

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



**DESARROLLO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN  
DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN  
CUNÍCULA**

**POR:  
RODOLFO VILCHIS RAMOS**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Abril de 2005**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

COMITÉ PARTICULAR:

Asesor Principal: \_\_\_\_\_  
Dr. Heriberto Díaz Solís

Asesor: \_\_\_\_\_  
M.C. Silvia Xiomara González Aldaco

Asesor: \_\_\_\_\_  
M.C. María del Rocío Parada Hernández

Asesor Suplente: \_\_\_\_\_  
M.V.Z. José Antonio Gallardo Maltos

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

\_\_\_\_\_  
Dr. Ramón F. García Castillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; Abril de 2005

## DEDICATORIA

A mis Padres: José Manuel Vilchis Álvarez y Rubí Celia Ramos Domínguez. Por haberme dado la vida y por hacer de mi una persona de provecho. Por todo el amor y apoyo que me han brindado. ¡Gracias!, los quiero mucho.

A mis hermanos: José M., Rosa I., Gerardo y Erick. Por su gran apoyo y consejos.

A todos mis tíos. Por sus consejos.

A mis primos: Erasmo, Francisco, Lázaro, Nelson, Federico, José A., Delia, Rosi, Mary, Dulce, Chusi, Ely, Ofelia, Zaida, Yuri, Karen, Efraín, Baltasar, Pablo, Sergio, Hernan, Juan L., Lenin R., Magin, Alexander y muy en especial a Tania. A todos ellos gracias por su apoyo.

A mis amigos: Ivan, Miguel, Alejandro, Illescas, Edgar O., Vanesa, Romelia, Tania, Margarita, Gloria, Matilde, Esteban, Julian, Sergio L., Favio, Ignacio, Toño, Dora, Alejandra, Patricia E., Rosina, don Chuy (Chino) y muy en especial a María de Jesús Anguiano Cueto. A todos ellos gracias por su apoyo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios y a la Virgen María: Por darme la vida y ayudarme a no ceder ante nada y mantener siempre viva la alegría de vivir y por haberme dado unos padres maravillosos.

Al Dr. Heriberto Días Solís. Por su gran apoyo y observaciones en la elaboración de este trabajo.

A la M. C. María del Rocío Parada Hernández. Por darme la oportunidad de realizar parte de este trabajo en las instalaciones del Centro Nacional de Cunicultura y por su apoyo en la elaboración de este trabajo.

A la M. C. Silvia X. González Aldaco. Por su apoyo en la elaboración de este trabajo.

A mi Alma Mater. Por darme la oportunidad de realizar mis estudios dentro de su seno universitario.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice de contenido.....	iii
Índice de cuadros.....	vi
Índice de figuras .....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Sistema.....	5
Análisis de sistemas.....	5
Categoría de los componentes dentro del sistema.....	7
Modelo.....	11
Proceso de modelado .....	10
Simulación de un sistema o de un modelo.....	11
Aspectos productivos y reproductivos de un sistema de producción Cunícula.....	14
Ciclo productivo del conejo.....	14
Cubrición.....	17
Fecundidad.....	18
Fertilidad.....	20
Diagnóstico de gestación.....	20
Otros sistemas de diagnóstico de gestación.....	22
Gestación.....	23
Prolificidad.....	24
Lactancia.....	25
Mortalidad.....	25

Velocidad de crecimiento.....	26
Destete.....	27
Alimentación.....	28
Consumo diario de alimento .....	28
Rendimiento en canal.....	30
Reposición de pie de cría .....	31
Principales características de las razas de conejos empleadas en el modelo .....	32
Nueva Zelanda Blanco.....	32
Chinchilla.....	33
California.....	34
Azteca Negro.....	34
MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
Descripción de área de estudio .....	35
Recopilación y manejo de datos .....	35
Descripción del modelo .....	36
Submodelo de reproducción.....	39
Submodelo de desarrollo .....	42
Submodelo de producción.....	43
Submodelo de alimentación.....	45
Submodelo de ingreso .....	47
Evaluación del modelo .....	48
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
Ingreso anual por raza.....	50
Ingreso anual con diferente número de hembras al inicio.....	51
Ingreso anual con diferente porcentaje de reposición.....	54
Ingreso anual con diferentes alimentos.....	56
CONCLUSIONES.....	58
RESUMEN.....	60



## ÍNDICE DE CUADROS

N°		Página
1	Edades reproductivas para los diferentes tamaños de razas y sexos.....	18
2	Consumo estimado de alimento (g/día) basado en un alimento con 90% de materia seca.....	
3	Consumo de alimento de los conejos de acuerdo a la edad....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

N°		Página
1	Cuatro Fases del análisis de sistemas.....	8
2	Símbolos utilizados en la construcción del Modelo conceptual (High Performance Systems, Inc., 1994).....	9
3	Fases en la construcción de un modelo.....	12
4	Ritmo intensivo.....	14
5	Ritmo semiintensivo.....	15
6	Ritmo extensivo.....	16
7	Ritmo tradicional.....	16
8	Ciclo reproductivo típico empleado en la actualidad en granjas comerciales de conejas.....	17
9	Modelo Cunícula Universidad Antonio Narro (MC-UAN).....	37
10	Diagrama de flujo del Modelo Cunícula Universidad Antonio Narro (MC-UAN).....	38
11	Ingreso económico anual correspondiente a cada raza.....	51
12	Ingreso económico anual con diferente cantidad de hembras al inicio de la explotación.....	52
13	Cantidad de hembras al final de cada año (con diferente cantidad de HI).....	53
14	Ingreso económico anual con diferente.....	55
15	Hembras al final de cada año con diferente % reposición.....	56
16	Ingreso económico anual con diferente marca de alimento.....	57

## INTRODUCCIÓN

Quién tiene la responsabilidad de conducir un sistema dado, como por ejemplo: una unidad de producción pecuaria, un banco, una ciudad, un sistema de transporte, etc., debe tomar continuamente decisiones acerca de las acciones que se ejecutaran sobre el sistema. Estas decisiones deben ser tales que la conducta resultante del sistema satisfaga de la mejor manera posible los objetivos planteados. Para poder decidir correctamente es necesario saber cómo responderá el sistema ante una determinada acción. Esto podría hacerse por experimentación con el sistema mismo; pero factores de costos, seguridad y otros hacen que esta opción generalmente no sea viable. A fin de superar estos inconvenientes, se reemplaza el sistema real por otro sistema que en la mayoría de los casos es una versión simplificada (Tarifa 2001).

Los modelos de simulación son herramientas que facilitan la toma de decisiones, para seleccionar la mejor alternativa que se puede lograr con una combinación de recursos y precios.

La búsqueda de alternativas para abastecer fuentes de proteína de origen animal en México es importante, sobre todo si consideramos el rápido crecimiento de la población y lo que esto implica. La cunicultura representa una

alternativa de producción de proteína animal a bajo costo, sustentada en la alta eficiencia reproductiva del conejo (Nouel *et al.*, 2003).

En la actualidad las explotaciones cunícolas están adquiriendo gran importancia en México, esto se ha debido a las características que diferencian la carne de conejo a la de las demás especies (pollo, puerco, vacuno, etc.). Las características especiales de la carne de conejo son: un elevado valor nutritivo, mayor digestibilidad, menos colesterol, rica en vitamina E, rica en minerales, alta calidad proteica y bajo contenido en grasa.

El consumo de carne de conejo en México se ha incrementado en los últimos años y la proliferación de granjas de tipo comercial es ya una realidad. Es por esto que los cunicultores dedicados a esta actividad agropecuaria deben conocer y aplicar los avances tecnológicos que garanticen niveles de productividad altos y una rentabilidad. Para mejorar la productividad es preciso reducir al máximo los costos de producción y mejorar los beneficios para lo cual se requieren de soluciones genéticas y de manejo.

No solo por su carne el conejo a adquirido una importancia muy grande, si no también por las pieles que se obtienen de estos animales al momento del sacrificio, que son muy codiciadas en el mercado por su hermosa apariencia, otro punto muy importante es la utilidad que muestra este tipo de explotación. Por lo que los administradores de este tipo de explotaciones deben tener cuidado en la toma de decisiones.

En los últimos años ha ido aumentando la demanda de la carne de conejo, esto obliga a que los productores sean más productivos, para poder asegurar el mercado, el problema al que se enfrenta las explotaciones en estos casos es: cuanto deben producir, cuando, donde vender y por consiguiente cuanto puede crecer, pero la realidad es que no se cuenta con algo que pueda ayudar a solucionar este problema.

Los modelos de simulación se proponen como herramientas para la toma de decisiones en sistemas complejos, y ante la falta de sistemas que ayuden en la toma de decisiones en las explotaciones cunícolas se presenta el siguiente trabajo, el cual consiste en un modelo de simulación de un sistema de producción cunícola para ayudar en la toma de decisiones en este tipo de unidades productivas.

Por lo anterior este trabajo tiene como objetivo, construir un modelo de simulación que sirva como herramienta para analizar el desarrollo biológico y el ingreso económico de unidades de producción cunícola.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Sistema

Se puede partir de la definición de sistema como un conjunto de cosas que ordenadamente y relacionadas entre si contribuyen a un determinado objeto (RAE, 1994)

El término sistema se utiliza habitualmente con múltiples sentidos, tantos que resulta difícil dar una definición única que los abarque todos y al mismo tiempo sea lo suficientemente precisa para servir a propósitos específicos (Barceló, 1996).

Grant *et al.* (1997) menciona que existe cierta dificultad por precisar la definición de sistema, en relación con las ciencias físicas y biológicas, un sistema es una colección organizada de componentes físicos interrelacionados caracterizada por un límite y una unidad funcional.

Dent (1974) menciona que tanto el termino “simulación” como el de “sistema” causan a veces cierta confusión debido a la falta de terminología

aceptada, en un sentido mas amplio, simular significa duplicar la esencia de un sistema o actividad sin llegar en verdad a la realidad misma.

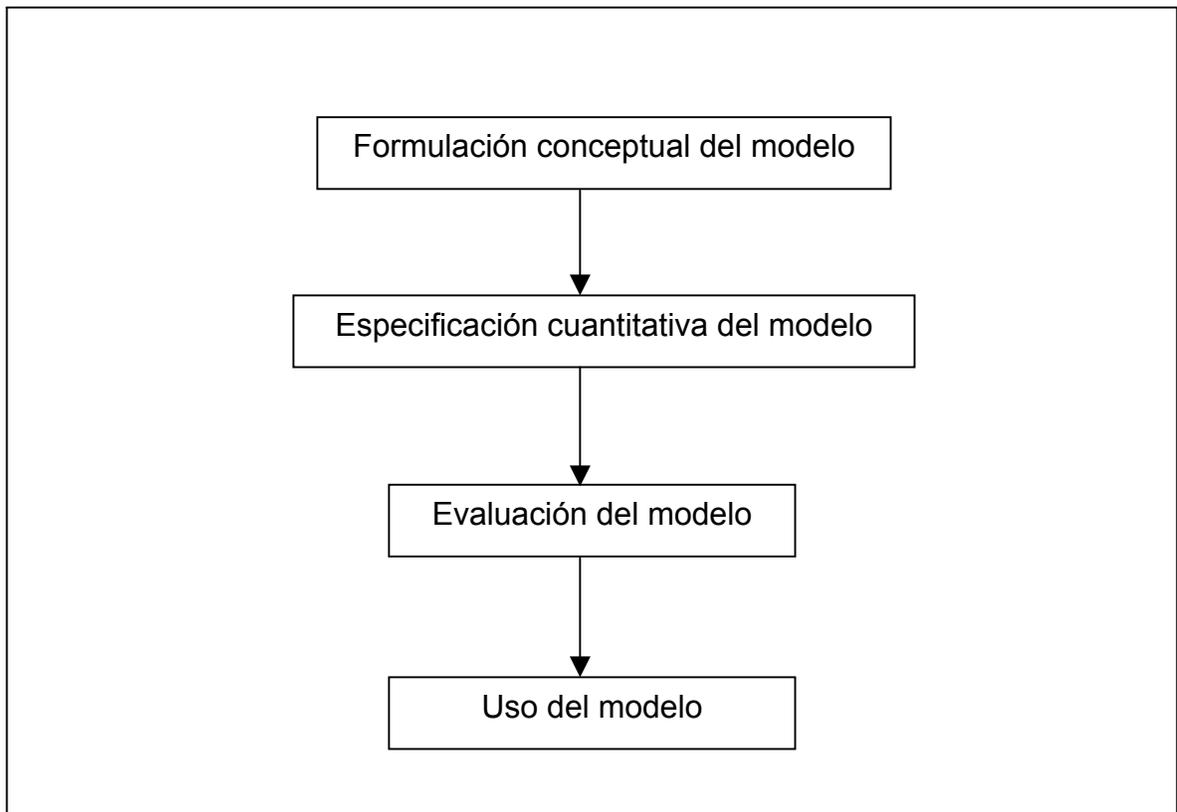
Aracil (1995) menciona que la simulación es el proceso mediante el cual se implanta en un computador un modelo matemático de un cierto aspecto de la realidad. Drew (1995) afirma que la simulación es la representación de sistemas y fenómenos físicos por medio de ordenadores, modelos u otros equipos. El modelo o la representación con el ordenador se manipula para imitar aspectos significativos de una situación. Básicamente, es un medio para resolver un modelo matemático, empleado generalmente cuando no puede obtenerse una solución analítica.

### **Análisis de sistemas**

El análisis de sistemas no es una técnica matemática ni un conjunto de ellas, es una amplia estrategia de investigación que ciertamente involucra el uso de técnicas y conceptos matemáticos en un contexto sistemático y científico dirigido a la solución de problemas complejos (Jeffers, 1978).

Grant *et al.* (1997) el análisis de sistemas puede definirse más directamente como la aplicación del método científico a problemas que involucran los sistemas complejos. Es un cuerpo de teoría y técnicas de estudio, descripción, y elaboración de predicciones sobre los sistemas complejos que a menudo se caracterizan por el uso de computadoras. Sin

embargo, la razón de ser del análisis de sistemas no se encuentra en una colección de técnicas cuantitativas, sino en una amplia estrategia problema-respuesta. Se consideran cuatro fases teóricas en el análisis de sistemas (Figura 1), las cuales son: (1) modelo conceptual, (2) modelo cuantitativo, (3) evaluación del modelo y (4) uso del modelo.



**Figura 1.** Cuatro Fases del análisis de sistemas (Grant *et al.*, 1997)

- **Formulación conceptual del modelo:** La meta de esta primera fase del análisis de sistemas es desarrollar un modelo conceptual o cualitativo, del sistema de interés.
- **Especificación cuantitativa del modelo:** La meta de esta segunda fase del análisis de sistemas es desarrollar a modelo cuantitativo del sistema de

interés. Esto involucra una traducción del modelo conceptual, en una serie de ecuaciones matemáticas que colectivamente forman básicamente al modelo cuantitativo.

- **Evaluación del modelo:** La meta de esta tercera fase del análisis de sistemas es evaluar la utilidad del modelo. Este proceso que es el asunto de mucho debate normalmente se le llama “validación del modelo”.
- **Uso del modelo:** La meta de esta fase final del análisis de sistemas es contestar las preguntas que se plantearon al principio del proyecto modelado. Esto involucra el diseño y la simulación de los mismos experimentos con el modelo que pueden dirigirse en el sistema real, para contestar las preguntas.

### **Categoría de los componentes dentro de los sistemas**

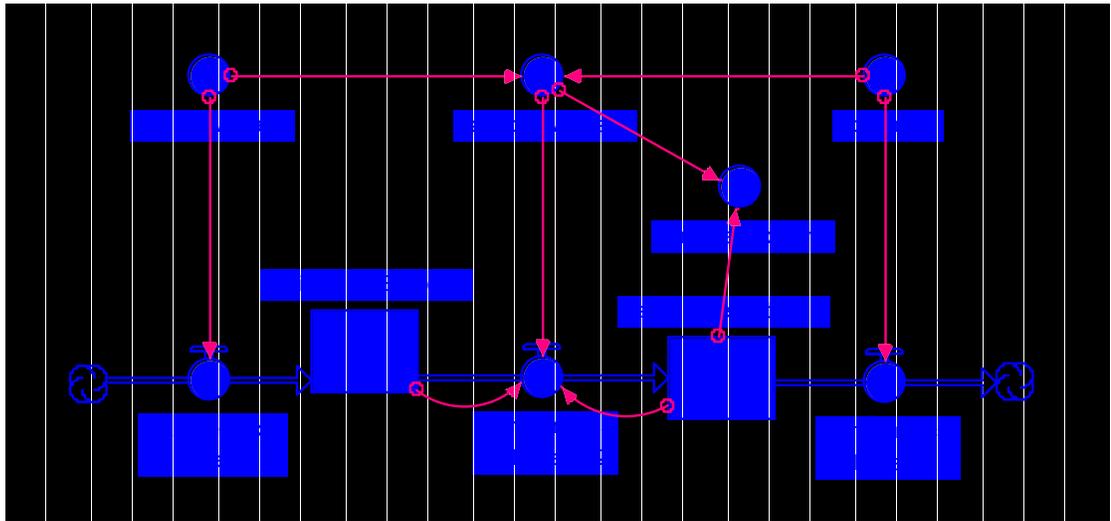
Una vez que el sistema de interés se ha limitado separando los componentes que deben ser incluidos dentro del sistema de aquéllos que deben excluirse e identificando atributos particulares de los componentes del sistema de interés, se procede a la formulación del modelo conceptual, mientras se categorizan los componentes dentro del sistema de interés. Los componentes del sistema no pueden tener el mismo propósito en un modelo. Ciertamente, todos representan los aspectos importantes del sistema de interés, en realidad puede haber muchos componentes dentro de un sistema por lo que se agrupan en siete categorías fundamentalmente diferentes: (1) variables de estado, (2) variables de tendencia, (3) constantes, (4) variables

auxiliares, (5) Transferencia de material, (6) transferencia de información, y (7) las fuentes y resumideros (Grant *et al.*, 1997).

- **Variables de estado:** Las variables de estado representan puntos de acumulación de material dentro del sistema.
- **Variables de tendencia:** Las variables de tendencia tienen un efecto sobre el sistema pero estas no son afectadas por el resto del sistema.
- **Constantes:** Las constantes son valores numéricos que describen las características de un sistema que no cambia, o eso puede representarse como inmutable, bajo todas las condiciones de simulación del modelo.
- **Variables auxiliares:** Las Variables auxiliares aparecen como una parte del cálculo que determina una proporción de la transferencia de material o el valor de otra variable que no es constante, representa conceptos que se deseen indicar explícitamente en el modelo. Las variables auxiliares también pueden representar un resultado al final de un cálculo que sea de interés particular.
- **Transferencia de material y de información:** Una transferencia de material representa un traslado físico de material sobre un período específico de tiempo: (1) entre dos variables de estado, (2) entre una fuente y una variable de estado, o (3) entre una variable de estado y un resumidero.

Las transferencias de información representan el uso de información sobre el estado del sistema para controlar el cambio de estado del sistema.

- **Las fuentes y resumideros:** Las fuentes y resumideros representan el punto de origen y el punto final, respectivamente, de las transferencias de materiales dentro y fuera del sistema.



**Figura 2.** Símbolos utilizados en la construcción del Modelo conceptual (High Performance Systems, Inc., 1994).

## Modelo

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 (RAE, 1984).

Barceló (1995) menciona que los modelos son una representación formal de un sistema, capaz de proporcionar respuestas válidas a las preguntas que un observador se formula sobre el sistema. Drew (1995) menciona que un modelo matemático es la caracterización general de un proceso, objeto o

concepto, por medio de símbolos matemáticos, que permiten una manipulación relativamente sencilla de las variables, con el fin de determinar cómo el proceso, objeto o concepto se comportaría bajo distintas situaciones.

Grant (1997) menciona que un modelo es una abstracción de la realidad, es una descripción de los elementos o componentes esenciales del problema. Porque los elementos esenciales de un problema son exactamente los que definen el sistema de interés. Es una descripción simplificada de la realidad (Hall y Day, 1977). Tiene existencia aparente y no real (RAE, 1984).

### **Proceso de modelado**

El proceso de modelado consiste en el conjunto de operaciones mediante el cual, tras el oportuno estudio y análisis, se construye el modelo del aspecto de la realidad que nos resulta problemático. Este proceso consiste en analizar toda la información de la que se dispone con relación al proceso. En el proceso de modelado se pueden distinguir seis fases como se observa en la Figura 1 (Aracil, 1995).

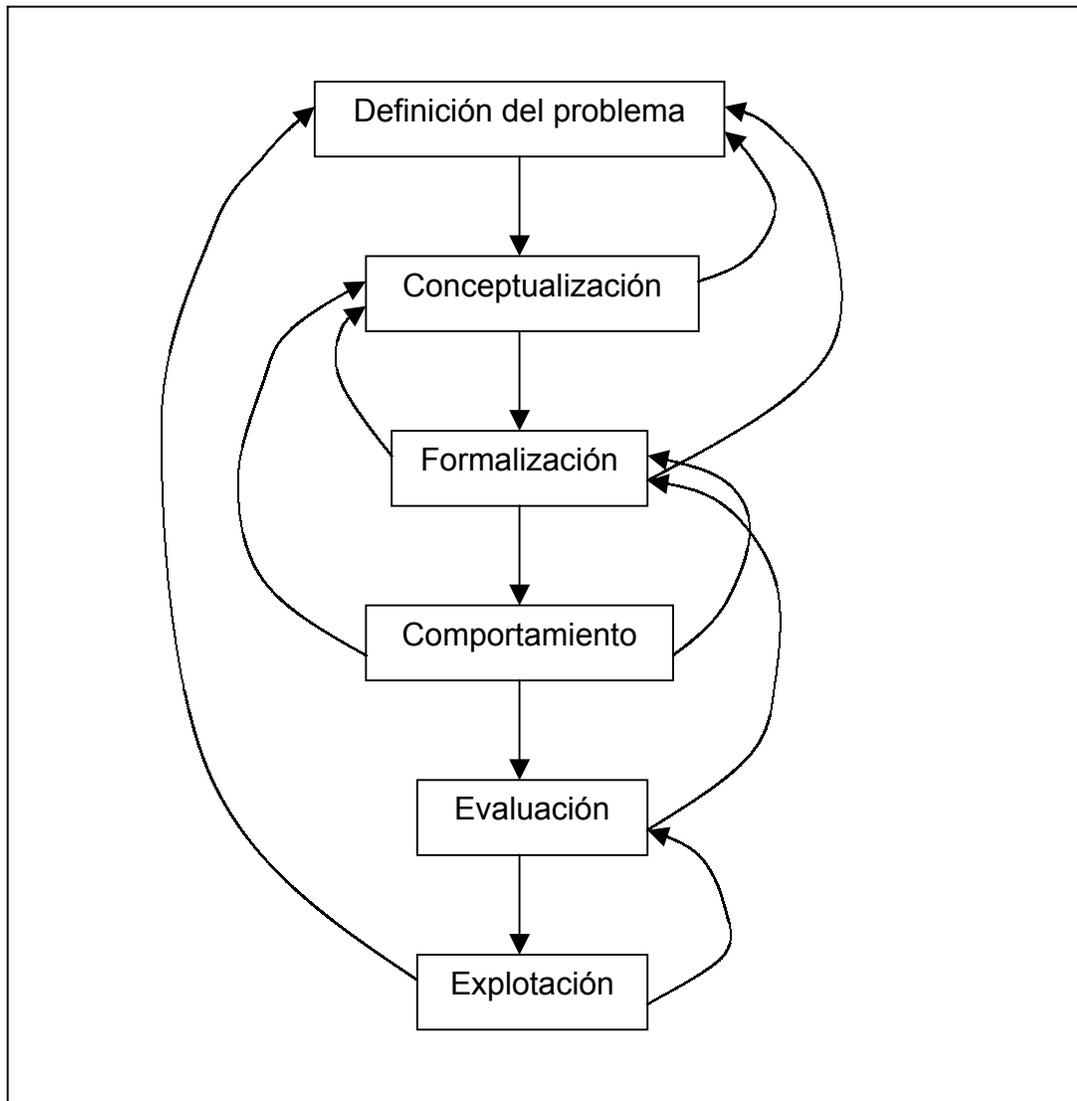
- **Definición del problema:** en esta fase se trata de definir claramente el problema y de establecer si es adecuado para ser descrito.
- **Conceptualización del sistema:** en esta fase se trata de acometer dicho estudio, definiendo los distintos elementos que integra la descripción. El resultado es el establecimiento del diagrama de influencias del sistema.

- **Formalización:** en esta fase se pretende convertir el diagrama de influencias. A partir de aquí se pueden escribir las ecuaciones del modelo. Al final se dispone de un modelo del sistema programado en un computador.
- **Comportamiento del modelo:** esta fase consiste en la simulación informática del modelo para determinar las trayectorias que genera.
- **Evaluación del modelo:** en esta fase se somete al modelo a una serie de ensayos y análisis para evaluar su validez y calidad. Así mismo se incluye un análisis de sensibilidad del modelo.
- **Explotación del modelo:** en esta última fase el modelo se emplea para analizar alternativas que pueden aplicarse al sistema que se está estudiando. Grant *et al.*, (1997) incluye como última fase la experimentación con el uso del modelo.

### **Simulación de un modelo o de un sistema**

Odum (1994) menciona que la simulación es el proceso de generar modelos con el tiempo que resulta de una operación de sistemas, con ayuda de computadoras, la simulación presenta lo que un sistema hace con el tiempo. En el principio de la repetición digital, la simulación es acompañada por cálculos sucesivos de cantidades en almacenes conforme cambian con entradas y salidas. En la simulación manual los cálculos pueden ser realizados sin computadoras, mediante arreglos de ecuaciones en tablas. Simulando sistemas complejos (sistemas con más de un almacén o variable de estado) existe una ecuación diferencial y una línea programada para cada uno, en este proceso los

cálculos son totalmente basados sobre estados al mismo tiempo. En cuanto a precisión, existe un pequeño error en los cálculos realizados por este medio, pero existen procedimientos para hacer correcciones.



**Figura 3.** Fases en la construcción de un modelo (Aracil, 1995).

Un modelo matemático consiste esencialmente en un conjunto de ecuaciones. Para procesarlas se necesita de la ayuda de la informática. Una vez programadas en un computador podemos experimentar con el modelo. Este proceso requiere la denominación de simulación informática del sistema y requiere de herramientas informáticas adecuadas como lo es STELLA y otros más que se han desarrollado (Drew, 1995).

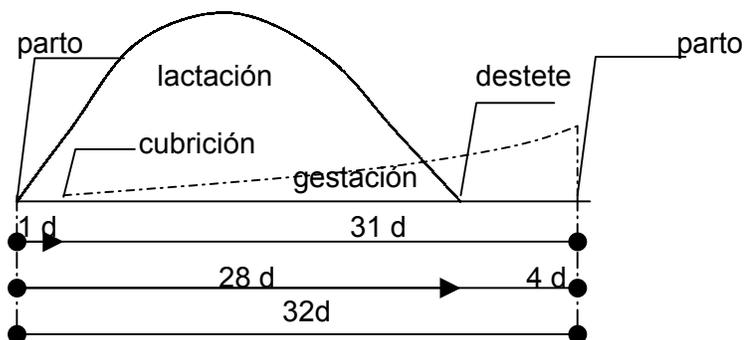
Simulación es el uso de un modelo para imitar o describir, paso a paso, el comportamiento del sistema en estudio. Los modelos de simulación están compuestos de una serie de operaciones aritméticas y lógicas que, en conjunto, representan la estructura (estado) y el comportamiento (cambio de estado) del sistema de interés. El sistema de interés existe en diferentes estados y momentos en el tiempo y existen reglas que rigen la forma en la cual el estado del sistema cambia a medida que transcurre el tiempo, ya que cada una por si misma es una función del mismo. Si se escogen las variables apropiadas para describir el sistema y se representan adecuadamente las reglas que gobierna el cambio, se deberían poder determinar los cambios en el estado del sistema a través del tiempo, es decir, se podría simular el comportamiento del sistema (Grant, 1997).

## Aspectos productivos y reproductivos de un sistema de producción cunícola

### Ciclo productivo del conejo

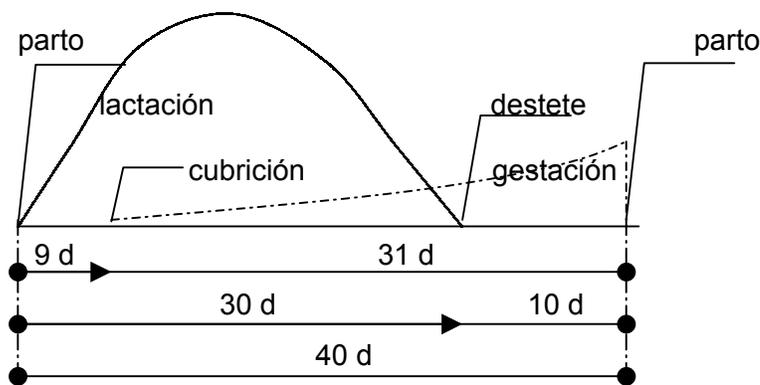
El ciclo productivo es el ritmo de partos que se debe planificar y exigir a las conejas en una explotación para poder obtener una buena producción y/o la planificación de los métodos de trabajo que puedan optimizar el tiempo invertido (Palmieri, 2004). Los conejos producen un mínimo de 6 gazapos cada dos meses, llegando hasta 5 partos al año (Zotyen, 2002).

Ritmo intensivo o continuo (Figura 4), se aprovecha la posibilidad de cubrir a las conejas al siguiente día del parto para obtener un máximo, teórico, de 12 partos/año; en este periodo la coneja permanece en lactación el 87% de su vida productiva, con solo 4 días de descanso entre el destete y el siguiente parto (De Blas, 1989).



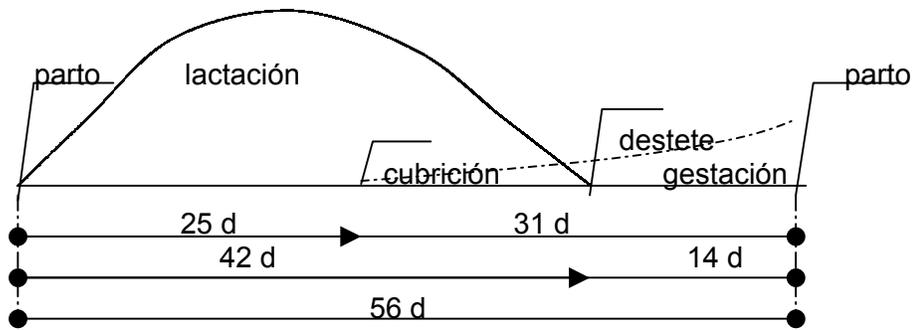
**Figura 4.** Ritmo intensivo (De Blas, 1989).

Ritmo semiintensivo (Figura, 5), en este sistema, la coneja se presenta al macho el día 9 después del parto. Este momento coincide normalmente con un peso alto de las conejas. Con este sistema se puede alargar la lactancia (hasta 30 días), así el período de descanso es de unos 10 días aproximadamente. De este modo se puede obtener un máximo de 9 partos/coneja/año (De Blas, 1989).



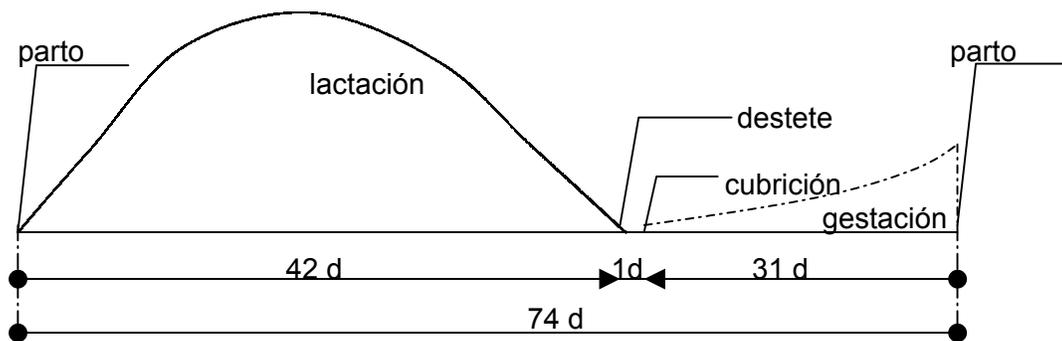
**Figura 5.** Ritmo semiintensivo (De Blas, 1989).

Ritmo extensivo (Figura, 6), la base es aprovechar el total de lactación (42 días) al igual que el sistema tradicional (Figura, 7). Sin embargo, dada las mejores condiciones de alimentación, puede intensificarse la producción haciendo una cubrición a los 25 días para poder conseguir hasta 6.5 partos/año, el tiempo de cubrición de este sistema es el que difiere del tradicional, en el cual la cubrición se lleva acabo un día después del destete (De Blas, 1989).



**Figura 6.** Ritmo extensivo (De Blas, 1989).

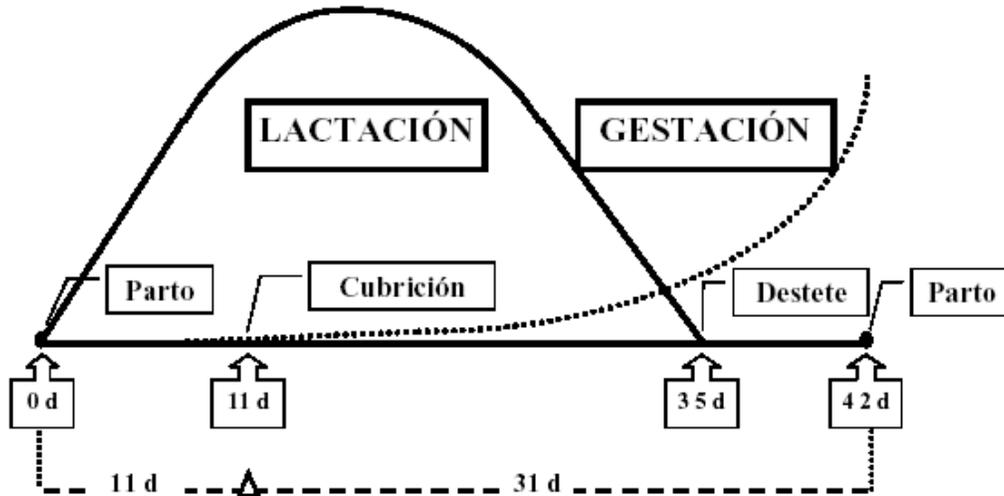
Aunque en este sistema extensivo el ritmo de reproducción es más lento que los dos anteriores, debe tenerse en cuenta que la duración de la lactancias es mayor lo que implica un fuerte desgaste de la coneja (De Blas, 1989).



**Figura 7.** Ritmo tradicional (De Blas, 1989).

De Blas y Nicodemus (2001) mencionan que el ciclo reproductivo más comúnmente utilizado en los últimos años aparece representado en la Figura 8. En este sistema se cubre a las hembras aproximadamente 11 días después del parto y se desteta a los gazapos a los 35 días de edad. Con este ritmo reproductivo, que además es compatible con el manejo en bandas, los rendimientos que se obtienen son un máximo de 9 partos por año y un intervalo

mínimo entre partos de 42 días (11 días entre parto y cubrición más 31 días de gestación).



**Figura 8.** Ciclo reproductivo típico empleado en la actualidad en granjas comerciales de conejas (De Blas y Nicodemus, 2001).

## Cubrición

La raza del conejo y su desarrollo físico determinarán la edad correcta para empezar a emplearlo. Para el primer apareamiento, siempre es más prudente ajustarse al desarrollo individual de cada conejo, que seguir un programa estricto (Faivre, 1976).

En el Cuadro 1 se pueden observar las edades reproductivas para los diferentes tamaños de razas y sexo (Ruiz, 1976).

**Cuadro 1.** Edades reproductivas para los diferentes tamaños de razas y sexos.

RAZAS	HEMBRAS	MACHO
PESADAS	7-8 meses	8 meses
MEDIANAS	6 meses (3.5 kg)	7 meses
LIGERAS	4-5 meses	6 meses

La coneja no presenta un ciclo sexual regular, sólo aparecen los ciclos ováricos cuando las condiciones ambientales y nutricionales son óptimas. Determinado el periodo para la monta de la hembra, esta se debe llevar al macho (Echeverri, 2004). El macho husmeará unos segundos hasta que se subirá al dorso de la hembra. Si la hembra está receptiva, rápidamente aceptará al macho y se producirá la monta. No es necesaria una segunda cubrición. Inmediatamente después de producida la misma, la hembra es llevada nuevamente a su jaula (Palmieri, 2004).

### **Fecundidad**

Es la capacidad de los animales para producir células germinales viables (Oteiza y Carmona, 2001).

González (2004) menciona que la fecundidad se define como el porcentaje de conejas que se encuentran gestantes respecto a las que fueron cubiertas mediante monta natural o inseminación artificial. Se expresa habitualmente en porcentaje y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Fecundidad} = \frac{\text{No. de Hembras gestantes}}{\text{No. de Hembras Cubiertas}} \times 100$$

Obviamente, para conocer la fecundidad es necesario practicar el diagnóstico de gestación para determinar las hembras que se encuentran gestantes en el momento deseado (González, 2004).

No debe confundirse la fecundidad con la fertilidad, para cuyo cálculo es necesario esperar a que llegue el momento del parto. Obviamente la fertilidad será siempre menor o, igual a la fecundidad, dado que pueden existir pérdidas de embriones o fetos entre el momento de realización del diagnóstico de gestación (cuando puede calcularse la fecundidad) y el momento del parto (cuando puede calcularse la fertilidad) (González, 2004).

En particular, la fecundidad depende en gran medida de la temperatura ambiental, produciéndose un descenso de su valor en los meses estivales, por lo que puede llegar a ser de sólo el 50 %. La fecundidad media anual se sitúa en un 68-70 % (González, 2004).

González (2004) menciona que la fecundidad de la coneja también está muy relacionada con la coloración de la vulva, los porcentajes de fecundidad según la coloración suelen ser los siguientes:

Color vulva	<i>Blanca</i>	<i>Rosada</i>	<i>Roja</i>	<i>Morada</i>
Fecundidad (%)	0-30	20-55	75-90	50-65

## **Fertilidad**

La fertilidad es la capacidad de un animal para reproducir su especie. En los animales que se reproducen sexualmente, la fertilidad puede estar limitada por cualquier de los dos sexos. El apareamiento de un macho muy fértil con un hembra infértil da los mismos resultados que el apareamiento de dos animales infértiles. Cualquier animal que posea capacidad para producir la preñez o para quedar preñado es, técnicamente, un individuo fértil (Rice y Newcomb, 1956).

Al evaluar los parámetros productivos y reproductivo en tres razas de conejos, la raza Nueva Zelanda Blanco mostró una fertilidad  $52.57\% \pm 14.53$  que fue la más elevada comparado con la raza Chinchilla que fue la que le siguió con un  $51.98\% \pm 15.54$  de fertilidad y por último la raza California con un  $50.47\% \pm 12.97$ , que fue la que mostró un por ciento de fertilidad más bajo (Becerra 1990).

## **Diagnostico de gestación**

Transcurridos 10 a 14 días después del apareamiento, se puede efectuar un diagnóstico de gestación mediante palpación abdominal. Si la palpación se realiza antes del 8° día post-cubrición es difícil detectar los fetos porque abultan poco y, además, existe riesgo de que se produzcan reabsorciones embrionarias (González, 2004).

Si la palpación se practica después del día 15 post-cubrición existe riesgo de causar abortos y distocias (para evitar confusiones entre las heces y los fetos, sobre todo cuando la palpación se hace demasiado precozmente (7°-8° día de gestación), conviene recordar que el útero está en el fondo de la cavidad abdominal, mientras que el intestino grueso, que es el que contiene las deyecciones, se sitúa encima de él, más cerca de la columna vertebral (González, 2004).

González (2004) menciona que el diagnóstico de gestación no siempre se realiza en el manejo cotidiano de las explotaciones cunícolas. En el sistema de manejo en banda única no se practica la palpación abdominal porque las conejas de la explotación se cubren cada 42 días, lo que hace innecesario tomarse el trabajo de palpar, ya que de todos modos las conejas que hubiesen quedado vacías no tienen oportunidad de volver a ser inseminadas hasta que no llegue el momento de realizar las cubriciones de la siguiente banda, 42 días más tarde. Obviamente, bajo un sistema de manejo en banda única las conejas permanecerán por término medio más tiempo improductivas. Tampoco se suele practicar el diagnóstico de gestación en algunas granjas cinegéticas que producen conejos para repoblación, porque el estrés causado a las hembras, más reactivas y estresables que las domésticas por su carácter silvestre, suele provocar más reabsorciones y abortos.

## **Otros sistemas de diagnóstico de gestación**

Teóricamente se puede constatar la gestación en la coneja midiendo las concentraciones de hormonas (progesterona) en la sangre, pero es inviable económicamente realizarlo habitualmente en el manejo de las granjas, por lo que esta técnica sólo se emplea a nivel experimental (González, 2004).

Sería factible detectar la gestación midiendo la variación de peso de las conejas conforme se acerca la fecha del parto, pero es método muy inexacto y se ve muy influenciado por la cantidad de alimento ingerido por el animal (Portsmouth, 1975; González, 2004).

La comprobación de la turgencia de las mamas es otra posibilidad, si bien su efectividad se retrasa hasta el día 21 de gestación, cuando es demasiado tarde para que el diagnóstico de gestación tenga alguna utilidad para acortar los periodos improductivos en la explotación (González, 2004).

En la mayoría de los mamíferos la progesterona segregada durante la gestación inhibe totalmente el estro, por lo que las hembras gestantes rechazan la monta. Sin embargo las conejas gestantes pueden aceptar la cubrición durante toda la gestación, pudiendo ser un comportamiento frecuente en la segunda mitad de la gestación. Por ello, no se puede utilizar de modo fiable el comportamiento sexual de la coneja para determinar si se encuentra gestante o no. Algunos autores afirman que si a los cuatro días de la monta la coneja

rehúsa ser cubierta por un macho, puede presumirse que está gestante, si bien se trata de un método de diagnóstico poco eficaz que no suele utilizarse (González, 2004).

## **Gestación**

La gestación es el lapso que transcurre entre la fecundación y el parto. En el caso de los conejos, puede durar entre 28 y 32 días (Manual Agropecuario, 2002; Zatyen, 2002).

La gestación en la coneja doméstica tiene una duración media de 31 días, mientras que en la coneja silvestre es de 30,1 días. Normalmente la duración de la gestación suele variar, según las hembras, entre 30 y 33 días. Los gazapos nacidos entre los 28 y los 34 días de gestación suelen vivir, si bien ambos extremos son infrecuentes. Mucho más raro aún es que la gestación tenga duraciones de sólo 26 o de hasta 36 días, y en estos casos los gazapos no suelen ser viables (Rodríguez, 1979; González, 2004).

Nunca se debe olvidar que la edad de la coneja es un factor importante en la producción, y las hembras que no han alcanzado la madurez sexual, están propensas al aborto (Portsmouth, 1975).

## **Prolificidad**

El número total de gazapos que pare una coneja puede variar en casos extremos entre 1 y 20, pero el tamaño de camada más frecuente está comprendido entre 3 y 12 gazapos. La prolificidad total media en las granjas se sitúa entre 7 y 10 gazapos por camada, siendo el número de nacidos vivos de 7 a 9 (González, 2004).

Suttin (2002) citado por Zotyen menciona que la camada ideal, debe tener un tamaño promedio de camada de 7, 8 gazapos. Becerra (1990) dice que la raza Chinchilla presenta una prolificidad superior en 1.2 y 0.1 gazapos con respecto a la raza California y Nueva Zelanda Blanco respectivamente. El promedio de nacidos para las raza California, Nueva Zelanda Blanco, Chinchilla y Azteca Negro es de 6.8, 7.8, 8.3 y 6.4 respectivamente (García, 2004).

La prolificidad aumenta desde el segundo hasta el quinto parto. También está influida por el ritmo de reproducción, siendo menor en conejas sometidas a ritmo de reproducción intensivo, con reapareamiento inmediato post-parto (González, 2004).

## **Lactancia**

El primer alimento y a la vez el único que toman los gazapos durante los primeros 16 – 18 días es la leche que la coneja pone a su disposición (Scheelje, 1969).

La lactancia abarca 30 de los 40 días que dura el ciclo reproductivo de la coneja (De Blas, 1989). Bonet (1970) menciona que durante los primeros cuarenta y cinco días de su vida, los gazapos se alimentan en gran parte de la leche materna, particularmente rica en proteínas y sales minerales. Para los animales de consumo, se puede reducir el periodo de lactancia a 35 días. Los gazapos deben amamantarse varias veces al día, en especial al amanecer y al atardecer.

## **Mortalidad**

Las mortalidades de los gazapos en una explotación cunícola se determina en dos etapas bien diferenciadas: nacimiento - destete y destete - venta. Ambas pueden bajar considerablemente la producción (Palmieri, 2004).

**Primera etapa:** del nacimiento al destete (lactancia). La mortalidad en esta etapa está muy ligada a la madre. La incidencia es de un 14%, con unos valores que oscilan del 6% al 22% de media mensual. Está influenciada por el estado sanitario de la hembra (orejas, patas, nariz, mamas y ano - vulva), el

frío, el calor, la limpieza y la desinfección de los nidos, la falta de leche, la concentración amoniacal del galpón, la humedad, la patología y el manejo (Palmieri, 2004). Suttin (2002) citado por Zotyen menciona que en un criadero industrial es aceptable un 10% de mortalidad entre el nacimiento y el destete.

**Segunda etapa:** del destete a la venta (engorda). La edad y el peso al momento del destete juegan un cierto papel, así como el estado sanitario de la maternidad. Un animal que se mete a la engorda procedente de una maternidad con problemas sanitarios estará deficiente de defensas y quizá enfermo. Otra causa de mortalidad pueden ser los cambios climáticos y de alimentación. La máxima incidencia se detecta a los 8-10 días de haber entrado los gazapos a la engorda. La mortalidad en esta etapa es de un 10%, con valores que oscilan entre 5 y 15% de media mensual (Palmieri, 2004). González (2003) menciona que el porcentaje de mortalidad de gazapos durante la finalización puede ser muy variable, entre el 2 y el 20 %, siendo más frecuente entre el 5 y el 10 %. Mortalidades superiores al 10 % se pueden considerar anormalmente elevadas y debidas a un mal manejo.

### **Velocidad de crecimiento**

Normalmente, los gazapos de razas medianas pesan 50-55 g al nacer, antes de ingerir leche por primera vez. La variación de peso entre los diferentes gazapos de una camada es de un 1 a 20 %, debido a la posición de los fetos en

los cuernos uterinos, de modo que los más próximos al ovario pesan más a causa de la mayor irrigación sanguínea (González, 2004).

Los gazapos pesan unos 50 g al nacimiento, su elevado potencial de crecimiento les permite duplicar su peso en 6 días de edad (frente a los 14 días que necesita un lechón o los 47 de un ternero). El peso de los gazapos se dobla cada 10 días aproximadamente a lo largo de la lactancia (De Blas, 1989).

La ganancia media diaria durante la engorda puede variar entre 30 y 40 g/día, si bien son más frecuentes valores de 35 a 38 g/día (González, 2003).

## **Destete**

Uno de los factores más importantes a tener en cuenta en la decisión de fijar el momento del destete en todas las especies es su relación con el ritmo de producción. Esta relación es muy estrecha en conejos (De Blas, 1989). Lebas (1972) citado por De Blas estudio el efecto de la gestación sobre la producción lechera en conejas, llegando a la conclusión de que a los 20 – 25 días de gestación (5 a 10 días antes del parto) la producción de leche sufre una caída brusca. Por lo que resulta obligatorio destetar al menos 3 – 5 días antes del parto. El destete puede efectuarse entre 30 y 40 días de edad con un peso promedio de 600 g y 1000g respectivamente (Manual Agropecuario, 2002).

El destete puede tener lugar después que el peso de los gazapos en vivo rebase los 500g, es decir hacia los 26 - 30 días (Zotyen 2002).

## **Alimentación**

El consumo de alimento debe ser regulado para disminuir el contenido graso de la canal y mantener la relación carne/hueso. Los conejos prefieren un alimento en gránulos o pellets, esto disminuye las pérdidas y la irritación de las vías respiratorias. En el cuadro 2 se muestra el consumo basado en un alimento con el 90 % de materia seca (Bonacic, 2004).

### **Consumo diario de alimento**

**Crecimiento y Engorda:** Periodo comprendido entre el destete y el sacrificio, con una duración aproximada entre 70 y 90 días, se debe dar alimento a voluntad, con un consumo diario entre 100 y 130 gramos esperando un aumento de peso de 30 a 35 gramos por día (Carvajal, 2001).

**Hembras Lactantes:** Deben tener alimento a voluntad, con un consumo al día entre 230 y 550 gramos de alimento según la raza y el número de gazapos que tenga, una vez los gazapos han abierto los ojos comenzarán a consumir el alimento de la madre por lo que se debe aumentarse la ración de alimento ofrecido (Carvajal, 2001).

**Reproductores y Hembras en Período de Descanso:** Los machos y las hembras que no estén en lactancia deben consumir alrededor de 120 a 130 gramos al día (Carvajal, 2001).

Se debe suministrar el alimento siempre a la misma hora con el fin de evitar trastornos fisiológicos digestivos.

El consumo de alimento en una granja se divide en los siguientes porcentajes (Razo, 2000):

- Consumo en engorda 60 – 65 % del total.
- Consumo en reproducción 35 – 40 % del total.

**Cuadro 2.** Consumo estimado de alimento (g/día) basado en un alimento con 90% de materia seca (Bonacic, 2004).

Semanas												
Etapa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Crecimiento</b>	Lactancia			20	38	59	80	110	120	125	132	131
<b>Gestación</b>	135	155	142	136	134							
<b>Lactancia</b>	290	320	380	400	440	570						

El consumo de concentrado medio diario por cabeza para todo el periodo de engorda es de 100 a 130 g/día, si bien es infrecuente que baje de los 110 g/día (González, 2004). En el cuadro 2 se muestra Consumo de alimento de los conejos de acuerdo a la edad (De Blas, 1989).

**Cuadro 3.** Consumo de alimento de los conejos de acuerdo a la edad (De Blas, 1989).

Edad	Consumo de leche	Consumo de alimento	Incremento de peso
Días	(g/d)	(g/d)	(g/d)
0-15	3-15	---	8-10
15-21	15-30	0-20	10-20
21-35	10-20	15-50	20-30
35-40		45-80	30-37
40-45		70-100	30-40
45-50		90-125	30-40
50-55		110-140	30-40
55-60		120-155	35-45
60-65		130-160	35-40
65-70		150-175	35-40

### **Rendimiento en canal**

El índice de rendimiento en canal se determina dividiendo el peso de la canal por el peso vivo del conejo multiplicado por 100. En el rendimiento de la canal influyen diversas circunstancias como son: la raza, la edad, el grado de nutrición, el medio ambiente, con valores que van del 40 al 60 %. A los 60 días este rendimiento es del 50 al 52 % y en animales adultos hasta del 65%. En términos generales, se considera que el promedio normal es del 50 al 55% (Manual Agropecuario, 2002).

El rendimiento de la canal puede variar entre el 55 y el 62 % según el peso de sacrificio (González, 2004).

### **Reposición de pie de cría**

La eliminación debe ser continua y afectar lo mismo a conejos defectuosos y enfermos que a conejas reproductoras y machos sementales que produzca con irregularidad. No hay que fijarse nada más en la edad al realizar la eliminación de animales. Aunque cuanto más viejas es una coneja (suelen tener una vida útil de 3 años) menos numerosas son sus camadas, de igual forma, a mayor edad en el semental, menos fertilidad (Portsmouth, 1975).

Lobera (2004) menciona que la tasa de renovación depende del manejo de la granja (el ritmo de reproducción, la alimentación, de la higiene, entre otros), de las condiciones sanitarias de la granja y del criterio de eliminación de los reproductores que adopte el cunicultor (por años de vida, por número de partos, entre otros).

La gestión de la reposición significa mantener las producciones estables en la explotación durante todo el año, procurando disponer de hembras jóvenes y de calidad para sustituir aquellos animales que pierdan su ritmo reproductivo y así poder mantener un total de ocupación de animales en cría (Serra, 2004).

Para la elección de las hembras sustitutas hay que tener en cuenta el tipo de genética, el programa genético del cual provienen y la edad de los animales. Existe también un criterio de espacio, puesto que para la reposición, en una explotación con 600 nidos, una tasa de ocupación de 130 y una reposición anual del 150%, es preciso contar con 270 huecos para dicha reposición (Serra, 2004).

Las tasas de renovación están comprendidas entre el 10 y 12 % mensual. Se reparten entre el 2-4 % de reproductoras muertas y el resto desechadas (Rosell, 2002).

## **Principales características de las Razas de conejos empleadas en el modelo**

### **Nueva Zelanda Blanco**

Se utiliza para producción de carne. Las medidas ideales de este animal, tomadas desde el hocico hasta la base de la cola, son 47 cm para el macho y 49.5 cm para la hembra. El macho adulto pesa 5 kg, mientras la hembra entre 4.5 y 5.5 kg y es de color blanco puro, con el pelo muy denso, grueso al tacto, subcapa fina suave, compacta (Manual Agropecuario, 2002).

Las hembras de esta raza son muy fértiles y producen abundante leche, su temperamento es muy nervioso, pero responden favorablemente cuando se les da un trato suave (S. E. P., 1990).

Al momento del parto esta raza puede parir un promedio de 8.3 gazapos vivos (Becerra, 1990), alcanzando un peso de 925 g al momento del destete de (Ortega, 1996).

### **Chinchilla**

Apto para la producción de piel. Tiene un cuerpo corto y elegante, orejas medianas, rectas y ligeramente hacia atrás; ojos grandes, parpados oscuros, rodeados de pelos blancos. El pelo, el lomo y los costados son de color gris, mientras que el vientre es blanco con pelos cortos de color gris (Manual Agropecuario, 2002).

Las hembras poseen una papada mediana que en los machos es más pequeña; el color de la capa de esta zona es mas clara. En esta raza el animal adulto pesa entre 3 kg y 3.5 kg, de los cinco a seis de edad (Manual Agropecuario, 2002).

Becerra (1990) esta raza al momento del parto puede llega a parir un promedio de 8.4 gazapos vivos, con un peso promedio al destete de 900 g (Ortega, 1996).

## **California**

El animal adulto, para producción de carne, puede llegar a pesar 4 kg el macho y la hembra 4.5 kg. Es de color blanco, con manchas definidas y de color oscuro en la nariz, orejas, patas y cola (Manual Agropecuario, 2002).

Esta raza produce una excelente carne, pero el principal inconveniente es su temperamento nervioso, se asusta fácilmente con personas y animales extraños, con movimientos bruscos, si esto sucede, la madre puede abandonar sus crías (S. E. P. 1991).

Becerra (1990) la prolificidad promedio de esta raza es de 7.2 gazapos nacidos vivos y llegan a alcanzar un peso promedio al destete de 965 g (Ortega, 1996).

## **Raza Azteca Negro**

Se obtuvo en México en el Centro Nacional de Cunicultura, su piel es muy deseada por la industria peletera para la elaboración de prendas por su color negro uniforme, desarrolla buena masa muscular y tiene camadas numerosas de 8 a 10 gazapos por parto, son animales rústicos. Los machos están aptos a los 6 meses y las hembras a los 5 meses de edad y crían sus camadas con facilidad. El promedio de gazapos nacidos vivos para esta raza es de 6.3, con un peso al destete de 870 g (CNC, 2004).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Descripción de área de estudio**

Los datos requeridos para el desarrollo del modelo fueron obtenidos en las instalaciones del Centro Nacional de Cunicultura y Especies Menores, dichas instalaciones se localizan en la carretera Irapuato-Salamanca en el Km 4. El predio esta ubicado entre las siguientes coordenadas, al norte 20° 51", al sur 20° 30" de latitud norte; al este 101° 08" y al oeste 101° 34" de longitud oeste. A una altura de 1730 msnm. El clima predominante es de semicalido a subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 20.4° C. La precipitación promedio anual es de 716 mm (INEGI, 1993).

### **Recopilación y manejo de datos**

Los datos cuantitativos y cualitativos se recopilaron de los registros históricos de cuatro razas para carne las cuales fueron las siguientes: Nueva Zelanda Blanco (NZB), Chinchilla (CHIN), California (CAL) y Azteca Negro (AZTN) que el Centro Nacional de Cunicultura lleva de cada uno de sus reproductores, la obtención de esta información se hizo durante un período de cuatro semanas y al mismo tiempo se hizo un análisis del funcionamiento del

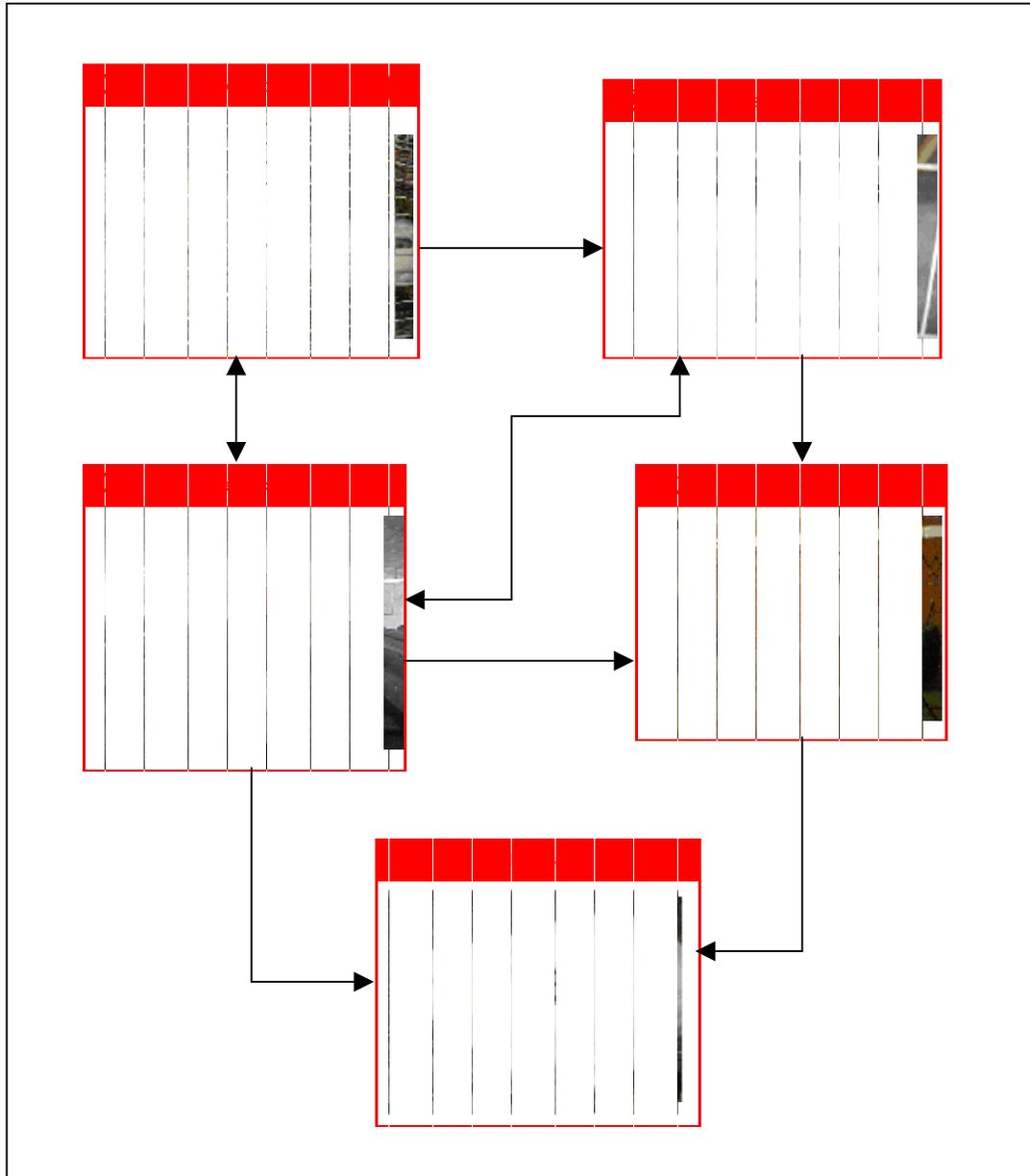
sistema de producción empleado. Para facilitar el manejo de la información, se generó una base de datos en una hoja de cálculo en Excel, en la cual se registraron los valores de los parámetros reproductivos y productivos de cada una de las razas. Los valores que se utilizaron para la elaboración de la base de datos fueron: por ciento de aceptabilidad, por ciento de fertilidad, prolificidad (número de gazapos por hembra), porcentaje de mortalidad en las diferentes etapas fisiológicas, el promedio de gazapos destetados por hembra, el peso promedio de los gazapos al destete, los aumentos de peso durante la engorda de acuerdo al tipo de alimento, peso promedio de los conejos finalizados, rendimiento en canal, el consumo de alimento que tienen los conejos por etapa, costos de producción y los ingresos obtenidos por las ventas que se realizan.

Con los datos obtenidos, se realizó un análisis multivariado en el paquete estadístico STATISTICA, para ver las relaciones existentes entre las variables y de esta manera ir construyendo el modelo.

### **Descripción del modelo**

Se construyó un modelo de comportamiento basado en ecuaciones de diferencia, en función de tiempo ( $\Delta t = 1$  semana) programado en STELLA® 7.0.2 (High Performance Systems, Inc.) para simular la dinámica de un sistema de producción cunícula y el ingreso económico anual. El modelo (Figura 9) fue nombrado MC-UAN (Modelo Cunícula Universidad Antonio Narro). El modelo se

compone de 5 submodelos; reproducción, desarrollo, producción, alimentación e ingreso (Figura 10).



**Figura 10.** Diagrama de flujo del Modelo Cunicula Universidad Antonio Narro (MC-UAN).

### ***Submodelo de reproducción***

El submodelo de reproducción representa la dinámica de pariciones que se obtienen semanalmente, de acuerdo al número de hembras que se llevan a la monta y el porcentaje de fertilidad promedio de cada raza.

La variable hembras al inicio (HI) describe el número de hembras con el que se inicia la explotación cunícola. Esta variable puede ser modificada por el usuario para analizar el comportamiento del sistema con diferentes valores de hembras al inicio.

La variable HPcR, representa la cantidad de hembras reproductoras antes de la monta en la empresa durante la simulación y su valor inicial es igual a HI, así que:

$$HPcR(t) = HPcR(t-\Delta t) + (HR - HM) * \Delta t$$

Donde HR es igual a las hembras de reemplazo (Rep) que se incorporan al grupo de hembras HPcR más las hembras que se reincorporan al grupo después del parto o hembras paridas (HPs). HM es igual a las hembras que se presentan a la monta, que depende del número de machos ( $No\_M = HM$ ), la variable  $No\_M$  depende de HPcR ( $No\_M = \text{round}(HPcR / 7)$ ). Para poder obtener esta ecuación se consideró que por cada siete hembras corresponde

un macho. Round es una función que maneja STELLA para redondear los resultados obtenidos de una operación matemática a números enteros.

Las hembras que aceptan la monta se palpan a los 14 días después (HPa) para comprobar la gestación y así poder separar las hembras gestantes (HG) de las que no quedaron preñadas (HnP). La cantidad de hembras preñadas depende de las hembras que llegan a la palpación y la proporción de preñez (PPre) más las hembras preñadas en el segundo servicio.

$$HG = \text{round} (HPa * PPre) + HP2S$$

La variable HP2S es igual a las hembras que la primera vez que se montaron resultaron no estar preñadas el momento de realizar la palpación y se le brinda otra oportunidad para que pueda quedar preñada, las hembras que fallan dos veces consecutivas se desechan. EL PPre depende de la raza que se considere, este modelo maneja cuatro razas (Nueva Zelanda Blanco = 1, Chinchilla = 2, California = 3 y Azteca Negro = 4). Para que el modelo asignara los valores a la variable PPre se requirió de la siguiente regla de decisión que incluye una variable aleatoria con distribución normal.

$$\begin{aligned} PPre = & \text{if raza}=1 \text{ then normal } (0.81,0.071) \text{ else if raza}=2 \text{ then normal} \\ & (0.74,0.087) \text{ else if raza}=3 \text{ then normal } (0.80,0.065) \text{ else if raza}= 4 \\ & \text{then normal } (0.75,0.097) \text{ else } 0 \end{aligned}$$

Lo que quiere decir:

Si raza= 1, entonces PPre es igual a normal (0.81,0.071); si raza= 2, entonces PPre es igual a normal (0.74,0.087): Si raza= 1, entonces PPre es igual a normal (0.80,0.065); si raza= 2, entonces PPre es igual a normal (0.75,0.097) y si no PPre es igual a 0.

El programa STELLA utiliza la función normal para que la variable sea aleatoria y de esta forma pueda adquirir valores alrededor de la media dependiendo de su desviación estándar. Las medias y sus desviaciones estándar provienen de los datos obtenidos en el centro cunícula.

Las hembras que resultan gestantes (HG) al momento de palpación, permanecen en gestación otros diecisiete días (H\_Gn) (gestación = 31 en promedio), después de este tiempo ocurre el parto. Después de once días posparto, las conejas (HPs) volverán a iniciar un nuevo ciclo reproductivo.

$$H\_Gn(t) = TG(t-\Delta t) + HG - HPs$$

La cantidad promedio de gazapos nacidos vivos (NaV), depende del número de partos (HPs), la prolificidad promedio (X\_NaV) y el porcentaje de mortalidad al parto (MoPa), esta variable en el modelo se representa de la siguiente manera:

$$\text{NaV} = \text{round} ((\text{HPs} * \text{X\_NaV}) * (1 - \text{MoPa}))$$

La prolificidad promedio y la mortalidad al parto dependen de la raza. Para que el modelo pudiera asignarle valores a estas dos variables, se requirió de las siguientes reglas de decisión.

$$\text{X\_NaV} = \text{if raza}=1 \text{ then normal (7.107, 0.520) else if raza}=2 \text{ then normal (7.770, 0.658) else if raza}=3 \text{ then normal (7.339, 0.384) else if raza}= 4 \text{ then normal (1.058, 0.703) else 0$$

$$\text{MoPa} = \text{if raza}=1 \text{ then normal (0.034, 0.013) else if raza}=2 \text{ then normal (0.068, 0.031) else if raza}=3 \text{ then normal (0.076, 0.029) else if raza}= 4 \text{ then normal (0.085, 0.041) else 0$$

### ***Submodelo de desarrollo***

El submodelo de desarrollo representa el tiempo que tardan los conejos desde su nacimiento hasta el momento del destete.

Los conejos nacidos vivos (NaV) duran 35 días en la lactancia este tiempo corresponde al desarrollo de los gazapos, el modelo representa la variable lactancia (Lac) de la siguiente forma:

$$\text{Lac} (t) = \text{Lac} (t - \Delta t) + (\text{NaV} - \text{MoL} - \text{Dest}) * \Delta t$$

La variable MoL es igual a las pérdidas por mortalidad en la lactancia, el índice de mortalidad en este período depende de la raza que se tiene en explotación, se representa por la siguiente regla de decisión.

MoL = if raza=1 then normal (0.11, 0.051) else if raza=2 then normal (0.17, 0.084) else if raza=3 then normal (0.13, 0.052) else if raza= 4 then normal (0.19, 0.096) else 0

La variable Dest corresponde al número de gazapos destetados por semana.

### ***Submodelo de producción***

El submodelo de producción representa la dinámica de producción, de carne de conejo en la empresa.

Comprende el período de engorda hasta el sacrificio. La variable Eng representa el número de conejos que se encuentran en engorda, este periodo tiene una duración de cinco semanas y se representa de la siguiente manera:

$$\text{Eng}(t) = \text{Eng}(t-\Delta t) + (I_E - \text{Fins} - \text{MoE}) * \Delta t$$

La variable I\_E son los conejos que entran a la engorda, el valor de esta variable depende de los conejos destetados en cada tiempo (semana). Fins

representa el número de conejos que han finalizado el período de engorda y MoE es igual a la mortalidad que ocurre en el período de engorda, esta última variable depende del tipo de alimento (Alim) que se le proporcione a los conejos en este período. Este modelo considera tres alimentos comerciales (Malta clayton = 1, Albapesa = 2 y Hacienda = 3). Esta información proviene de pruebas de alimentación realizadas en el Centro de Cunicultura.

MoE = if Alim = 1 then 0.29 else if Alim = 2 then 13 else if Alim =3 then 0.12 else  
0

Transcurridas las 5 semanas de la engorda, los conejos son sacrificados, los kilogramos de carne en canal (Kg\_Ca) obtenidos de los conejos que se sacrifican se represente de la siguiente manera:  $Kg\_Ca = P\_Ca * No\_Ca$ . Donde la variable P\_Ca es igual al peso de la canal y No\_Ca representa el número de canales obtenidos por semana.

La variable P\_Ca depende del peso vivo de los conejos (P\_V) y el rendimiento en canal (R\_Ca). El rendimiento en canal (R\_Ca) depende del alimento (Alim) que se emplee en la alimentación de los conejos de engorda, por lo que se requirió de la siguiente regla de decisión para que el modelo asignara valores a esta variable.

R\_Ca = if Alim=1 then 0.58 else if Alim=2 then 0.58 else if Alim=3 then 0.61 else  
0

La variable P\_V depende del peso al destete (P\_D) y el amento de peso (A\_P) que tienen los conejos durante el período de engorda. La variable P\_D depende de la raza, y la variable A\_P es dependiente del tipo de alimento. Para que al modelo pudiera asignarle valores a estas variables se utilizaron las siguientes reglas de decisión.

P\_D = if raza=1 then normal(0.933,0.013) else if raza=2 then normal(0.917,0.026) else if raza=3 then normal(0.907,0.032) else 0

A\_P = if Alim=1 then 1.323 else if Alim=2 then 1.3 else if Alim=3 then 1.168 else 0

### ***Submodelo de alimentación***

El submodelo de alimentación representa la cantidad de alimento requerido semanalmente para los conejos de acuerdo a la etapa fisiológica.

Este submodelo representa la cantidad de alimento en gramos requerido por semana para alimentar a los animales en reproducción (ARR) y para los animales que permanecen en la engorda (ARE).

La cantidad de alimento (Kg) requerido por semana para los animales en reproducción esta representado de la siguiente manera:

$$ARR = CdM + CH2S + CHPcR + CHG + C\_M + CopP + CHR$$

Donde CdM es el consumo de alimento que tienen las conejas que ya han sido montadas, la variable CH2S es igual al el consumo de las hembras que el primer servicio no quedaron preñadas y se les da otra oportunidad para que puedan quedar gestante, CHPcR representa el consumo de alimento que tienen las hembras pie de cría que van a entrar al ciclo de reproducción, el consumo de alimento de las conejas gestantes se representa con la variable CHG, CHR que es igual al consumo de alimento por parte de las hembras de reposición y la variable C\_M representa el consumo de alimento que tienen los machos, el consumo de alimento que tienen los animales pie de cría, es igual a la cantidad de animales en cada una de las etapas de reproducción por el consumo semanal por etapa, que es igual a 1.050 kg. La variable CopP representa la cantidad de alimento que se le adiciona a las paridas por cada gazapo. La cantidad de alimento que se le adiciona a cada hembra es 0.050 Kg por cada gazapo que tenga.

La variable que representa el alimento requerido por los animales que se encuentran en la engorda se representa como se muestra continuación:

$$ARE = Eng * CasE$$

Donde Eng representa la cantidad de conejos en la engorda, la variable CasE es igual al consumo de alimento por semana de los conejos en engorda.

El consumo de alimento por semana (CasE) es igual al consumo diario (CadE) por 7, que son los días de la semana (CasE = CadE \* 7). La variable CadE depende del tipo de alimento empleado en la engorda, para que el modelo asignara valores a esta variable requirió de la siguiente regla de decisión.

CadE = if Alim=1 then normal(0.129,0.019) else if Alim=2 then normal(0.117,0.016) else if Alim=3 then normal(0.113,0.018) else 0

### ***Submodelo de ingreso***

Submodelo de ingreso representa la cantidad de dinero que ingresa anualmente por la venta de carne de conejo.

La variable In\_\$ representa el ingreso económico percibido anualmente por la venta de la carne de conejo en canal y se representa de la siguiente manera:

$$\$_{In}(t) = \$_{In}(t - \Delta t) + (\$VCa - \$V_A) * \Delta t$$

Donde  $\$_{In}$  es igual al ingreso obtenido anualmente por las ventas que se realizadas en este tiempo, La variable  $\$VCa$  corresponde al ingreso obtenido semanalmente por la venta de carne de conejo en canal, esta variable depende de la cantidad de carne en canal que se produjo en la semana y el precio por kilogramo ( $In\$_{S} = PkgCa * Kg\_Ca$ ). La variable  $\$V_A$  tiene la función de dejar

en ceros a la variable  $\$_{In}$  cada 52 semanas (año) para poder verificar cuanto ingresa cada año.

### **Evaluación del modelo**

Para evaluar el modelo se hizo un análisis de sensibilidad. Se realizaron cien corridas comparativas simulando el funcionamiento de un sistema de producción cunícula por cuatro años después de iniciar una empresa de este tipo.

Para verificar que los resultados del modelo representan la realidad, se compararon con los que se obtienen en el Centro Nacional de Cunicultura (CNC). Se hicieron diferentes corridas en las cuales se cambiaron los valores de algunas variables. Las variables que se manipularon fueron: La raza (raza), el número de hembras al inicio (HI), los porcentajes de reposición (REp%) y el tipo de alimento empleado en la engorda (Alim).

La raza que resultó ser la mejor económicamente se empleó para buscar el numero de hembras, el porcentaje mas adecuado de reposición y el tipo de alimento en la engorda. Ante la falta de información sobre los gastos reales que involucra este tipo de explotación se procedió a elegir los valores intermedios para las demás variables.

Los valores que se les dio a las variables se muestran a continuación:

Raza = 1 (NZB), 2 (CHI), 3 (CAL) y 4 (AZTN).

HI = 30, 80 y 130.

REp% = 100%, 200% y 300%.

Alim = 1 (M.C.), 2(Alb.) y 3 (Hac.).

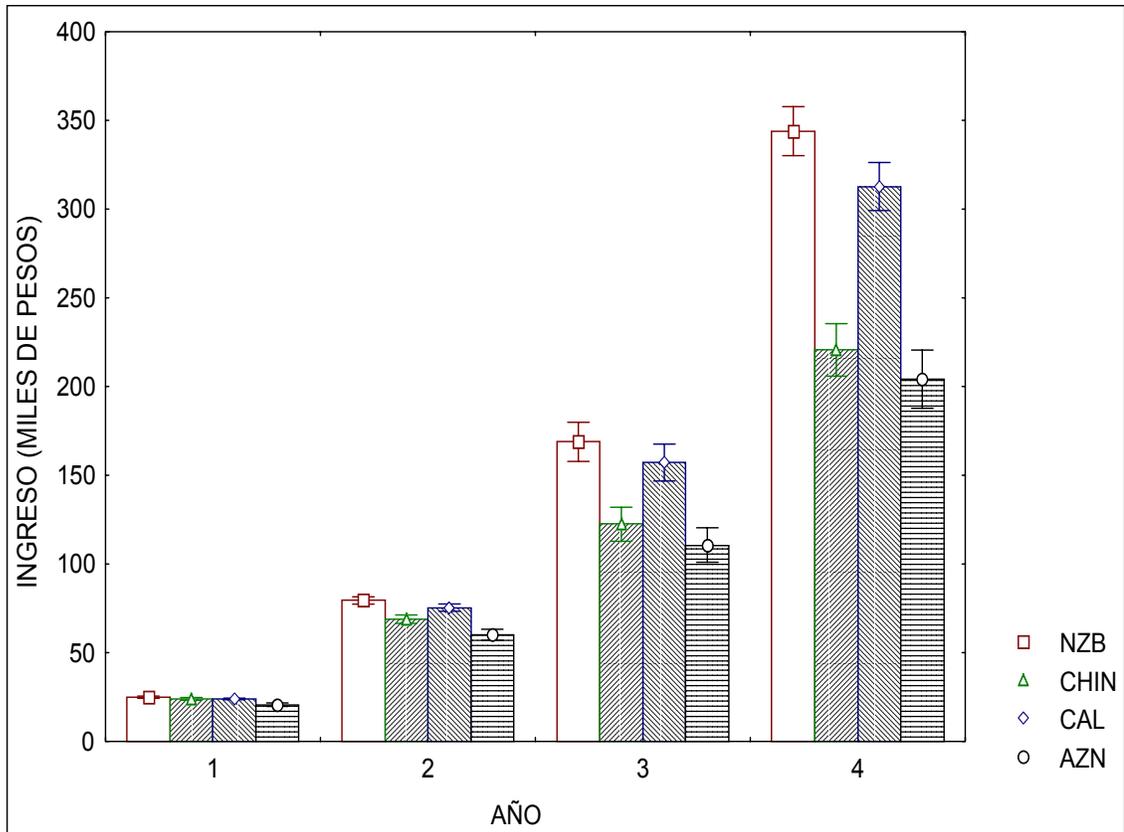
Con los resultados obtenidos en cada corrida se generó una base de datos en una hoja de cálculo de EXCEL con la información de In\_\$ y la cantidad de hembras al final de cada año (HI). Para poder decir que raza resultó ser mejor económicamente, el número ideal de hembras al inicio, el porcentaje de reposición de pie de cría y el tipo de alimento que debe emplearse en la alimentación de los conejos en engorda, se pasaron los datos de la hoja de EXCEL a el programa STATITICA, donde se graficaron los resultados promedios y desviaciones estándares obtenidos para el In\_\$ y la cantidad de hembras de acuerdo a la raza empleada.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Ingreso anual por raza

En la Figura 11 se muestran los ingresos económicos promedios para los primero cuatro años de la empresa para las razas que se manejaron. La tendencia general de incrementar el ingreso con el tiempo se debe al crecimiento de la granja en número de animales pie de cría, este crecimiento deberá regularse de acuerdo a la capacidad tanto económica como de espacio con la que cuenta cada productor.

Se puede observar que la raza Nueva Zelanda Blanco resulta ser la mejor en el aspecto económico, debido a que sus ingresos son los más elevados en comparación con las otras razas, seguida de la raza California. Otro aspecto relevante es que los ingresos obtenidos por estas dos razas no presentan mucha variabilidad, a diferencia de los ingresos obtenidos por las razas Chinchilla y Azteca Negro que además de ser los mas bajos, son muy variables, esto se debe a que las variables %\_Pre, MoPa, X\_Na y MoL tienen una gran influencia sobre la producción y presentan una desviación estándar muy elevada para estas razas.

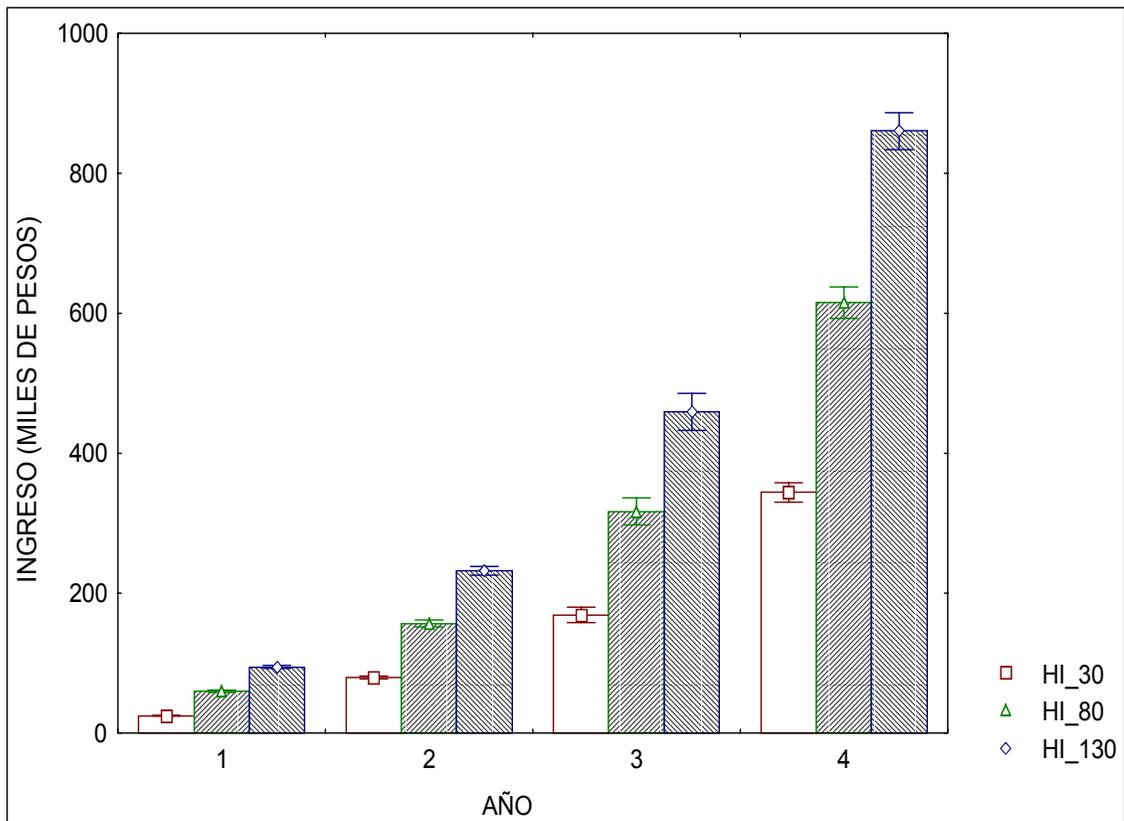


**Figura 11.** Ingreso económico anual correspondiente a cada raza.

### Ingreso anual con diferente número de hembras al inicio

En la Figura 12 se muestra el ingreso anual obtenido con la raza Nueva Zelanda Blanco (se escogió esta raza, por que fue la que mejor se comportó económicamente) con diferente número de hembras al inicio, se observa que el aumento en el ingreso a través de los cuatro años se comporta de la misma manera independientemente del número de hembras con el que se inicie en la explotación, siendo esta relación lineal positiva; pero el productor debe considerar que si comienza con un bajo número de hembras, las ganancias también serán bajas o viceversa con un alto número de hembras se obtiene

una ganancia mas elevada, pero esto implica un gasto mayor, por lo que se debe buscar que una explotación de este tipo inicie con un número moderado de hembras o de acuerdo a la capacidad del productor y las necesidades de los consumidores. En este caso se considero que la cantidad más conveniente para iniciar una explotación es de un total 80 hembras.

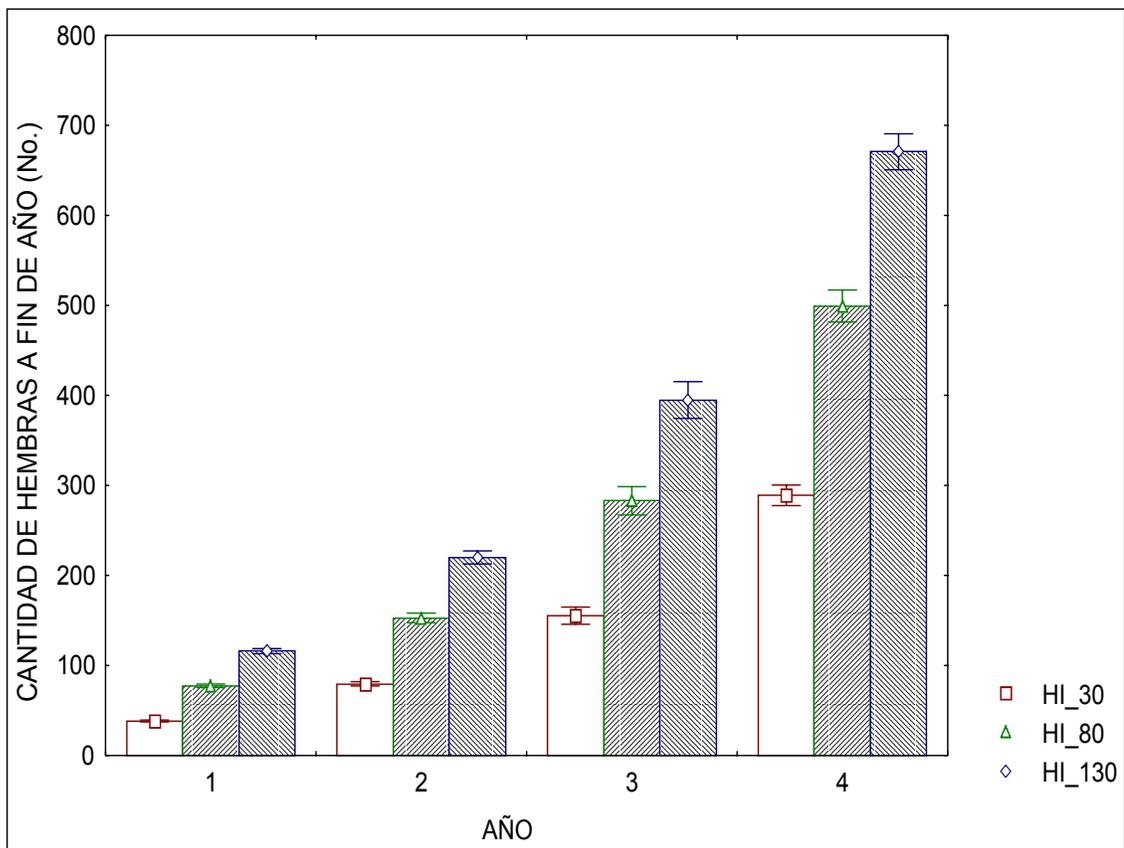


**Figura 12.** Ingreso económico anual con diferente cantidad de hembras al inicio de la explotación (HI).

La cantidad de hembras para iniciar una explotación cunícula depende de la capacidad económica de cada persona que quiera iniciarse como cunicultor, del espacio con que se cuente para establecer la explotación, entre

otras limitantes. En la literatura no se reporta una cantidad fija de hembras para iniciar una explotación cunícula.

La Figura 13 muestra la cantidad de hembras que se encuentra en la explotación al final de cada año, con las cuales se obtienen los ingresos que se muestran en la Figura 12.



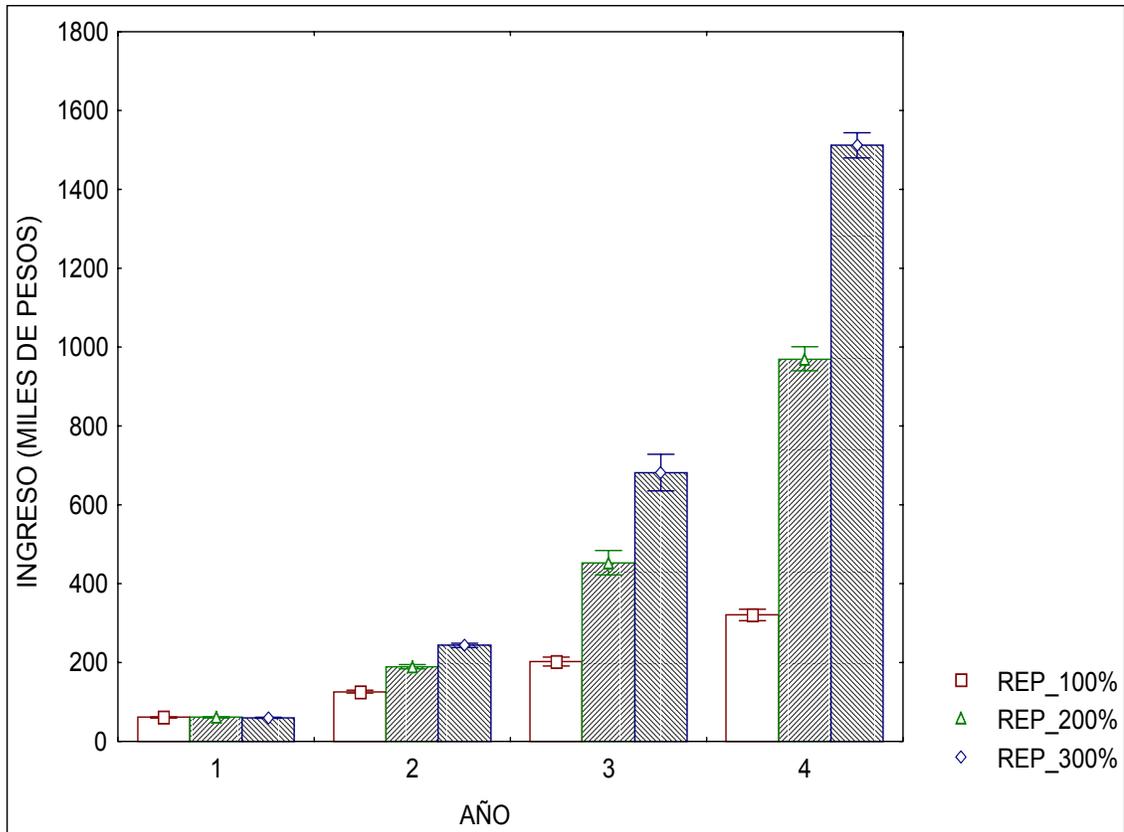
**Figura 13.** Cantidad de hembras al final de cada año (con diferente cantidad de HI).

Se puede ver que el ingreso obtenido al tercer año cuando una explotación cunícula se inicia con ochenta hembras es casi similar al obtenido

en el cuarto año por una explotación que inicio con treinta hembras. De acuerdo a los resultados anteriores se puede ver que resulta más conveniente iniciar con ochenta hembras que con treinta, pero esto no quiere decir que si una explotación de este tipo se inicia con treinta hembras no será redituable, ya que la cantidad de hembras al inicio depende de muchos factores como por ejemplo que tanto se desea que crezca la explotación (cantidad de pie de cría), capacidad económica, espacio disponible, disponibilidad de alimento, gastos, disponibilidad de mano de obra, etc. Esto mismo aplica cuando se hace la comparación de 80 y 130 HI.

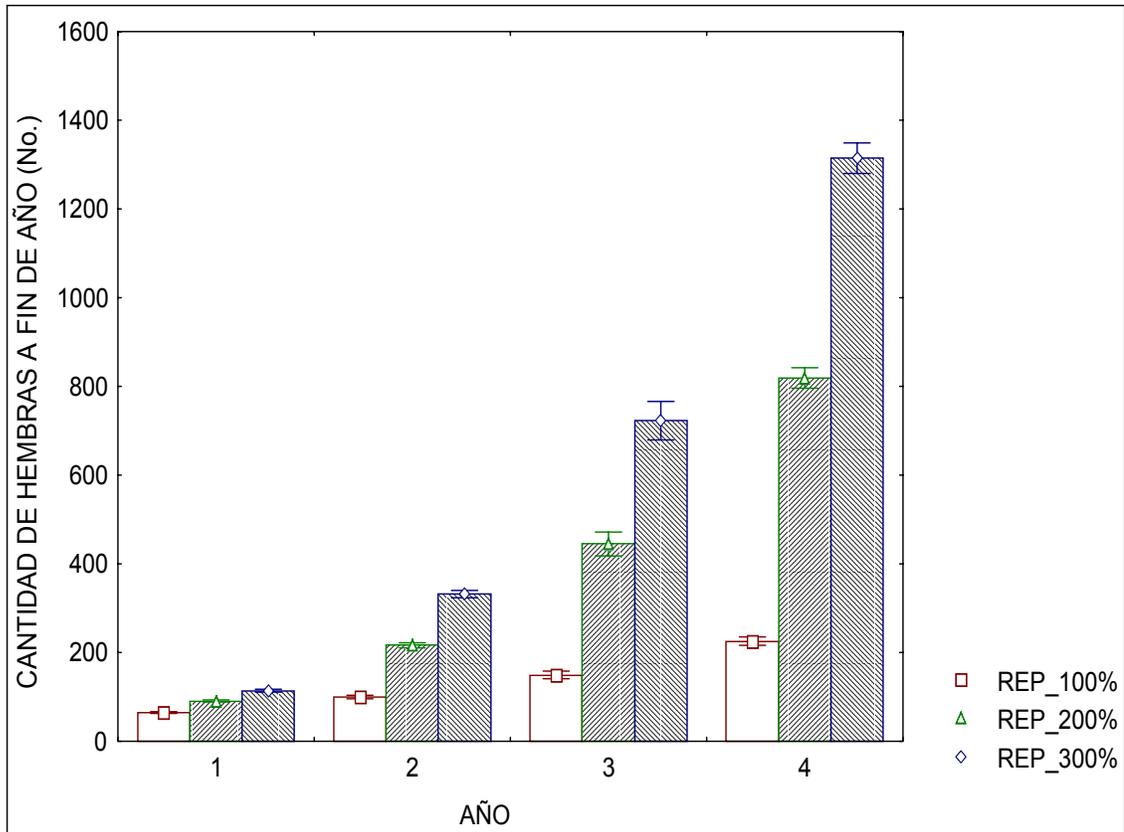
### **Ingreso con diferente porcentaje de reposición**

En la Figura 14 se muestran los ingresos obtenidos cuando se utiliza diferente porcentaje de reposición, se puede observar que en el primer año los ingresos son similares independientemente del porcentaje de reposición, a partir del segundo año se puede ver que ya hay diferencia en el ingreso. Cuando se emplea un 100% de reposición el ingreso es mas bajo y no presenta cambios tan elevados como los que se presentan cuando se emplea un 300% de reposición, pero en realidad resulta mas conveniente un nivel de reposición del 200%, ya que cuando se emplea un 300% el crecimiento de la población es muy rápido y por lo tanto también los gastos tiende a incrementarse muy rápidamente, en cambio con un 100% se tiene que los gastos son bajos, pero también los ingresos obtenidos tienden a ser los mas bajos y el desarrollo económico es mas lento.



**Figura 14.** Ingreso económico anual con diferente porcentaje de reposición.

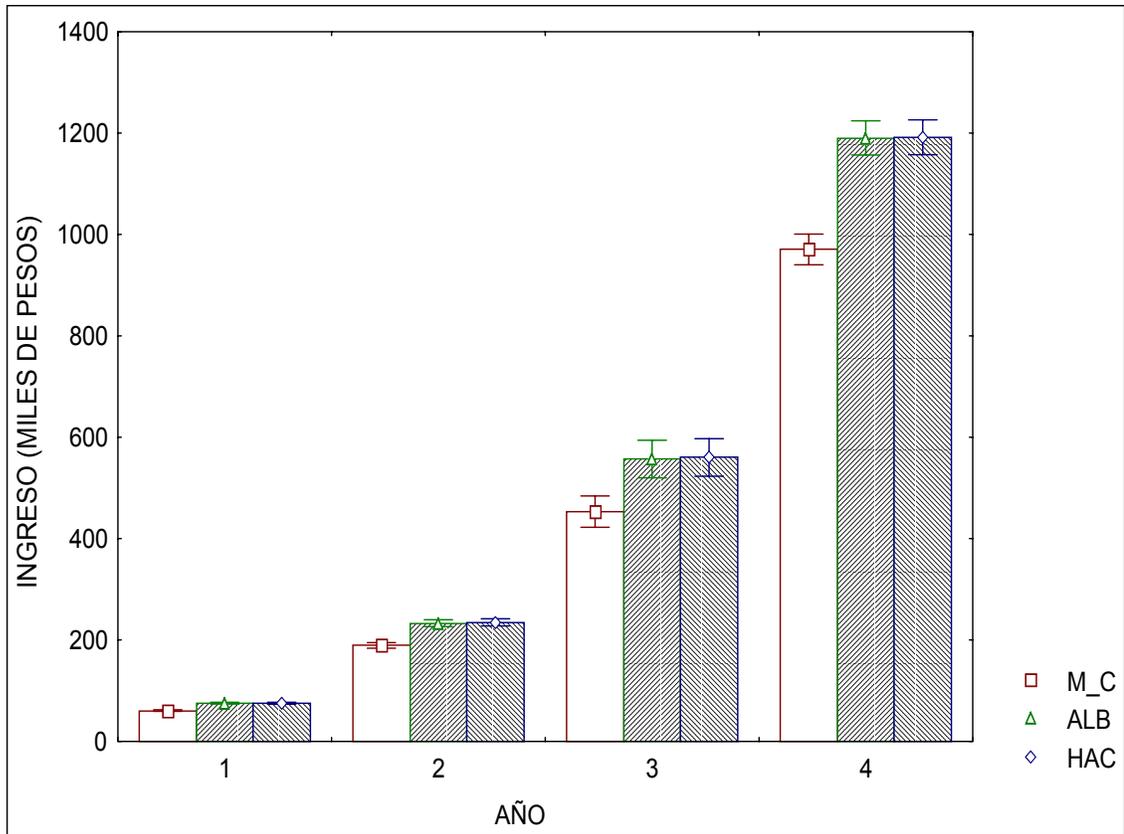
En la Figura 15 se muestra la cantidad de hembras al final de cada año, se puede observar que cuando se emplea un 200% de reposición la población se desarrolla mejor que cuando se emplea un 100%. La diferencia de ingreso que hay entre el ingreso que se obtiene de manejar 300% y 200% es menor que la diferencia entre los ingresos de 100% y 200%. Por lo anterior resulta que es más conveniente manejar una reposición de 200% anualmente. Lobera (2004) menciona que la tasa de reposición depende del manejo de la granja. Las tasas de renovación están comprendidas entre el 10 y 12 % mensual (Rosell, 2002).



**Figura 15.** Hembras al final de cada año con diferente % Reposición.

### Ingreso con diferente tipo de alimento

La Figura 16 muestra los ingresos obtenidos al emplear diferente marca de alimento durante la engorda, se puede ver que cuando se emplean los alimentos de las marcas Albanesa y Hacienda, los ingresos son casi iguales, aunque ligeramente es más bajo el ingreso obtenido cuando se emplea el alimento Albapesa. El ingreso que se obtiene cuando se utiliza el alimento Malta Clayton es el más bajo, por lo que resulta más conveniente utilizar los alimentos Hacienda y Albanesa, con este último alimento se obtiene un ingreso ligeramente más bajo.



**Figura 16.** Ingreso económico anual con diferente marca de alimento.

Para que el productor se decida que tipo de alimento debe utilizar deberá tomar en cuenta el precio por kilogramo, el consumo y la conversión alimenticia dependiendo del tipo de alimento que se desee emplear, y así decidir cual le conviene más.

Este trabajo no considero los gastos que implica tener una explotación de este tipo, por lo en los resultados no se muestra la utilidad, sino solo los ingresos obtenidos anualmente.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Para establecer una explotación cunícola resulto más conveniente la raza Nueva Zelanda Blanco, debido a que el ingreso económico anual obtenido con esta raza, resulta ser más elevado que los ingresos obtenidos por las razas California, Chinchilla y Azteca Negro.

La cantidad de hembras necesarias para iniciar una explotación cunícola esta en función a la capacidad económica del productor, del espacio disponible y de la disponibilidad de alimento. En futuros trabajos es conveniente estimar la redituabilidad de la empresa más que solo el ingreso.

El porcentaje de reposición más adecuado en un sistema de producción cunícola esta en función del ritmo de producción, el manejo y capacidad de crecimiento de la explotación.

Los alimentos Albapesa y Hacienda empleados en la alimentación de los conejos en engorda aportan ingresos más elevados, la elección de cualquiera de estas dos marcas de alimento deberá estar en función del consumo de alimento y el gasto que esto implique.

Los modelos de simulación son herramientas importantes y útiles para entender el comportamiento de sistemas y estar en condiciones de tomar decisiones acertadas en el manejo de cualquier sistema de producción pecuario. Su importancia radica en que proporcionan información acerca de los cambios en tiempo de los procesos dentro del sistema, en este caso, un sistema de explotación cunícula, de tal manera que se pueden realizar proyecciones con diferentes condiciones de manejo, tiempo, y otros factores relacionados con la producción sin que se realice la inversión.

## RESUMEN

Se construyó un modelo de simulación de un sistema de producción cunícula llamado MC-UAN (Modelo Cunícula Universidad Antonio Narro) para que pueda emplearse como una herramienta que ayude en la toma de decisiones en este tipo de explotaciones.

El modelo tiene la función de simular el desarrollo de un sistema de producción cunícula bajo distintas condiciones (raza, Hembras al inicio (HI), porcentaje de reposición (Rep%) y tipo de alimento (Alim) empleado en la engorda) y como resultado proporciona el ingreso anual que puede obtenerse. Al experimentar con el modelo manejando cuatro razas para carne (Nueva Zelanda Blanco, Chinchilla, California, Azteca Negro), se encontró que la raza Nueva Zelanda Blanco (NZB) resulta ser la más conveniente para establecer una explotación cunícula ya que los ingresos anuales que se obtienen anualmente con esta raza son más elevados que los que se obtienen con las otras tres razas. Al experimentar con HI, se obtuvo que la cantidad más conveniente en este caso fue 80 hembras al inicio, pero en realidad esto no indica que se la mejor ya que se deben considerar muchos aspectos para poder establecer la cantidad de HI más adecuado. En la experimentación con deferente Rep% (100, 200 y 300%), se encontró que un porcentaje de

reposición de 200% resulta más apropiado, Lobera (2004) menciona que la tasa de reposición depende del manejo de la granja. Y por último al experimentar con tres tipos de alimento (Malta Clayton, Albanesa y Hacienda), el alimento Hacienda mostró un ingreso anual ligeramente más elevado que el ingreso obtenido con el alimento Albapesa. El alimento Malta Clayton mostró los ingresos más bajos, por lo que no resulta conveniente emplear este alimento en la alimentación de los conejos de engorda.

## LITERATURA CITADA

- Aracil J. 1995. Dinámica de Sistemas. 1ª Edición. Editorial Graficas Marte S. A. Madrid, España.
- Barceló J. 1996. Simulación de Sistemas Discretos. 1ª Edición. Editorial Closas Orcdyen S. L. España.
- Becerra, C. J. L. 1990. Evaluación de Parámetros Productivos y Reproductivos en Conejos de las Razas Chinchilla, Nueva Zelanda Blanco y California. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Torreón, Coahuila. México.
- Bonacic. 2004. Conejos para carne: Algunas consideraciones, <http://www.engormix.com/nuevo/prueba/areadecunicultura1.asp?valor=178>, consultado el 25/09/04.
- Bonet F. M. 1970. Hay Dinero en el Conejo. 1ª Edición. Editorial Sintet, S. A. Barcelona, España.
- Carvajal S. T. 2001. Cunicultura a Pequeña Escala – Pautas para la Producción. Material Didáctico. Corporación Universitaria de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Colombia.
- Centro Nacional de Cunicultura. 2004.
- De Blas B. C. 1989. Alimentación del conejo. 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- De Blas C. y N. Nicodemus. 2001. Interacción Nutrición-Reproducción en Conejas Reproductoras. XVII Curso de Especialización FEDNA. Madrid, España.
- Dent, J. 1974. El análisis de sistemas de administración agrícola, 1ª. edición, Editorial Diana, México.
- Drew D. R. 1995. Dinámica de Sistemas Aplicada. 1ª Edición. Editorial Graficas Marte S. A. Madrid, España.

- Echeverri M. J. 2004. Explotación y manejo. Conejo Doméstico. Politécnico Colombiano. Colombia.
- Faivre M. I. 1976. Como Criar Conejos para Diversión y Beneficio. 1ª Edición. Editorial Diana. México.
- García A. F. 2004. Caracterización de Diferentes líneas Genéticas para Parámetros Productivos y Reproductivos de Centro Nacional de Cunicultura. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.
- González R. P. 2004. Diagnóstico de Gestación: Palpación. Producciones de Aves y Conejos. Módulo de Cunicultura. Guión Práctica 2 del Taller de Cunicultura. Universidad de Sevilla, España.
- González R. P. 2004. Parto y Manejo Perinatal. Producciones de Aves y Conejos. Módulo de Cunicultura. Guión Práctica 4 del Taller de Cunicultura. Universidad de Sevilla, España.
- González R. P. 2004. Lactancia y Destete de los Gazapos. Producciones de Aves y Conejos. Módulo de Cunicultura. Guión Práctica 5 del Taller de Cunicultura. Universidad de Sevilla, España.
- González R. P. 2004. Cebo y Sacrificio de los Conejos. Producciones de Aves y Conejos. Módulo de Cunicultura. Guión Práctica 6 del Taller de Cunicultura. Universidad de Sevilla, España.
- Grant W., E, Pedersen y S. Marín. 1997. Ecology And Natural Resource Management. Systems Anaysis and Simulation. 1ª edición. Editorial John Wiley & Sons, Inc. Texas A&M University, USA.
- Hall, CA.S. y J.W. Day. 1994. Ecosystem modelling in theory and practice: An Introduction with case Histories. Theory and Practice, 1ª. Edición, Editorial Prentice Hall, USA.
- I. N. E. G. I. 1993. Irapuato, Estado de Guanajuato, México.
- Jeffers, J. 1978. An introduction to systems analysis: with ecological applications. Editorial Eduardo Arnold publishers. USA.
- Lobera L. J. 2004. Ventajas del cruzamiento doble en conejos. Jornada Técnica sobre: Cunicultura y Selección. España.
- Manual Agropecuario. 2002. Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente. 1ª Edición. Editorial Quebecor World Bogotá, S.A. Colombia.

- Nouel G., M. Espejo, R. Sánchez, P Hevia<sup>3</sup>, H Alvarado, A. Brea, Y Romero y G Mejías. 2003. Consumo y Digestibilidad de Bloques Nutricionales Para Conejos, Compuestos por Tres Forrajeras del Semiárido Comparadas con Soya Perenne. *Bioagro* 15(1): 23-30.
- Odum H. T. 1994. *Ecological and Genereal Systems: Introduction to Systems Ecology*. University Press of Colorado, EUA.
- Ortega, P. R. 1996. Estimación del Índice de Heredabilidad y Repetibilidad del Peso Promedio de Camadas al Destete en una Población de Conejos de las Razas Nueva Zelanda Blanco, Chinchilla y California. Tesis. Licenciatura. U. N. A. M. Cuatitlan Izcalli, México.
- Oteíza F. J. y J. R. Carmona. 2001. *Diccionario de Zootecnia*. 4<sup>a</sup> Edición. Editorial Trillas. México
- Palmieri, D. 2004. Producción de conejos, <http://www.engormix.com/nuevo/prueba/areadecunicultura1.asp?valor=34>, consultado el 25/09/04.
- Portsmouth J. I. 1975. *Producción comercial de conejo para carne*. 2<sup>a</sup> Edición española. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- RAE. Real Academia Española. 1984. *Diccionario de la lengua española*. Editorial Espasa-Calpe S.A., Madrid, España
- Odum, T. 1994. *Ecological and general systems*, 3<sup>a</sup>. Edición, impreso en University press of Colorado. USA. Pp 485.
- Razo P. A. 2000. *Comportamiento Alimenticio del Conejo*. Monografía. Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Rice A. V. y F. Newcomb. 1956. *Cría y Mejoramiento del Ganado*. 2<sup>a</sup> Edición. Editorial Hispano Americana. México.
- Rodríguez B. 1979. *Crié conejos y gane dinero*. 3<sup>a</sup> Edición. Editores Mexicanos Unidos S. A. México.
- Rosell J. 2002. *Profilaxis en explotaciones cunícolas intensivas*. II Jornada Internacional de Cunicultura. Madrid, España.
- Ruiz K. C. 1976. *Cría de Conejos para Engorda*. 4<sup>a</sup> Edición. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina.
- S. E. P. 1990, *Conejos, Manual para educación agropecuaria*, 2<sup>a</sup>. Edición, Editorial Trillas, México.

- S. E. P.1991. Manuales para Educación Agropecuaria Conejos, Editorial Trillas. México.
- Scheelje R., H. Niehaus, K. Werner y A. Krüger. 1969. Conejos Para Carne Sistemas de Producción Intensiva. 1ª Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Serra J. 2004. Criterios de Reposición de Hembras Reproductoras. V Jornadas Profesionales de Cunicultura. España.
- Tarifa E. E. 2001. Teoría de Modelos y Simulación. Introducción a la Simulación. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy.
- Zotyen Q. C. 2002. Compendio. La Cunicultura: Crianza de Conejos. El Salvador