. Structure of a dynamic simulation model for beef cattle production systems. *Can. J. Anim. Sci.* 79:409-417

Pang H., Makarechian M., Basarab J. A. and Berg R. T., 1999b. Application of a dynamic simulation model on the effects of calving season and weaning age on bioeconomic efficiency. *Can. J. Anim. Sci.* 79:419-424.

Potvin, F. y Huot, J. 1983. Estimating carrying capacity of a white-tailed deer wintering area in Québec. *Journal Wildlife Manage.* 47(2):463-475.

- Prawda W. J. 1996a. Métodos y modelos de investigación de operaciones. Vol. 1. Modelos Determinísticos. Edit. Limusa, décima reimpresión. México. pp: 19-55.
- Prawda W. J. 1996b. Métodos y modelos de investigación de operaciones. Vol. 2. Modelos Estocásticos. Edit. Limusa, décima reimpresión. México. pp: 99-110.
- Quiroz R., B. Arce y M. Holle., 1991. Métodos de Investigación con enfoque y análisis de datos de sistemas agropecuarios. Turrialba Vol. 41, (1) 1-14.
- Ríos I. D, Ríos I. S. y Martín J. 2000. Simulación; Métodos y Aplicaciones. Edit. Alfomega, S. A., primera edición. Bogota, Colombia, pp: 1-11.
- Sánchez-Rojas, G., Aguilar-Miguel, C. & Hernández-Cid, E. 2009. Estudio poblacional y uso de hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque templado de la Sierra de Pachuca, Hidalgo, México. Tropical Conservation Science Vol.2(2):204-214. Available online.
- Treviño de la fuente, C. A. 1984. Determinación de sitios de pastizales y capacidad de carga en la Estación Experimental F.A.U.A.N.L., en Marin, Nuevo León. Tesis profesional. Marin, N.L. México. 169 p.
- Thomas, J.W., and Marburger. 1985. Quantity vs. quality. Texas Paks & Wildlife Magazine. Austin, Texas. U.S.A.
- Tyler M, J.G. 2004. Ciencia Ambiental (Problemas de la Tierra) 5ta. Edición. Ed.Thomson. México, D . F. pp 224-225.
- Villareal, G.J.G; 1999. Venado cola blanca. Manejo y aprovechamiento cinegético. Monterrey Nuevo León Unión ganadera regional de, Nuevo León. Pp 60-378

- Villareal, G.J.G; 1999. El Valor agregado de la fauna silvestre a los Ingresos de un rancho ganadero tradicional, asociación Mexicana de criaderos de ganado Beefmaster. May-Jun. Año 7. Bimestre 3. México. pp. 10 –11.
- Vázquez, U., G. 1994. Efecto de programas de operación de predios ganaderos en las características cualitativas del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*), en el noreste de Coahuila. Tesis de Maestría en Manejo de Pastizales. UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- Villarreal, J. 1995. Sinopsis geográfica, situación actual y posibilidad de recuperación de las subespecies mexicanas de venado cola blanca *Odocoileus virginianus*. Memorias de XIII Simposio sobre Fauna Silvestre. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Villarreal, J. 1999. Venado cola blanca. Manejo y aprovechamiento cinegético (1ra. Edición). Unión ganadera regional de Nuevo León, Monterrey, N. L., México. 401 p.
- Villarreal, J. 2006. Venado cola blanca. Manejo y aprovechamiento cinegético (2da. Edición). Unión ganadera regional de Nuevo León. Monterrey, N. L., México. 401 p.
- Weber, M., García-Marmolejo, G. y Reyna-Hurtado, R. 2006 The tragedy of the commons: wildlife management units in Southern Mexico. *Wildlife*