



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
INGENIERÍA DE SISTEMAS – INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

PROPUESTA PARA EL MANEJO SISTÉMICO EN UNA GRANJA DE OVINOS

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRA EN INGENIERÍA

PRESENTA:

MAT. MARÍA DE LOURDES TAVERA SIERRA

TUTOR

DRA. PATRICIA ESPERANZA BALDERAS CAÑAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA

MÉXICO, D. F. MARZO DE 2016

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: Dr. Javier Suárez Rocha  
Secretario: Dra. Idalia Flores de la Mota  
1<sup>er</sup> Vocal: Dra. Patricia Balderas Cañas  
2<sup>do</sup> Vocal: Dra. Aida Huerta Barrientos  
3<sup>er</sup> Vocal: Dr. Arturo Lara López

Lugar donde se realizó la tesis: Universidad Nacional Autónoma de México,  
Facultad de Ingeniería.

**TUTOR DE TESIS:**

---

DRA. PATRICIA ESPERANZA BALDERAS CAÑAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM

# Propuesta para el manejo sistémico en una granja de ovinos



A mis hijos:

Claudia Ilayali, Carlos Eugenio,

Fernando y Daniel

porque son la fuente de mi energía

y la mayor de mis alegrías.

Son ejemplo permanente en mi vida

e incentivo constante para superarme.

Su compañía, apoyo y amor incondicional

dan luz y calor a mi vida.

# Agradecimientos

---

A la Dra. Patricia Balderas Cañas, por su firme y clara conducción a lo largo de este trabajo de tesis y las muchas horas dedicadas a brindarme sugerencias y apoyarme en la clarificación de las ideas; por su acompañamiento en las visitas al Rancho San Carlos y por su esfuerzo extra al brindarnos las sesiones del Seminario Pensamiento Sistémico y Análisis de Sistemas, en donde pudimos entrar en contacto con aplicaciones e ideas diversas que fortalecieron nuestra formación.

Al Dr. Arturo Lara López, por su gentileza y apoyo para ampliar mis perspectivas, ya que antes de conocerlo, la única “optimización ovina” que me era familiar era la de minimizar el número de ovejas en una noche de insomnio. Ahora he aprendido a verlo como un problema de maximización sumamente interesante.

A la Dra. Idalia Flores de la Mota, porque su puerta siempre estuvo abierta para escucharme y darme apoyo en los momentos más álgidos durante mi estancia como alumna del posgrado y porque gracias al enriquecimiento de sus cursos con buenos conferencistas, entré en contacto con la coloración en redes, la cual se volvió una herramienta fundamental en mi tesis.

Al Dr. Javier Suárez Rocha, por su motivación constante para llevarme a dar lo mejor en sus cursos, por su contagioso entusiasmo y su ágil guía que me ayudaron a profundizar en el enfoque de Sistemas. Y, desde luego, por los desayunos sabatinos, que me permitieron desarrollar lazos de amistad perdurables.

A la Dra. Aída Huerta Barrientos, por sus valiosos comentarios que me ayudaron a enriquecer este trabajo.

Al Posgrado de la Facultad de Ingeniería por permitirme realizar mis estudios de Maestría en Ingeniería de Sistemas – Investigación de Operaciones.

A Conacyt, por la beca otorgada para llevar a cabo mis estudios de posgrado.

A José Antonio Ángeles, Alejandro Gálvez y Armando Galicia por las muchas noches en vela que compartimos en nuestro equipo de trabajo.

A Roberto Romero y Carlos Pérez por su amistad y apoyo en las clases que compartimos.

A Tubalcaín, por su gentileza y consideraciones.

A Marypaz Quezada, por su valioso apoyo al final del camino.

# Resumen

---

Esta tesis consistió en elaborar una propuesta que permitiese mejorar aspectos importantes en las actividades que se llevan a cabo en una granja de ganado ovino, con un enfoque sistémico. En el desarrollo se diseñaron estrategias que en su conjunto, tuvieran un impacto positivo en el manejo del hato de ovinos.

La problemática estudiada se resolvió desde una perspectiva sistémica, para lo cual se trabajó en los tres aspectos siguientes:

Se propuso una mejora en el sistema de clasificación de cada animal, para evitar errores de manejo que provocan pérdidas económicas.

Un segundo aspecto en el que se trabajó fue el uso de la programación lineal para determinar estrategias que permitan optimizar la ganancia económica. En esta etapa se compararon dos tipos de alimentación y sus costos asociados para determinar la más conveniente.

El último aspecto abordado se refiere al manejo computarizado para la calendarización de las actividades, con el fin de disminuir los errores humanos ocasionados por omisiones que se generan al confiar en la memoria de los trabajadores, para que no olviden llevar a cabo las actividades que deben realizarse de acuerdo a la edad de los borregos.

Las contribuciones más importantes de este trabajo, consistieron en dar solución al problema de la consanguinidad, el cual ocasionaba pérdidas económicas y en diseñar las hojas de Excel que permitiesen hacer uso de la computadora para automatizar la calendarización de actividades.

# Índice

---

Resumen .....	6
Introducción .....	10
Preguntas de la Investigación .....	12
Objetivos .....	12
Objetivo general .....	12
Objetivos específicos .....	12
Líneas de acción .....	13
Capítulo 1 .....	14
Descripción de la problemática .....	15
Descripción de la región .....	15
Vista Satelital del Rancho San Carlos .....	16
Problemática de la región .....	17
Problemática de la granja .....	17
Necesidad de cambiar el tipo de ganado .....	17
Dificultad para conseguir trabajadores .....	18
Errores en el manejo .....	18
Administración manual .....	19
Prácticas de manejo del hato .....	20
Sistema de clasificación (Método actual) .....	22
Capítulo 2 .....	24
La consanguineidad .....	26
Efectos negativos de la consanguineidad .....	26
El programa reproductivo .....	27
Consideraciones biológicas .....	28
El sistema Star .....	29
El número óptimo de lotes .....	32
Gráfica del Sistema Star .....	33
Nociones fundamentales .....	34
Algoritmos para la coloración de vértices .....	35

Aplicación del algoritmo secuencial .....	35
Los sementales requeridos .....	36
La solución.....	37
Conclusiones del primer objetivo específico .....	38
Capítulo 3 .....	39
Alimentación requerida en cada etapa .....	40
La Condición Corporal .....	41
Flushing.....	42
Costos asociados a los ingredientes de la dieta 1.....	43
Formulación del modelo de Programación Lineal .....	43
Definición de variables.....	43
Función objetivo .....	44
Restricciones .....	44
Resultados.....	44
Costos asociados a los ingredientes de la dieta 2.....	45
Función objetivo .....	46
Resultados.....	46
Resumen de los resultados obtenidos.....	47
Conclusiones del segundo objetivo específico .....	48
Capítulo 4 .....	49
Importancia de la calendarización .....	50
Ventajas de la calendarización .....	50
Actividades que requieren ser calendarizadas .....	51
Registro del nacimiento .....	51
Administración de selenio.....	52
Colocación del arete.....	53
Aplicación de vacunas .....	54
Destete.....	54
Desparasitación.....	54
Sincronización del estro .....	54
El plan de manejo computarizado.....	55
Nueva actividad.....	55

Plan de manejo para las hembras .....	56
Plan de manejo para los machos.....	57
Conclusiones del tercer objetivo específico .....	58
Conclusiones generales .....	59
Referencias bibliográficas.....	60
Bibliografía consultada.....	61
Glosario .....	62
Anexos.....	63
Anexo A .....	64
Manual para el uso de las hojas de control del plan de manejo.....	64
Anexo B .....	71
Anexo C .....	74
Nivel de escolaridad .....	74
Anexo D.....	75
La Condición Corporal .....	75

# Introducción

---

La crianza del ganado ovino en México se destina primordialmente a la producción de carne. En el centro del país, el precio de la carne de cordero se ha duplicado en la última década (Anexo B).

En cuanto a la producción de lana para la industria textil, se depende de la importación en un 99%. En algunos estados de la república se produce en muy pequeñas cantidades con fines artesanales; tal es el caso de las comunidades indígenas de los Altos de Chiapas (Chamula y Zinacantán).

Para que la producción ovina pueda ser una actividad rentable, es necesario tomar en cuenta aspectos tales como el establecimiento de esquemas de cruzamiento adecuados y abatir los costos para la producción de carne. En el último lustro se han incrementado los sistemas ovinos dedicados básicamente a la engorda o finalización de animales en condiciones de estabulación total a los que se les proporciona alimentación controlada y con el suministro de concentrados altamente nutritivos.

El 95% de la carne de ovino que se consume en México se destina a la preparación de la barbacoa, que se consume en grandes cantidades durante los fines de semana en los estados del centro del país.

En México, las granjas productoras de carne de ovino tienen gran potencial de desarrollo porque la creciente demanda se encuentra insatisfecha y se obtiene un buen precio por kg en pie (Anexo B).

El objetivo de este trabajo consistió en el desarrollo de estrategias que ayuden al administrador de la granja en la toma de decisiones, a los empleados a realizar un manejo del hato de ovejas que resulte operativamente más eficiente y que en su conjunto tengan un impacto positivo en las ganancias económicas.

En el Capítulo 1, se describe el análisis de la problemática hecho en la primera visita técnica a la granja. Este análisis se enfocó desde una perspectiva sistémica.

En el Capítulo 2, se abordó el problema de la consanguinidad y se utilizó la teoría de gráficas como herramienta para proponer una solución.

En el Capítulo 3, se hizo el análisis de dos tipos de dieta, con el uso de la programación lineal como herramienta para determinar cuál de ellas permite maximizar la ganancia económica.

En el Capítulo 4, se abordó el problema de la calendarización de actividades y al tomar en cuenta las restricciones detectadas en el enfoque sistémico, se determinó utilizar hojas de cálculo de Excel para automatizar las actividades sujetas a calendarización.

# Preguntas de la Investigación

---

- ¿Cuáles son las condiciones que actualmente presenta la granja?
- ¿Qué herramientas teóricas dentro de la Investigación de Operaciones, pueden emplearse para mejorar el manejo del hato?
- ¿Qué actividades deben llevarse a cabo para lograr la mejora operativa y la maximización de la ganancia económica?

## Objetivos

---

### Objetivo general

Desarrollar estrategias que ayuden a los empleados a realizar un manejo del hato de ovejas que resulte operativamente más eficiente y que permita maximizar la ganancia económica.

### Objetivos específicos

Este trabajo se enfoca en desarrollar las estrategias que permitan:

- Solucionar los problemas de consanguinidad en la reproducción del ganado.
- Maximizar la ganancia económica.
- Automatizar la calendarización de actividades con el uso de la computadora.

# Líneas de acción

Para lograr cada uno de los objetivos específicos, se establecieron las siguientes líneas de acción:

- Diseñar un sistema de clasificación de las crías que evite que se presenten problemas de consanguineidad.
- Utilizar la Programación Lineal para proponer soluciones que permitan obtener la máxima ganancia económica.
- Implementar el uso de hojas de cálculo de Excel para la calendarización de actividades.

## De los objetivos a las líneas de acción

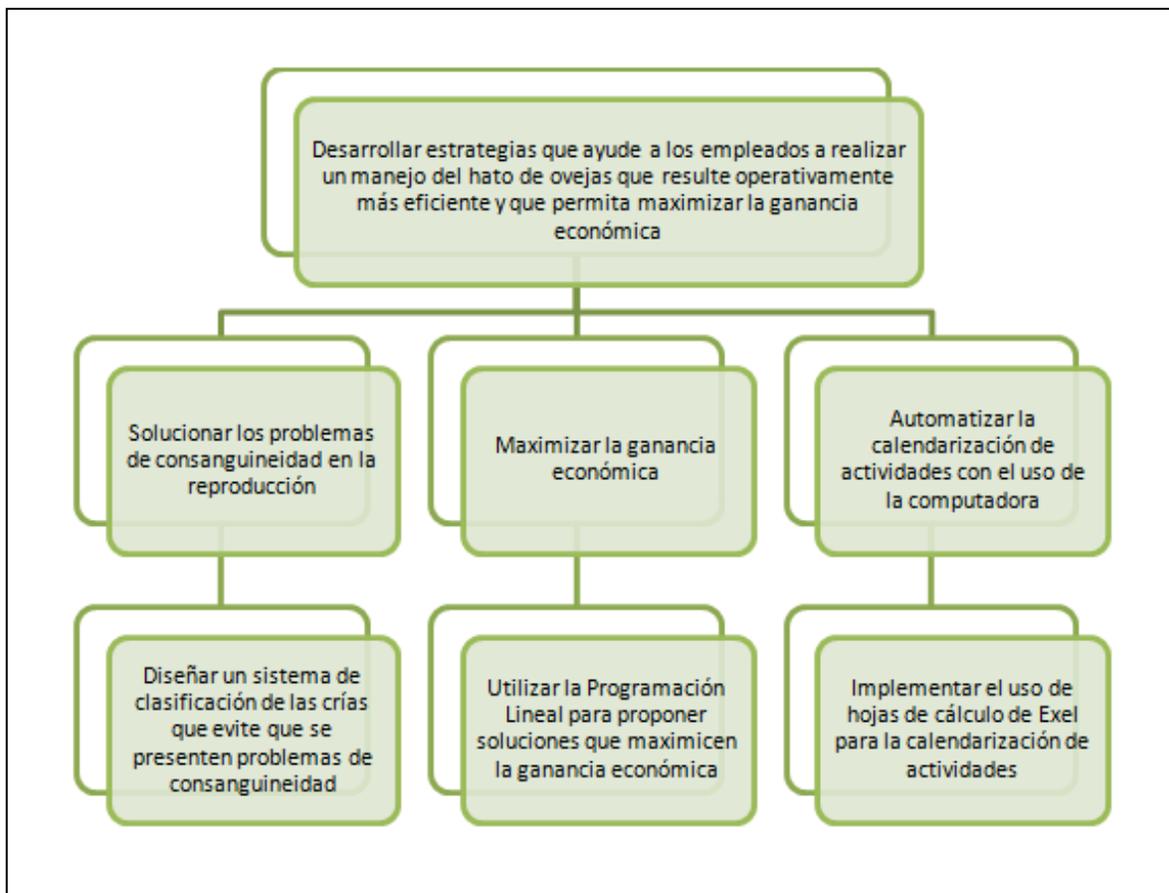


Figura 1. De los objetivos a las líneas de acción  
Fuente: elaboración propia

# Capítulo 1

## La problemática de la granja

*“El enfoque de sistemas empieza  
cuando usted ve al mundo  
a través de los ojos de otro”*

C. West Churchman (1913 - 2004)

## Descripción de la problemática

---

De acuerdo con el Modelo del Enfoque Sistémico de Churchman (1968), el medio ambiente del sistema es el conjunto de condiciones que son relevantes para el administrador pero que no están bajo su control.

### Descripción de la región

La región en la que está ubicada la granja a la que me refiero en este trabajo, presenta las siguientes características:

- Se encuentra situada en el centro de México, en el Estado de Guanajuato.
- El municipio al que pertenece tiene menos de 80,000 habitantes.
- El clima es semicálido con lluvias en verano y su temperatura promedio es de 19.2°C.
- El territorio municipal comprende 664.14 Km<sup>2</sup>.
- El 68% se dedica a las tierras de cultivo agrícola y pastos para la cría de ganado.
- Hay carretera pavimentada hasta la entrada de la propiedad.

Algunas de las características que presenta la región, ofrecen ventajas en el proceso de producción, por ejemplo, la temperatura promedio permite que el manejo del hato pueda realizarse adecuadamente al aire libre.

Contar con carretera pavimentada facilita el aprovisionamiento de los insumos requeridos en el proceso productivo y permite ahorrar tiempo de traslado en las actividades de supervisión, por lo que no es indispensable que el administrador permanezca en la granja durante toda la jornada de los trabajadores.

# Vista Satelital del Rancho San Carlos



Figura 2. El Rancho San Carlos  
Fuente: Google Maps

## **Problemática de la región**

En esa zona del país, la migración hacia los Estados Unidos continúa en ascenso, lo que ocasiona problemas diversos. En el caso de la granja, uno de los principales efectos consiste en que se produce la desarticulación en los siguientes procesos:

- Productivos
- De mercado (venta de borregos)
- De comercialización de productos agrícolas (alfalfa y abono)

## **Problemática de la granja**

---

### **Necesidad de cambiar el tipo de ganado**

La granja se dedicó por más de 20 años al ganado bovino pero el aumento en los insumos, el mayor tiempo que se requiere para que un becerro llegue al peso adecuado para su venta y el precio de la leche de vaca hicieron que, al igual que otros pequeños propietarios, no pudiesen competir contra la ganadería intensiva.

El dueño de la granja optó por dedicarse al ganado ovino como una estrategia para evitar la quiebra y aprovechar sus instalaciones y conocimientos.

La granja se dedica exclusivamente a la producción de carne ya que en el mercado a nivel local es sumamente difícil la venta del queso de oveja (un buen queso tipo manchego tiene un precio al consumidor que va desde \$500.00 el kilogramo hasta \$1000.00). Intentar colocar el queso en el mercado a nivel nacional se dificulta porque las grandes cadenas (Walmart, etc.) no tratan con pequeños productores; manejan grandes volúmenes que sólo los negocios de ganadería intensiva pueden surtir.

## **Dificultad para conseguir trabajadores**

El problema migratorio ocasiona que cada vez sea más difícil encontrar jóvenes dispuestos a trabajar en las labores de la granja.

En ocasiones se ha conseguido personal que presenta conductas inadecuadas: venta de ovejas no reportada, pérdida de herramientas para el mantenimiento de los tractores, etc.

El alcoholismo es un factor que también incide en la posibilidad de contar con trabajadores responsables y eficientes.

Además, es necesario considerar que el Estado de Guanajuato se encuentra entre los seis estados de la República Mexicana con menor nivel promedio de escolaridad (Anexo C).

En el caso específico de los trabajadores de la granja, se trata de empleados con primaria inconclusa. Esta limitante se tuvo que tomar seriamente en cuenta al hacer la propuesta de manejo automatizado, descrita en el capítulo cuatro.

Por las razones arriba expuestas, la mano de obra es una limitación que afecta al sistema productivo aquí estudiado.

## **Errores en el manejo**

Se han detectado errores en el proceso de empadre, generándose problemas de consanguinidad.

En el siguiente capítulo analizo este problema y presento una propuesta para su solución.

## Administración manual

En el manejo de la granja no se hace uso de sistemas computarizados, por lo que es más difícil detectar omisiones en actividades que deben realizarse.

Se confía en que los empleados recordarán que ya es tiempo de realizar procesos específicos.

El manejo manual de la información ocasiona incremento de errores en la información registrada.

Si bien es cierto que los errores se corrigen cuando son detectados, la información permanece almacenada en el lugar equivocado, ocasionando un manejo inadecuado.

ARETE	NACIONES/PROVE	PADRE	ARETE	INDICADOR/USUARIO	FECHA
1 2 5 H			1 4 6 M	16.01.14	1 17 H
1 2 6 H			1 4 7 M	21.01.14 (14-6)	1 47 H
1 2 7 H			1 4 8 H	02.02.14	1 26 H
1 2 8 H			1 5 9 H	09.02.14	0 52 H
1 2 9 H			1 5 5 H	09.02.14	0 53 H
1 3 0 H			1 5 6 M	10.02.14	0 87 H
1 3 1 H	23-12-13	0 9 0	1 5 7 M	13.02.14	0 79 H
1 3 2 H	24-12-13	0 8 3	1 5 8 H	13.02.14	0 79 H
1 3 3 M		0 5 7 H	1 5 9 M	13.02.14	0 84 H
1 3 4 H		1 2 2	1 6 0 M	15.02.14	0 51 H
1 3 5 H			1 6 1 H	15.02.14 chavel	0 51 H
1 3 6 H			1 6 2 H	15.02.14 chavel	0 51 H
1 3 7 H			1 6 3 H	15.02.14 chavel	0 51 H
1 3 8 H	24-12-13	1 1 0 H	1 6 4 M	15.02.14 chavel	0 51 H
1 3 9 H	25-12-13	1 1 8	1 6 5 H	15.02.14 chavel	0 51 H
1 4 0 M		1 1 7	1 6 6 H	15.02.14 chavel	0 51 H
1 4 1 M	01-01-14	0 6 0 V	1 6 7 M	23.02.14 Ellos	1 20 H
1 4 2 M	01-01-14	0 6 0 V	1 6 8 M	23.02.14 Ellos	1 20 H
1 4 3 M	03-01-14	0 5 3 V	1 6 9 M	23.02.14 Ellos	1 20 H
1 4 4 M	04-01-14	0 5 7	1 7 0 M	25.02.14 Ellos	1 21 H
1 4 5 M	04-01-14	0 5 7	1 7 1 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
5 M M			1 7 2 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 4 6 H			1 7 3 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 4 7 H			1 7 4 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 4 8 H			1 7 5 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 4 9 H			1 7 6 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 5 0 H			1 7 7 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 5 1 H			1 7 8 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 5 2 H			1 7 9 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 5 3 H			1 8 0 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 5 4 H			1 8 1 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 5 5 H			1 8 2 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 5 6 H			1 8 3 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 5 7 H			1 8 4 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 5 8 H			1 8 5 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 5 9 H			1 8 6 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 6 0 H			1 8 7 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 6 1 H			1 8 8 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 6 2 H			1 8 9 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 6 3 H			1 9 0 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 6 4 H			1 9 1 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 6 5 H			1 9 2 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 6 6 H			1 9 3 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 6 7 H			1 9 4 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 6 8 H			1 9 5 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 6 9 H			1 9 6 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 7 0 H			1 9 7 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 7 1 H			1 9 8 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 7 2 H			1 9 9 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 7 3 H			2 0 0 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 7 4 H			2 0 1 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 7 5 H			2 0 2 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 7 6 H			2 0 3 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 7 7 H			2 0 4 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 7 8 H			2 0 5 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 7 9 H			2 0 6 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 8 0 H			2 0 7 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 8 1 H			2 0 8 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 8 2 H			2 0 9 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 8 3 H			2 1 0 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 8 4 H			2 1 1 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 8 5 H			2 1 2 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 8 6 H			2 1 3 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 8 7 H			2 1 4 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 8 8 H			2 1 5 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 8 9 H			2 1 6 H	26.02.14 Ellos	1 21 H
1 9 0 H			2 1 7 H	26.02.14 Ellos	1 21 H

Figura 3. Manejo manual de la información  
Fuente: elaboración propia

## Prácticas de manejo del hato

---

Las prácticas de manejo son actividades encaminadas a brindar confort al ganado.

La alimentación, sanidad, reproducción y genética son los aspectos del manejo a los que se debe dar prioridad.

Un buen manejo tiene como objetivo hacer eficiente la producción de ovinos (Gutiérrez *et al.*, 2000).

El hato se maneja en forma estabulada y el clima de la región permite que las ovejas se encuentren en perfectas condiciones en establos al aire libre.

Los corrales están cercados y disponen de una zona en la que los borregos pueden guarecerse del sol excesivo o la lluvia.



Figura 4. Uno de los corrales de la granja  
Fuente: Elaboración propia

Klusmann (1988), señala que la falta de sombra para los animales puede incrementar significativamente, no sólo el gasto energético de éstos en los procesos de termorregulación, sino también la pérdida de agua corporal. Estos efectos pueden manifestarse, ya sea en pérdida de peso vivo, disminución en la tasa reproductiva o en la sobrevivencia de las crías.

México cuenta con una gran diversidad de razas ovinas adaptadas a las diferentes condiciones de topografía y clima.

En los sistemas de producción de carne en la región central de México se utilizan cruzamientos de ovejas locales con sementales de diversas razas especializadas en la producción de carne.

La introducción de nuevas razas como Dorper y más recientemente la raza Charolais, hizo necesaria su evaluación comparativa con razas tradicionales, principalmente Dorset, Hampshire y Suffolk que son utilizadas desde hace mucho tiempo en los sistemas de producción locales.

Los resultados (Ramírez y González, 2001), muestran que la raza Charolais tuvo descendencias con un mayor peso al nacimiento. Esta ventaja en peso se mantuvo hasta el destete. Así pues, la raza Charolais muestra un buen desempeño productivo en la región central de México.

En el rancho se cuenta con tres sementales que fueron adquiridos en ferias agrícolas de la región: uno de raza Charolais y dos que pertenecen a la raza Kathadin. Las principales características de esta raza son:

- Se adapta fácilmente a climas muy diversos.
- No tienen lana, por lo que no requieren esquila.
- Resistentes a los parásitos.
- Pubertad temprana y larga vida reproductiva.
- Ovejas con partos de mellizos o trillizos.
- Alta sobrevivencia de corderos y habilidad para ganar peso.



Figura 5. Uno de los sementales del Rancho San Carlos  
Fuente: Elaboración propia

## Sistema de clasificación (Método actual)

A cada oveja se le coloca un arete de plástico en la oreja derecha, en el que se indica, con una cifra de tres dígitos, el orden de nacimiento dentro del rebaño. Simultáneamente se lleva un registro en que se señala la fecha de nacimiento, el sexo y los números que corresponden al padre y a la madre.

El color del arete carece de significado y simplemente se utiliza cualquiera que se haya comprado para tal fin.



Figura 6. Ovejas y corderos del Rancho San Carlos  
Fuente: Elaboración propia

En la primera visita técnica que se realizó en el rancho, se determinaron las actividades que debían implementarse para que al llevarlas a cabo se lograra un mejor manejo de la granja.

Al hacer un enfoque sistémico del proceso productivo de la granja, fue posible determinar la problemática en su conjunto y considerar los aspectos internos y externos que inciden en el proceso productivo.

El proceso de producción puede representarse mediante el siguiente esquema:

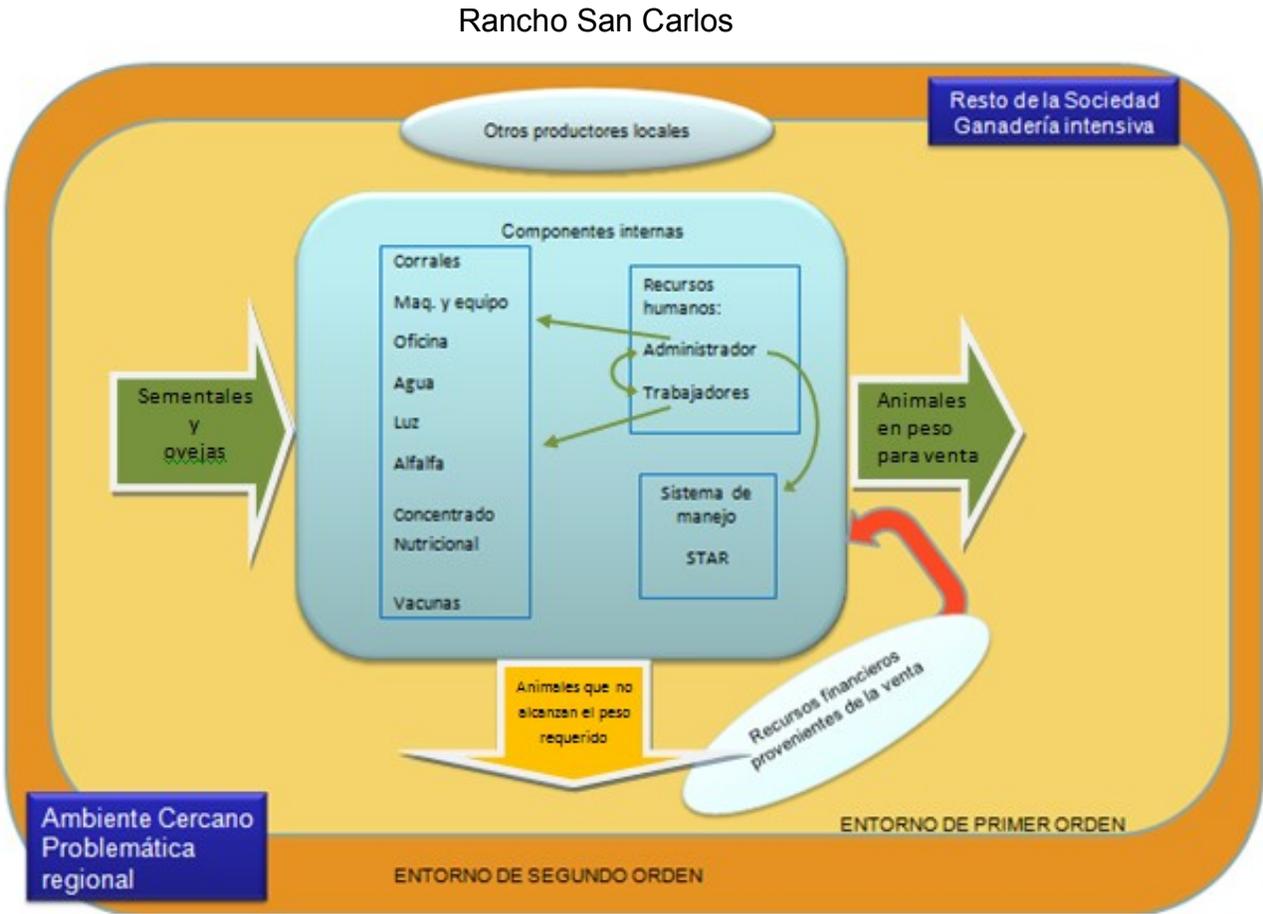


Figura 7. Modelo del objeto de estudio  
Fuente: elaboración propia

# Capítulo 2

## El problema de la consanguineidad

*“Todo debe hacerse tan simple como sea posible,  
pero sin excederse en ello”*

Albert Einstein (1879 - 1955)

Como se mencionó anteriormente, uno de los objetivos específicos de la tesis, consistió en solucionar los problemas de consanguineidad en la reproducción del ganado.

En este capítulo se explica la forma en que se hizo uso de la Teoría de Gráficas desde la perspectiva de la Coloración de Vértices como una herramienta para dar solución a este problema.

Para que el negocio de la crianza del ganado ovino sea exitoso, entre los aspectos que deben tomarse en cuenta, se encuentran los siguientes:

- Alimentación
- Genética
- Manejo
- Reproducción

La oveja fue domesticada por el hombre hace más de once mil años. Desde ese entonces hasta la actualidad, tanto la naturaleza como el hombre han realizado un continuo proceso de selección.

Es importante la selección genética de ovejas más grandes, con mayor tasa de crecimiento y que puedan producir corderos múltiples y animales capaces de producir más leche, con el fin de obtener crías sin problemas para su comercialización.

Lo que se pretende al seleccionar a los animales que se reproducirán es obtener mejores características en la descendencia.

Al analizar la problemática de la granja, se detectaron errores en el proceso reproductivo, ya que en la etapa de empadre, que consiste en asignar un semental a un grupo de ovejas para que sean fertilizadas por éste, se generaron problemas de consanguineidad. El problema se presenta cuando al aparear se asocia a un padre con su hija (o a una madre con su hijo).

# La consanguineidad

---

La consanguineidad o endogamia se define como el cruzamiento de individuos genéticamente emparentados. Los animales emparentados tienen más genes en común que aquellos que no tienen una relación genealógica.

El apareamiento entre animales emparentados puede suceder al azar, cuando los animales se encuentran sin clasificar, en un mismo corral, o puede ser resultado de una selección reproductiva dirigida, con el fin de mantener una característica genética que se considera deseable. Sin embargo, al aparear animales consanguíneos, también se pueden presentar características no deseadas, que se encontraban ocultas porque pertenecen a genes recesivos.

La consanguineidad puede usarse como una forma de producir animales con mejores características, pero también se corre el riesgo de que ocurra una depresión por consanguineidad y se manifiesten genes recesivos indeseables.

## Efectos negativos de la consanguineidad

Entre los principales efectos negativos se encuentran:

- Incremento en la presencia de genes para un carácter no deseado.
- Mayor frecuencia de anomalías genéticas.
- Menor sobrevivencia y baja tasa de crecimiento.
- Disminución en la fertilidad y en la producción de leche.

En rebaños con elevada consanguineidad se han observado reducciones en el número de corderos producidos por oveja, debido a descensos en la tasa de ovulación y una mayor mortalidad embrionaria (Buratovich, 2010).

La consanguineidad es un problema porque las ovejas tienen un crecimiento lento y no llegan a obtener el peso requerido para su comercialización (de 44 a 50 kg).

Es necesario tomar en cuenta que para obtener buenos resultados económicos en la explotación ganadera, ésta debe estar organizada. Aspectos tales como alimentación, estado sanitario y manejo deben ser considerados.

Para el manejo reproductivo, en la granja se aplica el sistema *Star* (Sàbat, 2007), desarrollado con el fin de obtener un alto nivel reproductivo compatible con el ritmo biológico de las ovejas.

El sistema *Star* abarca los siguientes aspectos:

## El programa reproductivo

---

Para establecer el programa que se seguirá en la reproducción de las ovejas, es necesario considerar factores tales como:

- El objetivo (producción de carne o leche).
- Instalaciones y mano de obra con las que se cuenta.
- Alimentación disponible.



Figura 8. Hembras con sus corderos en el corral de lactancia del Rancho San Carlos  
Fuente: Elaboración propia

## Consideraciones biológicas

---

- El periodo de gestación de la oveja dura 147 días (21 semanas).
- Durante los 40 días posteriores al parto, es muy poco probable que la oveja entre de nuevo en gestación, debido a que la acción de la hormona prolactina, que es necesaria para que se produzca la leche con la cual se amamantará el cordero, tiene el efecto de inhibir el comienzo de un nuevo ciclo sexual.
- La oveja requiere desde cinco semanas hasta dos meses para lograr su recuperación física, de tal modo que se pueda producir la fecundación sin el riesgo de la pérdida del embrión.
- Al tomar en cuenta que la oveja requiere de 2 meses de recuperación y 5 meses de gestación, se considera que el intervalo mínimo entre dos partos consecutivos es de 7 meses, lo cual permitirá maximizar la reproducción del ganado.
- En el sistema Star se evalúa que es adecuado planificar 5 partos en 3 años (con lo que los partos se presentan cada 7.2 meses)
- El modelo propone un ritmo reproductivo de 1.67 partos por oveja/año. (5 partos entre tres años = 1.67 partos al año)
- Sin embargo en la práctica, este ritmo no se consigue al 100% debido a que en el periodo de monta no todas las ovejas resultan gestantes.

## El sistema Star

---

El sistema Star debe su nombre al hecho de que al representarlo gráficamente se forma una estrella.

Para comprender cómo se forma la estrella, hay que tener presente el manejo de un lote de ovejas, mismo que se describe en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Semanas requeridas en el manejo reproductivo**

Cubrición	Gestación	Parto	Lactancia
Semanas 1 a 4 <b>AÑO 1</b>	21 semanas	semana 22 a 25	10 semanas
Semanas 32 a 35	21 semanas	semana 53 a 56 <b>AÑO 2</b>	10 semanas
Semanas 63 a 66	21 semanas	semana 84 a 87	10 semanas
Semanas 94 a 97	21 semanas	semana 115 a 118 <b>AÑO 3</b>	10 semanas
Semanas 125 a 128	21 semanas	semana 146 a 149	10 semanas

Fuente: elaboración propia

La representación gráfica se inicia con un círculo que representa un calendario anual. A continuación se traza una línea que parte de la semana en que inicia la gestación (semana 1 en el ejemplo) y termina en la semana en que se produce el parto. Recordemos que el periodo de gestación es de 21 semanas, por lo que la línea va de la semana 1 a la 22:

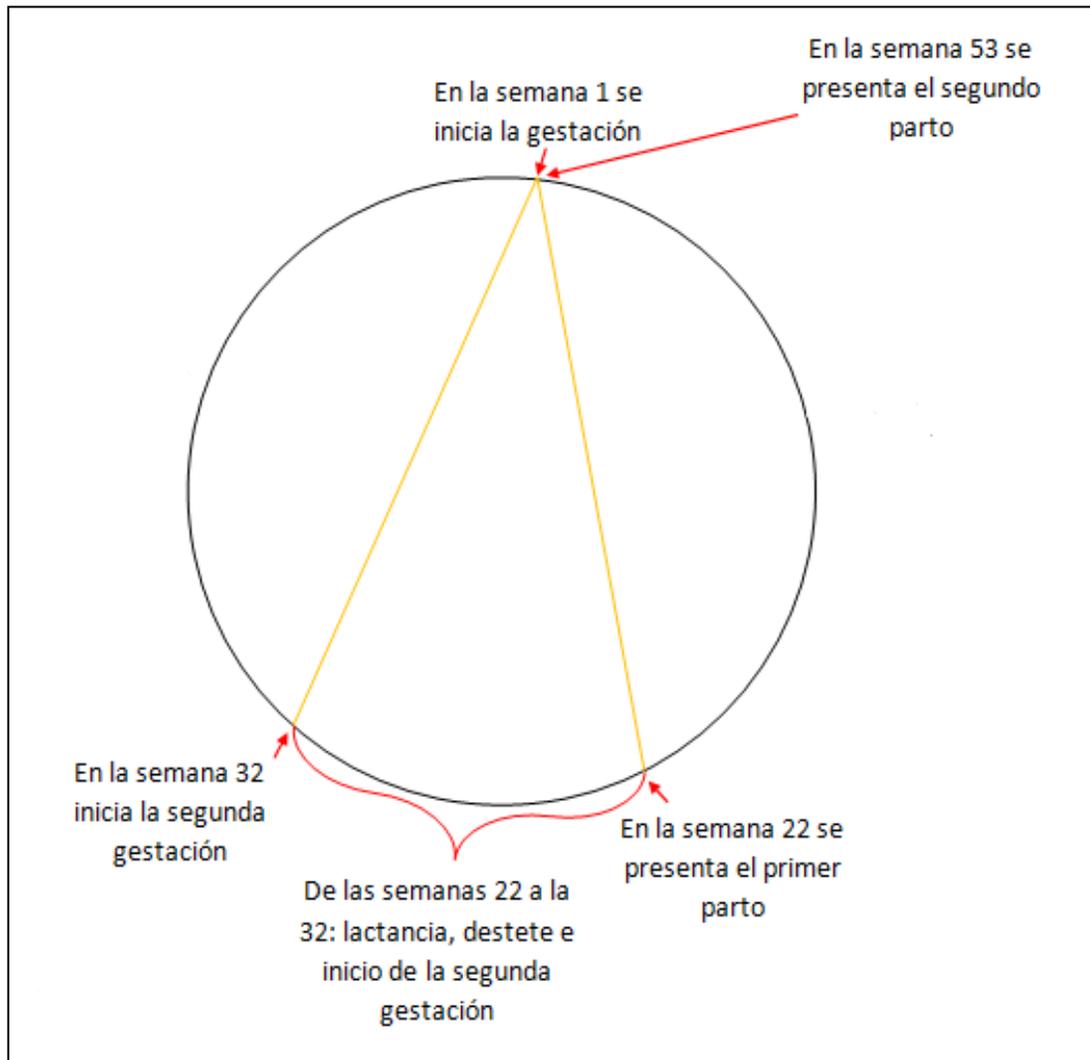


Figura 9. Ciclo reproductivo de una oveja en el primer año del sistema Star Fuente:  
Elaboración propia

Diez semanas después de que se presenta el primer parto, se inicia la segunda gestación, por lo que la segunda línea va de la semana 32 a la semana 53, que resulta ser la semana 1 del segundo año, por lo que en la gráfica coincide con la semana 1 del primer año.

De la semana 53 a la semana 63 hay un nuevo periodo de lactancia, destete e inicio de la segunda gestación, por lo que la tercera línea se traza desde la semana 63 hasta la semana 84 y como pertenece al segundo año,

se indica con un color diferente (verde). Nótese que  $32 + 52 = 84$ , por lo que la semana 84 coincide con la semana 32 del primer año.

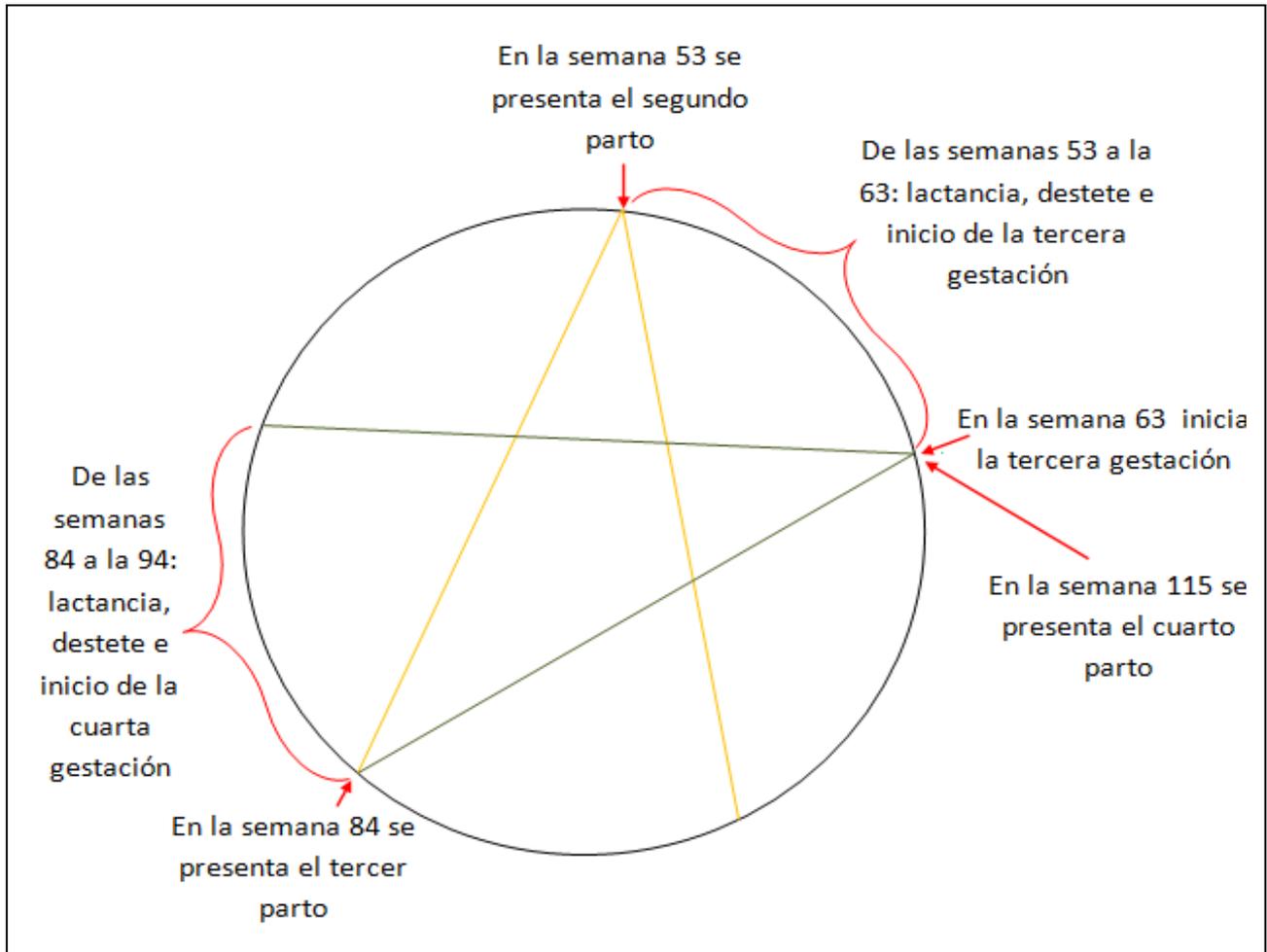


Figura 10. Ciclo reproductivo de una oveja en el segundo año del sistema Star Fuente: Elaboración propia

La cuarta línea se traza desde la semana 94 hasta la 115 (como  $63 + 52 = 115$ , el final de la cuarta línea coincide con el inicio de la tercera).

De la semana 115 a la 125 se tiene el cuarto periodo de lactancia, destete e inicio de la quinta gestación, por lo que la quinta línea se traza desde la semana 125 hasta la semana 146. Nuevamente, la semana 146 coincide con la 94 (ya que  $94 + 52 = 146$ ).

De la semana 146 a la semana 156 se tiene un nuevo periodo de lactancia y destete.

Obsérvese que  $156 = 52 \times 3$  (es decir 52 semanas  $\times$  3 = 3 años). En la gráfica esto significa que después de cinco partos, en tres años se ha

completado la estrella, por lo que nuevamente se iniciará una nueva estrella, esto es, un nuevo periodo de cinco partos en tres años.

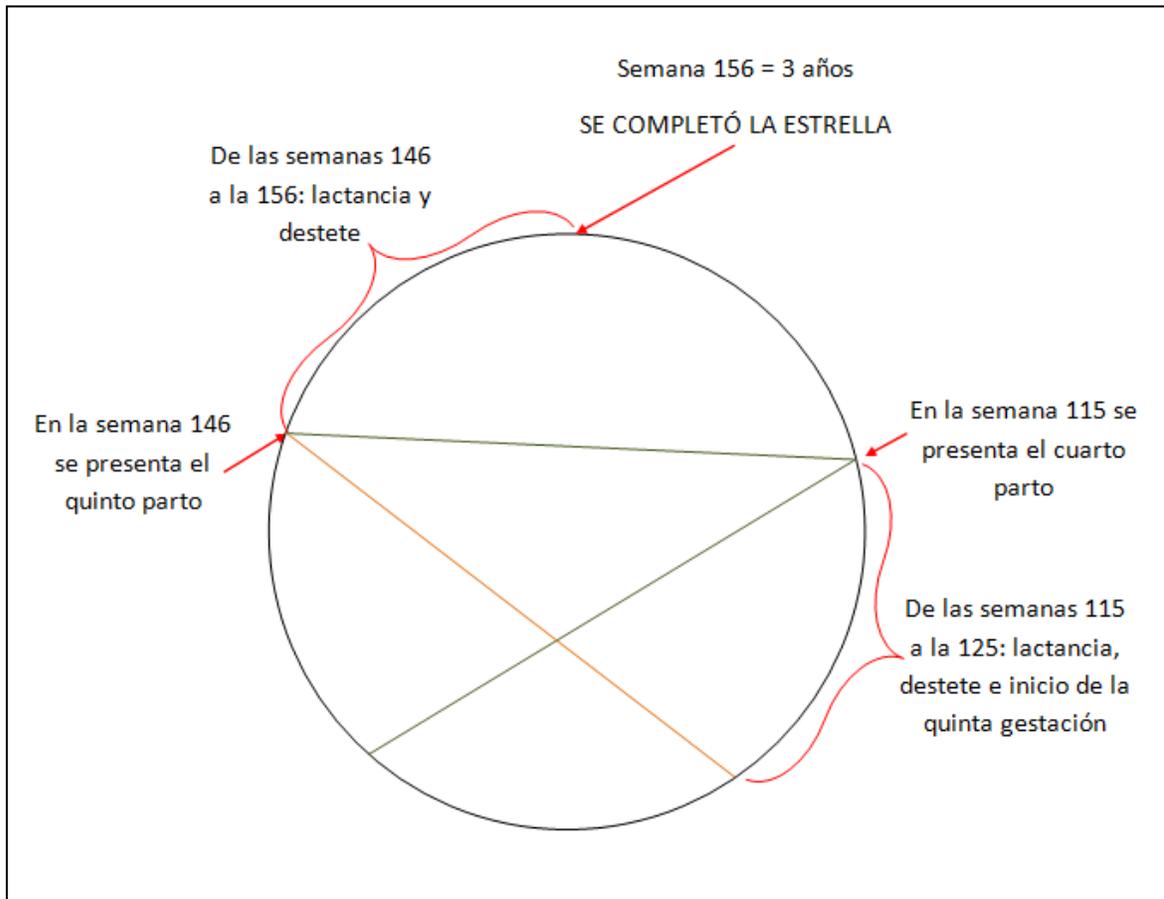


Figura 11. Ciclo reproductivo de una oveja en el tercer año del sistema Star Fuente:  
Elaboración propia

## El número óptimo de lotes

En la gráfica del sistema Star, es posible observar que se requieren tres años para producir una estrella completa. Es por esta razón que el sistema Star propone tener 3 lotes de ovejas, con lo cual se logrará que el rebaño como conjunto produzca una estrella al año.

## Gráfica del Sistema Star

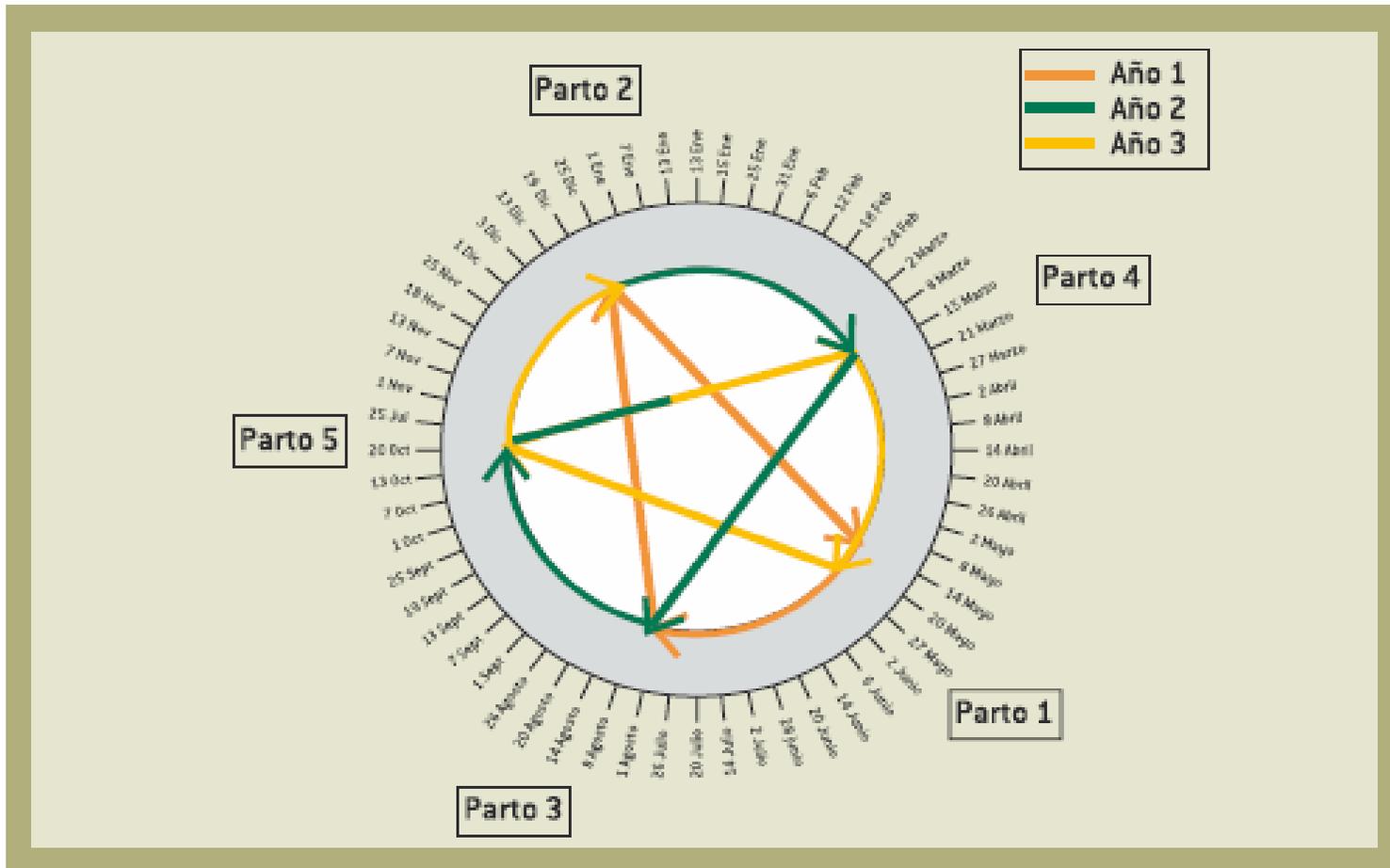


Figura 12. La estrella completa  
Fuente: G. Bech Sabat, Universitat de Leida

## Nociones fundamentales

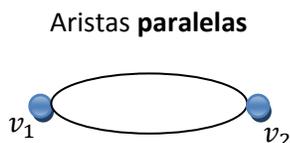
---

Recordemos el significado de algunos conceptos en la Teoría de Gráficas:

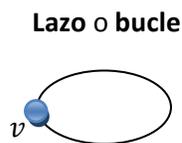
Una gráfica  $G$  (Cook *et al.*, 1998) está formada por dos conjuntos ajenos (i.e. que no tienen elementos en común): el conjunto no vacío  $V(G)$  de vértices o nodos y el conjunto  $A(G)$  de aristas, junto con una relación que asocia a cada arista con un par de nodos. Estos conjuntos pueden ser finitos o no y las aristas pueden estar orientadas o no ser dirigidas.

Dos nodos son adyacentes si tienen una arista que los une.

La notación  $G = (V, A)$  significa que la gráfica  $G$  tiene un conjunto de vértices  $V$  y un conjunto de aristas  $A$ . Aunque estos dos conjuntos no definen de manera unívoca a la gráfica  $G$ , ya que puede darse el caso de que dos aristas tengan el mismo par de nodos terminales (*fig. 13*) o que los vértices terminales de una arista sean el mismo (*fig. 14*).



*figura 13*



*figura 14*

Fuente: Elaboración propia

$G$  es una gráfica simple si no tiene aristas paralelas ni bucles.

Si se considera a  $G$  como una gráfica simple, entonces la notación  $a=vw$  define de manera única a la arista  $a$ , cuyos vértices finales son  $v$  y  $w$ .

Para desarrollar la propuesta de solución al problema de la consanguineidad, se hizo uso de la Coloración en Vértices, la cual se define de la siguiente manera:

Dada una gráfica  $G$ , una coloración de  $G$ , es una asignación de elementos de un conjunto (a los que llamaremos colores) a los vértices de  $G$  de manera que a cada  $v \in V(G)$  le corresponde un color y sólo uno. (Chartrand y Zhang, 2009).

La coloración es una asignación de etiquetas llamadas colores, a los elementos de una gráfica.

Si una gráfica contiene al menos una arista, entonces es necesario utilizar dos colores como mínimo para dar una coloración.

Una coloración en la que se emplean  $k$  colores es una  $k$  – coloración.

## Algoritmos para la coloración de vértices

Los algoritmos para colorear los vértices de una gráfica se clasifican en dos grupos:

- Secuenciales
- Independientes

Dada una ordenación de los vértices de la gráfica, los algoritmos secuenciales asignan el mínimo color posible al siguiente vértice. Es decir, si se requiere colorear el vértice  $v$  y se tienen ordenados numéricamente los colores, en el conjunto  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ . Al vértice  $v$  se le asigna el color con el subíndice más pequeño que no aparece entre los asignados a los vecinos de  $v$  ya coloreados. Lo que se busca es dar una coloración en la que se emplee el menor número de colores.

Los algoritmos independientes parten de un conjunto de vértices de cardinalidad grande; a cada elemento de este conjunto de vértices independientes se le asigna el mismo color. Se repite el proceso asignando otro color a un segundo conjunto de vértices independientes que es ajeno al primer conjunto, continuando así hasta colorear todos los vértices de la gráfica.

Para el caso de la granja, es más conveniente utilizar un algoritmo secuencial que uno independiente.

## Aplicación del algoritmo secuencial

**Paso 1** Asignar el primer color  $c_1$  al vértice  $v_1$

**Paso 2** Asignar un color al vértice  $v_2$ . Si es adyacente al vértice  $v_1$ , se le asigna el siguiente color. En otro caso se le asigna  $c_1$ .

**Paso k** Para colorear el vértice  $v_k$ , buscamos todos los vértices del conjunto  $\{v_1, v_2, \dots, v_{k-1}\}$  que son adyacentes a  $v_k$  y determinamos los colores que han sido utilizados en sus coloraciones; luego usamos el primero disponible en el orden de  $C$  que no haya sido usado en la coloración de los vértices adyacentes a  $v_k$ .

## Los sementales requeridos

Para el correcto manejo de los tres lotes de ovejas, se requiere tener tres sementales disponibles.

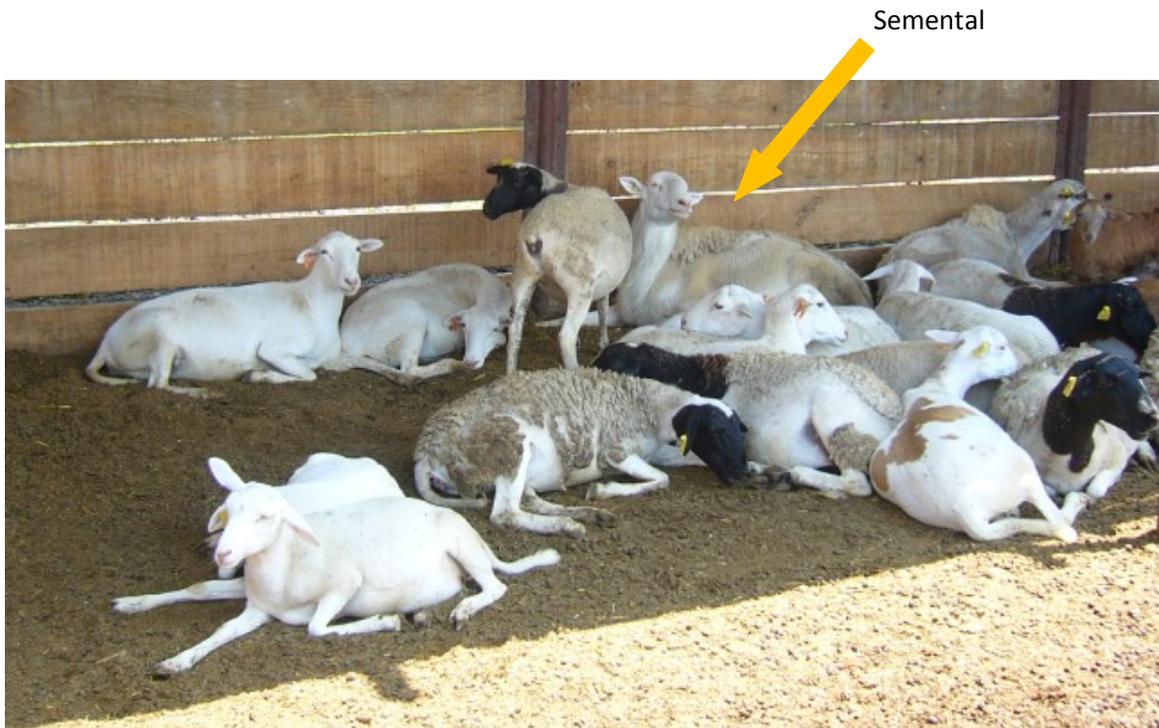


Figura 15. Uno de los corrales de empadre  
Fuente: Elaboración propia

Como se requieren tres sementales, la solución del problema se puede dar con una 4- coloración, ya que esto permitirá asignar un color distinto a cada semental y el cuarto color se puede emplear de dos maneras distintas:

- Para los machos nacidos en la granja, ya que éstos no se utilizarán en el proceso reproductivo.
- Para las hembras que fueron compradas a otros productores y que no tienen parentesco con alguno de los sementales de la granja, por lo que pueden llevarse a cualquiera de los tres corrales de empadre, con la certeza de que no se presentarán problemas de consanguinidad.

## La solución

Asignemos los colores naranja, amarillo y verde para el arete de cada uno de los tres sementales y el color azul para los machos nacidos en la granja y hembras que vienen de fuera.

Supongamos, por ejemplo, que una de las hembras que se compró a otro productor, es asignada al corral del semental verde, en tal caso se tiene la siguiente situación:

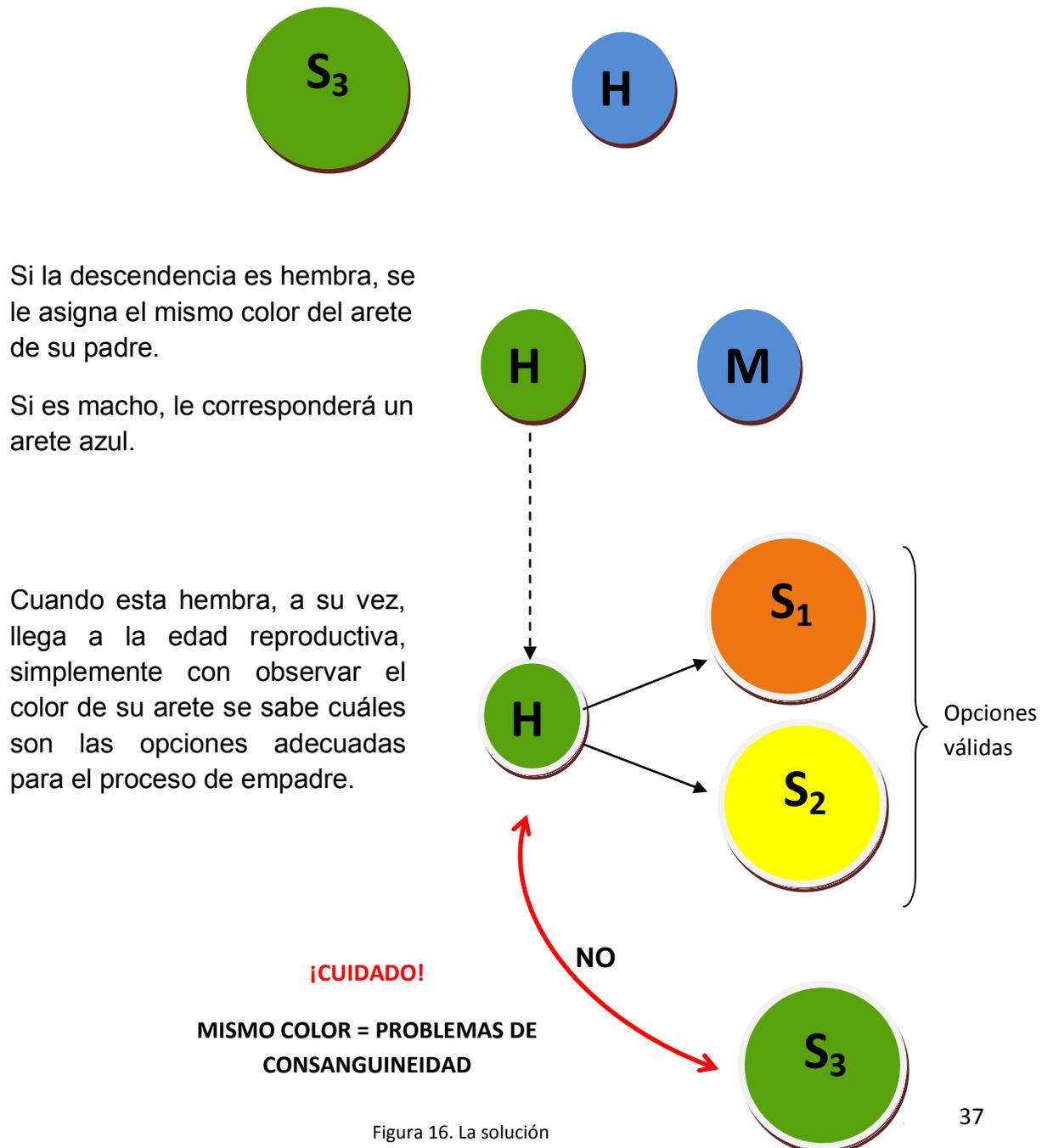


Figura 16. La solución  
Fuente: Elaboración propia

## Conclusiones del primer objetivo específico

---

- Para resolver el problema de consanguinidad, la Teoría de Gráficas, en cuanto a la Coloración de los Vértices, resultó ser una herramienta muy conveniente porque en el manejo del hato en la granja, al colocar el arete de identificación, se asocia físicamente un color a cada oveja, es decir, si cada vértice de la gráfica corresponde a un elemento del hato, entonces, al colorear los vértices, la Teoría de Gráficas nos indica que no debe existir una arista que conecte a una hembra con el semental que tenga el mismo color de arete, esto es, el semental con el mismo color de arete no debe ser utilizado para fertilizar a esa hembra.
- Debido a que la granja utiliza el sistema Star, la solución óptima requiere de una 4- coloración.
- La recomendación para el manejo reproductivo sin problemas de consanguinidad, consiste en darle significado al color del arete que se utiliza para la identificación de cada oveja.

# Capítulo 3

## La maximización de la ganancia económica

*“No basta saber,  
se debe también aplicar.  
No es suficiente querer,  
se debe también hacer.”*

Goethe (1749-1832)

Como se explicó al principio de este trabajo, el segundo objetivo específico buscado consiste en maximizar la ganancia económica.

En este capítulo se hace uso de la Programación Lineal para determinar soluciones que permitan lograr esta maximización.

La programación lineal es una poderosa herramienta de la Investigación de Operaciones que permite tomar las mejores decisiones al establecer las variables que se identifiquen al modelar el problema y al considerar las restricciones que lo acotan.

Para que la crianza del ganado ovino sea un negocio exitoso, uno de los aspectos fundamentales es el relativo a la alimentación.

El caso ideal se presentaría si no hubiese restricción en cuanto a la cantidad de alimento disponible.

En general, sucede que la cantidad de alimento no es ilimitada, por lo que debe proporcionarse teniendo en mente el satisfacer las necesidades nutricionales de acuerdo con la edad y momento reproductivo en que se encuentra el ganado, teniendo cuidado de que no ocurra una situación en la que se produzca el desperdicio del alimento.

## **Alimentación requerida en cada etapa**

---

Los requerimientos nutricionales de los animales presentan variaciones a lo largo de su ciclo reproductivo y dependen de la edad, sexo, etapa reproductiva, etc.

Cuando se utiliza el peso vivo (PV) para determinar el estado nutricional, éste presenta variaciones ocasionadas por el contenido estomacal en el momento del pesaje.

## La Condición Corporal

La Condición Corporal (CC), es un procedimiento que permite evaluar el estado nutricional y facilita la toma de decisiones en el manejo del hato.

Se evalúa en una escala subjetiva de 0 (mínimo) a 5 (máximo) puntos, considerando el estado de gordura existente por debajo de las vértebras lumbares.

La condición corporal que se acepte adecuada dependerá de la etapa en la que se encuentre cada animal: macho en engorda, hembra en gestación, destete, etc. (Anexo D).

La técnica consiste en palpar con las dos manos la zona que se encuentra entre la última costilla y la región lumbar para determinar la cantidad de grasa y músculos.

En una oveja con CC 5 no se puede distinguir el contorno de las vértebras ni avanzar las puntas de los dedos en dirección hacia el abdomen debido al exceso de grasa; mientras que en una con CC 0 (próxima a morir) no se palpa tejido graso y las puntas de los dedos de ambas manos pueden tocarse por debajo de las vértebras.

Entre las ventajas de este procedimiento cabe mencionar que no requiere infraestructura ni equipo o instrumentos especiales, por lo que puede decirse que no tiene costo, además de que describe con claridad el estado en que se encuentra el animal, independientemente de la raza, tamaño, sexo y no se modifica por el contenido estomacal, como en el caso del peso vivo.



Figura 17. La Condición Corporal

Fuente: [http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_condicion\\_corporal.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_condicion_corporal.pdf)

Una alimentación adecuada debe considerar los requerimientos para cada una de las siguientes etapas:

**Tabla 2. Alimentación de acuerdo con la etapa, dieta 1**

	Dieta 1		
	Rastrojo (Kg)	Alfalfa (Kg)	Concentrado Vitamínico (gr)
Crías en lactancia		0.6	100
Hembras destetadas	1	1	300
Machos destetados	1	1	1400
Machos en engorda	1	1.5	1400
Hembras en empadre	1	1	300
Hembras próximas al parto	1	1	500
Hembras lactantes	1	1	1000

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el Administrador de la granja.

## Flushing

El flushing consiste en complementar la alimentación con suplementos vitamínicos y aporte de un mayor contenido energético en la dieta. Esta estrategia tiene como objetivo (Pérez-Clariget y Porrás, 2006), mejorar la condición y aumentar el peso corporal de las ovejas antes de llevarlas al corral de empadre, durante la permanencia en el mismo y antes del parto.

El manejo nutricional controlado de las ovejas mejora la tasa de fertilidad y fecundidad, la tasa de partos y el peso de los corderos al momento de nacer.

Se logra también mejorar el desarrollo de la ubre y con ello la producción de leche, lo que garantizará la supervivencia de los corderos al nacer.

El flushing facilita alcanzar el objetivo del sistema STAR (lograr cinco partos en tres años).

El análisis para determinar la alimentación más conveniente se hizo tomando en cuenta dos tipos de dieta.

## Costos asociados a los ingredientes de la dieta 1

---

Los ingredientes de la dieta1 tienen los siguientes costos

**Tabla 3. Costos para la dieta 1**

Ingrediente	Precio por Kg.
Alfalfa molida	\$1.67
Minerales	\$9.00
Grano de sorgo molido	\$3.00

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el Administrador de la granja

## Formulación del modelo de Programación Lineal

---

Se busca determinar los costos en la alimentación del hato

### Definición de variables

Sea  $x_1$  la cantidad de crías en lactancia

Sea  $x_2$  la cantidad de hembras destetadas

Sea  $x_3$  la cantidad de machos destetados

Sea  $x_4$  la cantidad de machos en engorda

Sea  $x_5$  la cantidad de hembras en empadre

Sea  $x_6$  la cantidad de hembras próximas al parto

Sea  $x_7$  la cantidad de hembras lactantes

## Función objetivo

$$\begin{aligned} \text{Min } z = & 1.67 (0.6 x_1 + x_2 + x_3 + 1.5 x_4 + x_5 + x_6 + x_7) + \\ & 9 (0.1 x_1 + 0.3 x_2 + 1.4 x_3 + 1.4 x_4 + 0.3 x_5 + 0.5 x_6 + x_7) + \\ & 3 (x_2 + x_3 + 1.5 x_4 + x_5 + x_6 + x_7) \end{aligned}$$

## Restricciones

Para establecer las restricciones se tomaron en cuenta los datos del censo que fueron proporcionados por el administrador del rancho en la segunda visita técnica.

$$\begin{aligned} x_7 &= x_1; \\ x_5 + x_6 &= x_2 + x_3; \\ x_2 &= x_3; \\ 0.5(x_5 + x_6) &= x_4; \\ 200 &\leq x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7; \\ x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 &\leq 400; \\ 20 &\leq x_5; \\ 20 &\leq x_6; \\ 20 &\leq x_7; \end{aligned}$$

Se utilizó el programa LINGO para obtener los resultados.

## Resultados

Global optimal solution found.	
Objective value:	<b>\$1,964.30</b>
Infeasibilities:	0.000000
Total solver iterations:	1
Elapsed runtime seconds:	0.08
Model Class:	LP
Total variables:	7
Nonlinear variables:	0
Integer variables:	0
Total constraints:	10
Nonlinear constraints:	0
Total nonzeros:	35
Nonlinear nonzeros:	0
Variable	Value
X1	50.00000
X2	20.00000
X3	20.00000
X4	20.00000
X5	20.00000
X6	20.00000
X7	50.00000

Para la dieta 2 se consideró la siguiente información:

**Tabla 4. Alimentación de acuerdo con la etapa, dieta 2**

	Dieta 2		
	Ensilado (Kg)	Alfalfa (Kg)	Concentrado Vitamínico (gr)
Crías en lactancia	0.5	0.5	100
Hembras destetadas	4		500
Machos destetados	4		1400
Machos en engorda	4		1400
Hembras en empadre	4		500
Hembras próximas al parto	4		500
Hembras lactantes	4		1000

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el Administrador de la granja.

## Costos asociados a los ingredientes de la dieta 2

---

**Tabla 5. Costos para la dieta 2**

Ingrediente	Precio por Kg.
Alfalfa molida	\$1.67
Minerales	\$9.00
Ensilado	\$3.18

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el Administrador de la granja.

## Función objetivo

$$\begin{aligned} \text{Min } z = & 1.67 (0.5 x_1) + \\ & 9 (0.1 x_1 + 0.5 x_2 + 1.4 x_3 + 1.4 x_4 + 0.5 x_5 + 0.5x_6 + x_7) + \\ & 3.18 (0.5 x_1 + 4 x_2 + 4 x_3 + 4 x_4 + 4 x_5 + 4 x_6 + 4 x_7) \end{aligned}$$

Se emplearon las mismas variables y las mismas restricciones que en el caso de la dieta 1 y se utilizó el programa LINGO para obtener los resultados.

## Resultados

Global optimal solution found.		
Objective value:	<b>\$3,298.25</b>	
Infeasibilities:	0.000000	
Total solver iterations:	1	
Elapsed runtime seconds:	0.05	
Model Class:	LP	
Total variables:	7	
Nonlinear variables:	0	
Integer variables:	0	
Total constraints:	10	
Nonlinear constraints:	0	
Total nonzeros:	35	
Nonlinear nonzeros:	0	
	Variable	Value
	X1	50.00000
	X2	20.00000
	X3	20.00000
	X4	20.00000
	X5	20.00000
	X6	20.00000
	X7	50.00000

## Resumen de los resultados obtenidos

---

Los cálculos para ambas dietas, al conservar las mismas restricciones, se efectuaron con la misma composición del hato, es decir, la misma cantidad de animales para cada una de las siete clases (crías en lactancia, machos en engorda, etc.)

**Tabla 6. Costos obtenidos**

	<b>Dieta 1</b>	<b>Dieta 2</b>
Costo diario	\$1, 964.30	\$3,298.25

Fuente: Elaboración propia

## Conclusiones del segundo objetivo específico

---

- Con la dieta 1 se obtiene un ahorro del 59.56% en la alimentación del hato.
- La diferencia entre ambas dietas está en que la dieta 1 incluye 14 veces más alfalfa que la dieta 2.
- Al destinar el 80% de la superficie del rancho a la siembra de alfalfa con riego por goteo, el dueño tomó la decisión más conveniente.



Figura 18. Sembradío de alfalfa en el Rancho San Carlos  
Fuente: Elaboración propia

# Capítulo 4

## La Calendarización de Actividades

*“Para que algo sea real, primero debe existir en  
la imaginación”*

## **Importancia de la calendarización**

Es necesario conocer el estado del ciclo de producción en el que se encuentra cada oveja en todo momento, para poder separarlas y manejarlas correctamente.

El tipo de alimentación debe ser el adecuado para el sexo y la etapa de desarrollo en el que se encuentra cada elemento del rebaño.

Para su manejo adecuado, el hato se clasifica en siete corrales:

- Crías en lactancia
- Hembras destetadas
- Machos destetados
- Machos en engorda
- Hembras en empadre
- Hembras próximas al parto
- Hembras lactantes

## **Ventajas de la calendarización**

Al llevar a cabo el manejo calendarizado con el uso de la computadora se obtienen los siguientes beneficios:

- Cuando se tiene un control exacto de la edad de la oveja, se evita incurrir en gastos excesivos por alimentación, ya que se le proporcionará la alimentación adecuada para la etapa de desarrollo en la que se encuentra.
- Se logra un empleo más eficiente de la mano de obra porque los trabajadores adquieren certeza con respecto a las actividades que deben llevar a cabo, omitiendo olvidos.

## Actividades que requieren ser calendarizadas

El siguiente cuadro muestra las actividades que se requiere considerar para que el plan de manejo sea eficiente.

**Tabla 7. Actividades del Plan de manejo**

<b>PLAN DE MANEJO</b>	
<b>Hembras</b>	<b>Machos</b>
Registro del nacimiento	Registro del nacimiento
Administración de selenio	Administración de selenio
Colocación del arete	Colocación del arete
Aplicación de vacunas	Aplicación de vacunas
Destete	Destete
Desparasitación	Desparasitación
Monta	Engorda
Alimentación 1	Alimentación
Alimentación 2	Control de peso
Parto	-----
Cuidados postparto	-----
Sincronización	-----

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el Administrador de la granja.

A continuación se describen las actividades que se llevan a cabo tanto en las hembras como en los machos.

### **Registro del nacimiento**

En este capítulo se presenta la propuesta para que el registro, en lugar de efectuarse en hojas de papel, se lleve a cabo en hojas de cálculo (Excel), para facilitar el manejo del hato.

## Administración de selenio

Cuando el ganado se maneja con libre pastoreo, los animales pueden obtener selenio al pastar, ya que las plantas absorben el selenio del suelo. Si el terreno es pobre en selenio o si el ganado se maneja en forma estabulada, es de primordial importancia garantizar que los animales ingieren la cantidad adecuada de selenio.

La deficiencia de selenio en las crías de ovejas causa enfermedades relacionadas con el sistema inmunológico, frena el crecimiento y puede llegar a ser fatal.

En los corderos, esta deficiencia produce la llamada “enfermedad del músculo blanco” González, V. (1976) que consiste en una distrofia muscular caracterizada por debilidad, rigidez y deterioro de los músculos de tal manera que los animales afectados tienen dificultades para mantenerse en pie.

Uno de los signos más comunes es la postración del neonato y la palidez de los músculos, complicándose el cuadro clínico hasta la muerte.

Los corderos de ovejas con una carencia muy severa pueden nacer muertos o morir a los pocos días de vida, generalmente por fallo cardíaco repentino. Las lesiones musculares aparecen externamente sobre el corazón como manchas blanquecinas o bien como placas blancas en el miocardio.

En los animales adultos se afecta la fertilidad. En el caso de los machos con deficiencia de selenio, disminuye la motilidad de los espermatozoides. Las hembras tienen partos prematuros, alto índice de retenciones placentarias, disminuye su fertilidad y prolificidad.

Para calcular la dosis que se debe administrar a un cordero (Ramírez, 2009), se aplica la siguiente fórmula:

$$A = (B \times C) / D$$

Donde:

A = Cantidad en ml a aplicar

B = peso del cordero

C = Dosis sugerida en mg por cada kg de peso

D = Concentración de selenio en mg por cada ml del producto comercial

La dosis resultante debe aplicarse con una jeringa de 1 ml (usadas para la administración de insulina).

Es necesario no sobrepasar la dosis de 0.5 mg/kg PV (peso vivo), para evitar problemas de intoxicación o muerte inmediata.

## Colocación del arete

En el ganado se utilizan dos tipos de arete de identificación: el arete tipo botón y el arete tipo bandera<sup>1</sup>.

Una vez colocados, los aretes no deben modificar el comportamiento del animal ni provocar lesiones o molestias en la zona de aplicación.

Los aretes deben colocarse en el cuadrante 5 de las orejas, entre las dos venas.



Figura 19. Rancho San Carlos. Semental con arete amarillo  
Fuente: Elaboración propia

---

<sup>1</sup>[https://www.siniiga.org.mx/docs/Manual\\_Tecnico.pdf](https://www.siniiga.org.mx/docs/Manual_Tecnico.pdf) Recuperado el 4 de enero de 2014

## **Aplicación de vacunas**

El manejo sanitario del hato debe enfocarse en la prevención y control de enfermedades, ya que éstas producen pérdidas económicas importantes al incidir en una disminución en la producción y en casos extremos, en la muerte de animales.

## **Destete**

El destete consiste en la separación de la madre y su cría, cuando ésta tenga la edad suficiente para alimentarse de manera independiente y garantizar que la oveja tenga la condición corporal requerida para el siguiente ciclo reproductivo.

## **Desparasitación**

Es muy importante llevar a cabo la desparasitación del hato en el momento adecuado porque permite prevenir problemas sanitarios y de este modo se logra una disminución en los costos al evitar enfermedades. También se obtiene una mejor calidad de la carne y una mayor producción.

## **Sincronización del estro**

El estro o época de celo es el periodo en que las hembras de los mamíferos se encuentran receptivas sexualmente.

El ciclo estral de las ovejas tiene una duración aproximada de diecisiete días, dentro de los cuales, solamente durante dos días la oveja permite la monta del macho.

La sincronización del estro es el control o manifestación del ciclo estral con el propósito de que un conjunto de hembras esté listo para la reproducción al mismo tiempo. El método más usual consiste en la administración de progesterona.

El estro se sincroniza con la finalidad de tener mejor control de la reproducción, lo que permite obtener rebaños homogéneos, facilitando su manejo (Grame y Blanche, 2004).

# El plan de manejo computarizado

---

Para el manejo adecuado del hato, diseñé dos hojas de control en Excel, al considerar que es accesible dado que entre los trabajadores actuales de la granja, los hay con nivel educativo que va desde primaria inconclusa hasta secundaria.

Las hojas diseñadas son una ayuda de fácil manejo porque solamente se requiere introducir la fecha de nacimiento de cada borrego.

Una vez introducida la fecha, en la hoja se despliega la calendarización en la que se muestra la fecha que corresponde a cada actividad.

En el anexo A se incluye una guía para el usuario.

## Nueva actividad

---

Para que la propuesta de la solución al problema de la consanguinidad pueda ser implementada, se requiere que el plan de manejo incluya una nueva actividad, la cual consiste en que antes de retirar a las hembras del corral de empadre para llevarlas al corral de hembras gestantes, éstas deben ser marcadas con el color del semental al cual fueron asignadas.

Se recomienda que la marca consista en una etiqueta del mismo color del arete del semental y que sea adherida en el anverso del arete de la hembra.

Al llevar a cabo este simple procedimiento, cuando se coloque el arete de la borreguita, al trasladarla al corral de borregos lactantes, con revisar el color de la etiqueta de su madre, se sabrá el color del arete que debe corresponder a la cría.

Cuando la cría se desarrolle y llegue a la edad de ir al corral de empadre, el color de su arete indicará el semental al cual no debe ser asignada para evitar la consanguinidad.

En el caso de los borreguitos machos, la propuesta consiste en que se les asigne un arete de color azul. Sin embargo, para mayor seguridad, se le podría colocar un arete del mismo color que el de su madre, para que, en el caso en que se decidiese conservar al borrego en el rancho con el fin de utilizarlo como semental, el color de su arete indicará las hembras con las que no debe efectuarse la monta.

# Plan de manejo para las hembras

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1												
2				<b>PLAN DE MANEJO (HEMBRAS)</b>								
3												
4												
5	Código	Fecha nacimiento	Administración de selenio, colocación de arete y traslado al corral de borregas lactantes	Traslado al corral de empadre con la madre	Traslado al corral de hembras gestantes con la madre (aprox.)	Primera desparasitación y vacunación	Destete y traslado al corral de primaras	Traslado al corral de empadre	Segunda desparasitación y vacunación	Tercera desparasitación y vacunación	Cuarta desparasitación y vacunación	
6		05/01/15	08/01/15	07/02/15	29/03/15	05/04/15	05/04/15	04/07/15	02/10/15	30/03/16	26/09/16	
7		06/01/15	09/01/15	08/02/15	30/03/15	06/04/15	06/04/15	05/07/15	03/10/15	31/03/16	27/09/16	
8		07/01/15	10/01/15	09/02/15	31/03/15	07/04/15	07/04/15	06/07/15	04/10/15	01/04/16	28/09/16	
9		08/01/15	11/01/15	10/02/15	01/04/15	08/04/15	08/04/15	07/07/15	05/10/15	02/04/16	29/09/16	
10		09/01/15	12/01/15	11/02/15	02/04/15	09/04/15	09/04/15	08/07/15	06/10/15	03/04/16	30/09/16	
11		10/01/15	13/01/15	12/02/15	03/04/15	10/04/15	10/04/15	09/07/15	07/10/15	04/04/16	01/10/16	

Figura 20. Hoja de Excel del Plan de manejo (Hembras)

Fuente: Elaboración propia

# Plan de manejo para los machos

En el caso de los machos, se consideraron menos desparasitaciones porque serán vendidos antes de que requieran nuevamente este procedimiento.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1										
2				<b>PLAN DE MANEJO (MACHOS)</b>						
3										
4										
5	Código	Fecha de nacimiento	Administración de selenio, colocación de arete y traslado al corral de borregas lactantes	Traslado al corral de empadre con la madre	Traslado al corral de hembras gestantes con la madre (aprox.)	Primera desparasitación y vacunación	Destete y traslado al corral de machos destetados	Traslado al corral de finalización	Segunda desparasitación y vacunación	
6		05/01/15	08/01/15	07/02/15	29/03/15	05/04/15	05/04/15	06/03/15	02/10/15	
7		06/01/15	09/01/15	08/02/15	30/03/15	06/04/15	06/04/15	07/03/15	03/10/15	
8		07/01/15	10/01/15	09/02/15	31/03/15	07/04/15	07/04/15	08/03/15	04/10/15	
9		08/01/15	11/01/15	10/02/15	01/04/15	08/04/15	08/04/15	09/03/15	05/10/15	
10		09/01/15	12/01/15	11/02/15	02/04/15	09/04/15	09/04/15	10/03/15	06/10/15	
11		10/01/15	13/01/15	12/02/15	03/04/15	10/04/15	10/04/15	11/03/15	07/10/15	
12										

Figura 21. Hoja de Excel del Plan de manejo (Machos)  
Fuente: Elaboración propia

## Conclusiones del tercer objetivo específico

---

El uso de la computadora para la calendarización de las actividades del plan de manejo presenta las siguientes ventajas:

- Evita los errores en el cálculo de la fecha correspondiente a una actividad determinada.
- Evita la omisión de actividades por olvido.
- Las actividades no quedan sujetas a la improvisación.
- Facilita la asignación diaria de las labores que deben realizar los trabajadores porque con anticipación se tiene claridad con respecto a las actividades que deben llevarse a cabo durante la jornada.
- Economiza el tiempo destinado a la organización de las actividades que deben cubrir los empleados durante la jornada.
- Permite ahorros en los gastos de alimentación porque se tiene un mejor control del tipo de dieta que se requiere acorde con las necesidades nutricionales de cada animal.

## Conclusiones generales

---

Al analizar la problemática de la granja desde la perspectiva del enfoque de Sistemas fue posible establecer las líneas de acción que permitieran lograr los objetivos propuestos.

Los aportes que este trabajo brindó son:

- Un sistema de clasificación de las crías cuya implementación no genera costos adicionales y que permite dar solución a los problemas de consanguinidad.
- La corroboración de que la decisión de incluir alfalfa como un elemento importante en la dieta, permite maximizar las ganancias, manteniendo los requerimientos nutricionales del ganado.
- La elaboración del material requerido para llevar a cabo la calendarización de actividades con el uso de la computadora, tomando en cuenta que, al ser de fácil manejo, puede ser implementado sin que el grado de escolaridad de los trabajadores sea un impedimento.
- Un manual explicativo para el uso de las hojas de control del Plan de Manejo.

## Referencias bibliográficas

---

- Arteaga, J. (2014) (<http://spo.uno.org.mx/wpcontent/uploads/informe2013/noroeste/situacionactualdelaproducciondeovinosnl051113.pdf> ) Recuperado el 22 de diciembre de 2014
- Bulla, P. Calvo, M. (2013) Manual de buenas prácticas ovinas. (<http://es.slideshare.net/PedroABulla/presentacin-nutricion-condicion-corporal-y-sanidad>) Recuperado el 26 de junio de 2014
- Buratovich, O. (2010) Carpeta Técnica, Ganadería N° 36 ([http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_ovina/produccion\\_ovina/76-Eficiencia\\_reproductiva.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/76-Eficiencia_reproductiva.pdf)) Recuperado el 7 de mayo de 2015
- Cook, W .et al (1998) Combinatorial Optimization. New York. Wiley-Interscience
- Chartrand, G. Zhang, P. (2009) Chromatic Graph Theory. Michigan. CRC Press
- Daza, A. El sistema STAR. Cinco partos en tres años, CEVA Salud
- Gutiérrez, J., Martínez, G, y Ortiz, C. (2000) *Producción de carne de ovino en praderas de humedad residual en la zona templada*. Zinacantepec, Edo. de México: SAGAR.
- González, V. (1976) Enfermedad del músculo blanco ([http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1976\\_21.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1976_21.pdf)) Recuperado el 20 de abril de 2015
- Graeme, B. M. Blanche, D. (2004) Biotecnología y reproducción de pequeños rumiantes. Una perspectiva. En: La biotecnología en la ganadería del siglo XXI. Memoria XXV del aniversario del programa de ganadería. Colegio de Postgraduados.
- Hogue, D.E. Sheep management on the STAR Shepp Production System. Cornell University. (<http://www.ansci.cornell.edu/shepp/management/breeding/star/description.html>.) Recuperado el 7 de mayo de 2014

- K lusmann, C.K. (1988) Trees and shrubs for animal production in tropical and subtropical areas. Plant Research Development, Tübingen
- Pérez-Clariget R., Porras A. (2006) Reproducción de ovinos. *En* Reproducción de Animales Domésticos. México, D.F. Limusa
- Ramírez, A. González, A. (2001) ([https://issuu.com/charolaischarbray/docs/revista\\_charolais\\_mayo\\_2001](https://issuu.com/charolaischarbray/docs/revista_charolais_mayo_2001)). Recuperado el 16 de abril de 2015
- Ramírez, E. (2009) Suplementación de selenio en áreas deficientes de México. Fortalecimiento del sistema productivo de ovinos (<http://www.uno.org.mx/sistema/pdf/alimentacion/suplementaciondeselenio.pdf>) Recuperado el 20 de abril de 2015.
- Sàbat, G. (2007) El sistema STAR ([http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_ovina/produccion\\_ovina/13-star.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/13-star.pdf)) Recuperado el 7 de mayo de 2014.

## Bibliografía consultada

---

- Balderas, P. (2014) Notas del curso de Matemáticas para la Optimización. Programa de Posgrado en Investigación de Operaciones. UNAM
- Espinosa, R. (2010) Matemáticas Discretas. México, D.F. Alfaomega
- Hernández, C. (2005) Introducción a la Teoría de Redes. México, D.F. Sociedad Matemática Mexicana
- Hillier, F. Hillier, M. (2008) Métodos cuantitativos para administración. México D.F. Mc Graw Hill
- O'Connor, J. McDermott, I. (1998) Introducción al pensamiento sistémico. Barcelona. Urano
- Sampieri, R. Fernández, C. Baptista, P. (2010) Metodología de la investigación. México, D.F. Mc Graw Hill

## Glosario

---

**borrego:** carnero mayor de un año.

**bovino:** relativo al toro o a la vaca.

**cordero:** oveja menor de un año.

**empadre:** etapa del manejo en la que las hembras son colocadas en el corral del semental con fines reproductivos.

**estabulado:** ganado que se encuentra en un establo.

**hato:** porción de ganado mayor o menor.

**oveja:** hembra del carnero.

**ovino:** relativo a la oveja o borrego.

**peso vivo (PV):** es el peso que se toma en una balanza e incluye el contenido del tracto digestivo, por lo que puede variar, dependiendo del momento en que se pese al animal (antes o después de la alimentación).

**rebaño:** conjunto de ovejas y borregos.

**selenio:** elemento químico imprescindible para el buen desarrollo del cordero.

**sincronización:** proceso en el que se administra progesterona a las ovejas para que entren en celo simultáneamente.

# Anexos

---

## **Anexo A**

Manual para el uso de las hojas de control del plan de manejo

## **Anexo B**

Nivel de escolaridad

## **Anexo C**

Comportamiento mensual de precios de cordero en el país.

Proyecciones para la producción y consumo de carne de cordero en México.

Precios registrados en el ganado ovino para abasto durante la semana del 8 al 15 de enero de 2016.

## **Anexo D**

La condición corporal

# Anexo A

---

## Manual para el uso de las hojas de control del plan de manejo

Para tener acceso a la hoja de control del plan de manejo se requiere tener instalado el software Excel en la computadora.

Para abrir la hoja de trabajo hay que hacer doble clic con el botón izquierdo del mouse sobre el ícono de la hoja de cálculo:

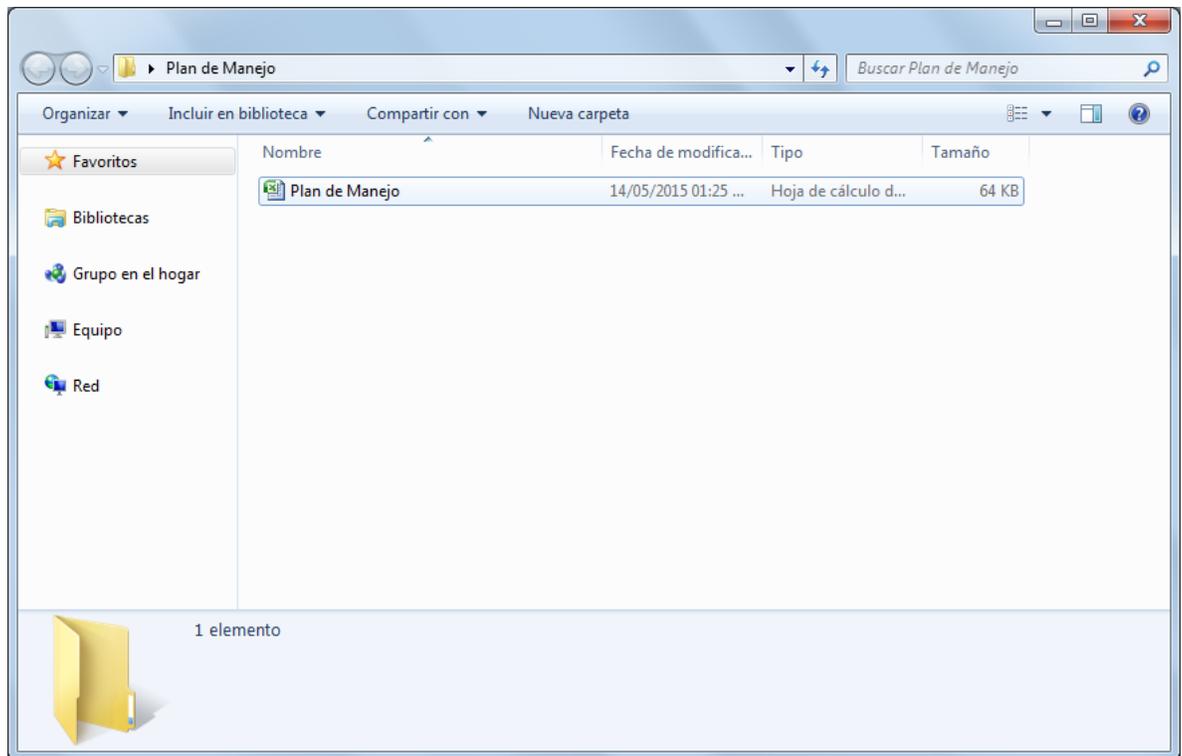


Figura 1A. Nombre del archivo  
Elaboración propia

El Plan de Manejo tiene dos hojas de trabajo, la hoja 1 corresponde a las hembras y la hoja 2 a los machos.

Para seleccionar la hoja con la que se desea trabajar, se debe hacer clic con el botón izquierdo del mouse sobre la hoja deseada, en la parte inferior izquierda del documento:

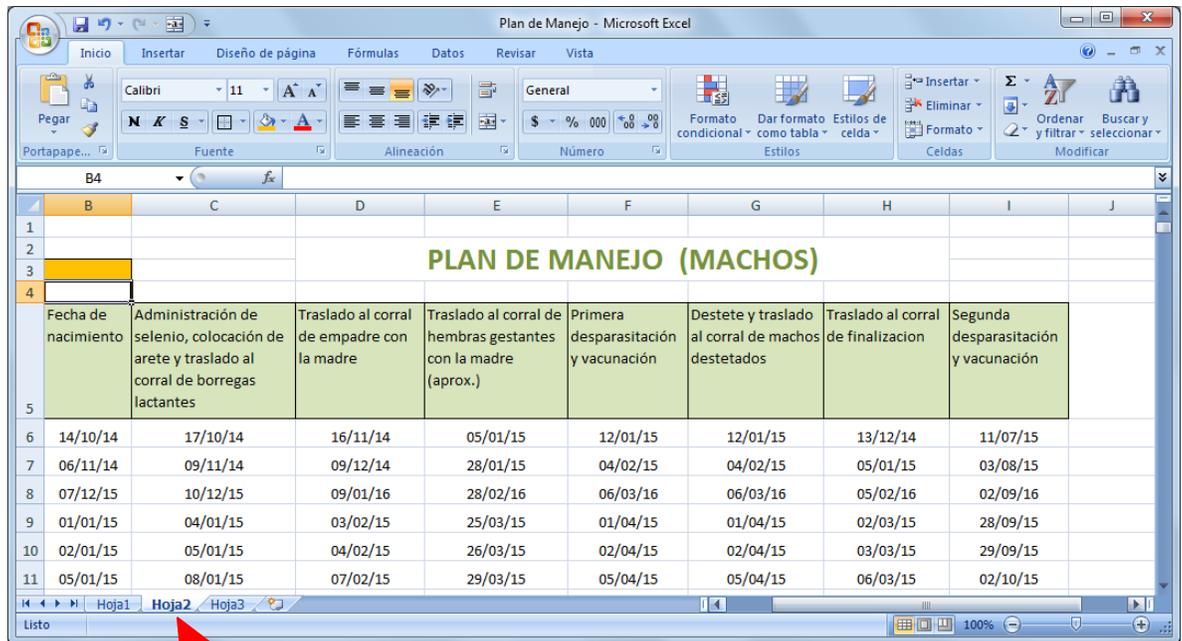


Figura 2A. Hoja de trabajo  
Elaboración propia

En este ejemplo se seleccionó la hoja 2

Para registrar el nacimiento de una nueva cría solamente deben utilizarse las primeras dos columnas:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1															
2															
3															
4															
5	Código	Fecha de nacimiento	Administración de selenio, colocación de arete y traslado al corral de borregas lactantes	Traslado al corral de empadre con la madre	Traslado al corral de hembras gestantes con la madre (aprox.)	Primera desparasitación y vacunación	Destete y traslado al corral de primas	Traslado al corral de empadre	Segunda desparasitación y vacunación	Tercera desparasitación y vacunación	Cuarta desparasitación y vacunación				
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															

Figura 3A. Columnas de información  
Elaboración propia

En la columna **Código** se escriben tres letras y tres números.

Las tres letras son ALL o ALM, que indican las iniciales del dueño de ese animal.

Los tres números indican el número que le corresponde dentro del hato.

Por ejemplo:

ALL 056

La columna **Fecha de nacimiento**

Debe llenarse con el formato

día/mes/año, con dos lugares para cada uno: dd/mm/aa.

Ejemplos:

20/11/14

01/03/15

Una vez que se han introducido los datos de la nueva oveja en las primeras dos columnas, la hoja calcula automáticamente la fecha en que debe llevarse a cabo cada actividad del plan de manejo.

Cuando una actividad corresponde con la fecha actual, la celda se destaca en color verde.

Por ejemplo, si los datos del nacimiento de una nueva oveja se introducen el mismo día en que nació, la celda que indica la fecha de nacimiento se destacará en verde:

Código	Fecha de nacimiento	Administración de selenio, colocación de arete y traslado al corral de borregas lactantes	Traslado al corral de empadre con la madre	Traslado al corral de hembras gestantes con la madre (aprox.)	Primera desparasitación y vacunación	Destete y traslado al corral de primas	Traslado al corral de empadre	Segunda desparasitación y vacunación	Tercera desparasitación y vacunación	Cuarta desparasitación y vacunación
	14/10/14	17/10/14	16/11/14	05/01/15	12/01/15	12/01/15	12/04/15	11/07/15	07/01/16	05/07/16
	06/11/14	09/11/14	09/12/14	28/01/15	04/02/15	04/02/15	05/05/15	03/08/15	30/01/16	28/07/16
	07/12/15	10/12/15	09/01/16	28/02/16	06/03/16	06/03/16	04/06/16	02/09/16	01/03/17	28/08/17
	01/01/15	04/01/15	03/02/15	25/03/15	01/04/15	01/04/15	30/06/15	28/09/15	26/03/16	22/09/16
	02/01/15	05/01/15	04/02/15	26/03/15	02/04/15	02/04/15	01/07/15	29/09/15	27/03/16	23/09/16
	05/01/15	08/01/15	07/02/15	29/03/15	05/04/15	05/04/15	04/07/15	02/10/15	30/03/16	26/09/16
	06/01/15	09/01/15	08/02/15	30/03/15	06/04/15	06/04/15	05/07/15	03/10/15	31/03/16	27/09/16
	23/06/15	26/06/15	26/07/15	14/09/15	21/09/15	21/09/15	20/12/15	19/03/16	15/09/16	14/03/17

Figura 4A. Fecha resaltada en color verde  
Elaboración propia

Cuando se consulta la hoja en fechas posteriores al nacimiento, se destacarán las celdas de las actividades que deben realizarse el día de la consulta (es decir, se destacan en verde las celdas cuya fecha coincide con la del calendario de la computadora) por ejemplo:

PLAN DE MANEJO (HEMBRAS)

Código	Fecha de nacimiento	Administración de selenio, colocación de arete y traslado al corral de borregas lactantes	Traslado al corral de empadre con la madre	Traslado al corral de hembras gestantes con la madre	Primera desparasitación y vacunación	Destete y traslado al corral de primas	Traslado al corral de empadre	Segunda desparasitación y vacunación	Tercera desparasitación y vacunación	Cuarta desparasitación y vacunación
	14/10/14	17/10/14	16/11/14	05/01/15	12/01/15	12/01/15	12/04/15	11/07/15	07/01/16	05/07/16
	06/11/14	09/11/14	09/12/14	28/01/15	04/02/15	04/02/15	05/05/15	03/08/15	30/01/16	28/07/16
	07/12/15	10/12/15	09/01/16	28/02/16	06/03/16	06/03/16	04/06/16	02/09/16	01/03/17	28/08/17
	01/01/15	04/01/15	03/02/15	25/03/15	01/04/15	01/04/15	30/06/15	28/09/15	26/03/16	22/09/16
	02/01/15	05/01/15	04/02/15	26/03/15	02/04/15	02/04/15	01/07/15	29/09/15	27/03/16	23/09/16
	05/01/15	08/01/15	07/02/15	29/03/15	05/04/15	05/04/15	04/07/15	02/10/15	30/03/16	26/09/16
	06/01/15	09/01/15	08/02/15	30/03/15	06/04/15	06/04/15	05/07/15	03/10/15	31/03/16	27/09/16
	16/01/16	19/01/16	18/02/16	08/04/16	15/04/16	15/04/16	14/07/16	12/10/16	10/04/17	07/10/17
	15/02/2016	18/02/16	19/03/16	08/05/16	15/05/16	15/05/16	13/08/16	11/11/16	10/05/17	06/11/17
	18/02/16	21/02/16	22/03/16	11/05/16	18/05/16	18/05/16	16/08/16	14/11/16	13/05/17	09/11/17

Figura 5A. Celdas en verde  
Elaboración propia

Las celdas resaltadas en verde son las que coinciden con la fecha de la computadora

Si se requiere consultar las actividades a realizar en una fecha diferente a la del día de hoy (es decir, a la fecha actual de la computadora), entonces se debe introducir la fecha deseada en la celda amarilla que se encuentra ubicada arriba a la izquierda de la hoja del plan de manejo:

Código	Fecha de nacimiento	Administración de selenio, colocación de arete y traslado al corral de borregas lactantes	Traslado al corral de empadre con la madre	Traslado al corral de hembras gestantes con la madre (aprox.)	Primera desparasitación y vacunación	Destete y traslado al corral de machos destetados
	14/10/14	17/10/14	16/11/14	05/01/15	12/01/15	12/01/15
	06/11/14	09/11/14	09/12/14	28/01/15	04/02/15	04/02/15
	07/12/15	10/12/15	09/01/16	28/02/16	06/03/16	06/03/16
	01/01/15	04/01/15	03/02/15	25/03/15	01/04/15	01/04/15

Celda para consulta en fecha distinta a la del día de hoy

Figura 6A. Celda para búsqueda  
Elaboración propia

Ejemplo:

Fecha de nacimiento	Administración de selenio, colocación de arete y traslado al corral de borregas lactantes	Traslado al corral de empadre con la madre	Traslado al corral de hembras gestantes con la madre (aprox.)	Primera desparasitación y vacunación	Destete y traslado al corral de machos destetados	Traslado al corral de finalización	Segunda desparasitación y vacunación
14/10/14	17/10/14	16/11/14	05/01/15	12/01/15	12/01/15	13/12/14	11/07/15
06/11/14	09/11/14	09/12/14	28/01/15	04/02/15	04/02/15	05/01/15	03/08/15
07/12/15	10/12/15	09/01/16	28/02/16	06/03/16	06/03/16	05/02/16	02/09/16
01/01/15	04/01/15	03/02/15	25/03/15	01/04/15	01/04/15	02/03/15	28/09/15
02/01/15	05/01/15	04/02/15	26/03/15	02/04/15	02/04/15	03/03/15	29/09/15
05/01/15	08/01/15	07/02/15	29/03/15	05/04/15	05/04/15	06/03/15	02/10/15

Figura 7A. Resultado de la búsqueda por fecha  
Elaboración propia

La celda amarilla permite las siguientes consultas:

- Introducir una fecha posterior para la planeación de actividades futuras.
- Introducir una fecha anterior para corroborar que no se omitió efectuar actividades previas.
- Si en la celda amarilla se introduce la fecha del día de hoy, las celdas que coincidan no se mostrarán en color amarillo, se destacarán con color verde.

**NOTA:**

Cada hoja del plan de manejo (hoja 1 para hembras y hoja 2 para machos) tiene 500 renglones disponibles en los que se ha programado el manejo automático a partir de introducir la fecha de nacimiento.

## Anexo B

# Comportamiento Mensual de Precios Cordero en el Centro del País

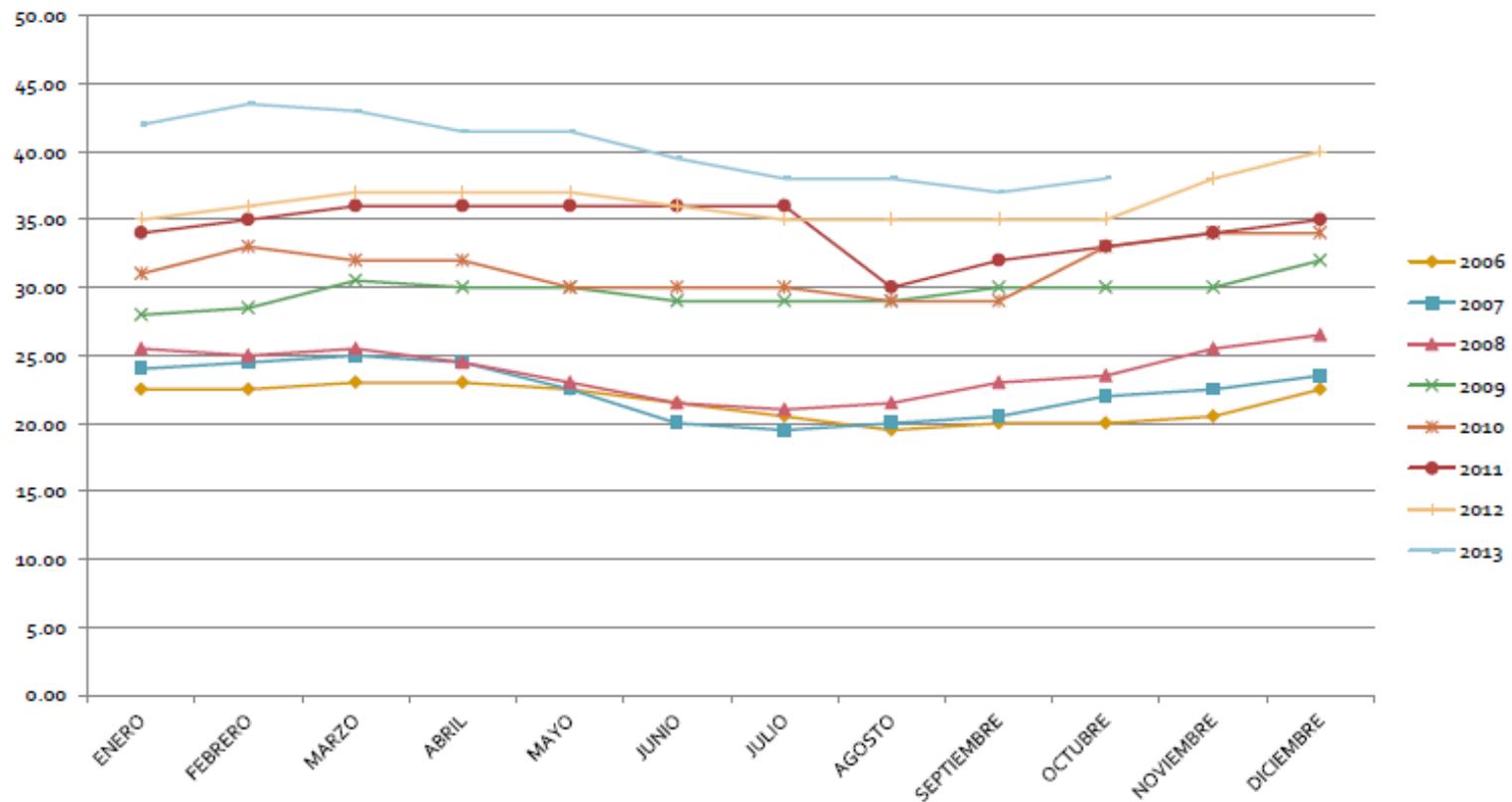
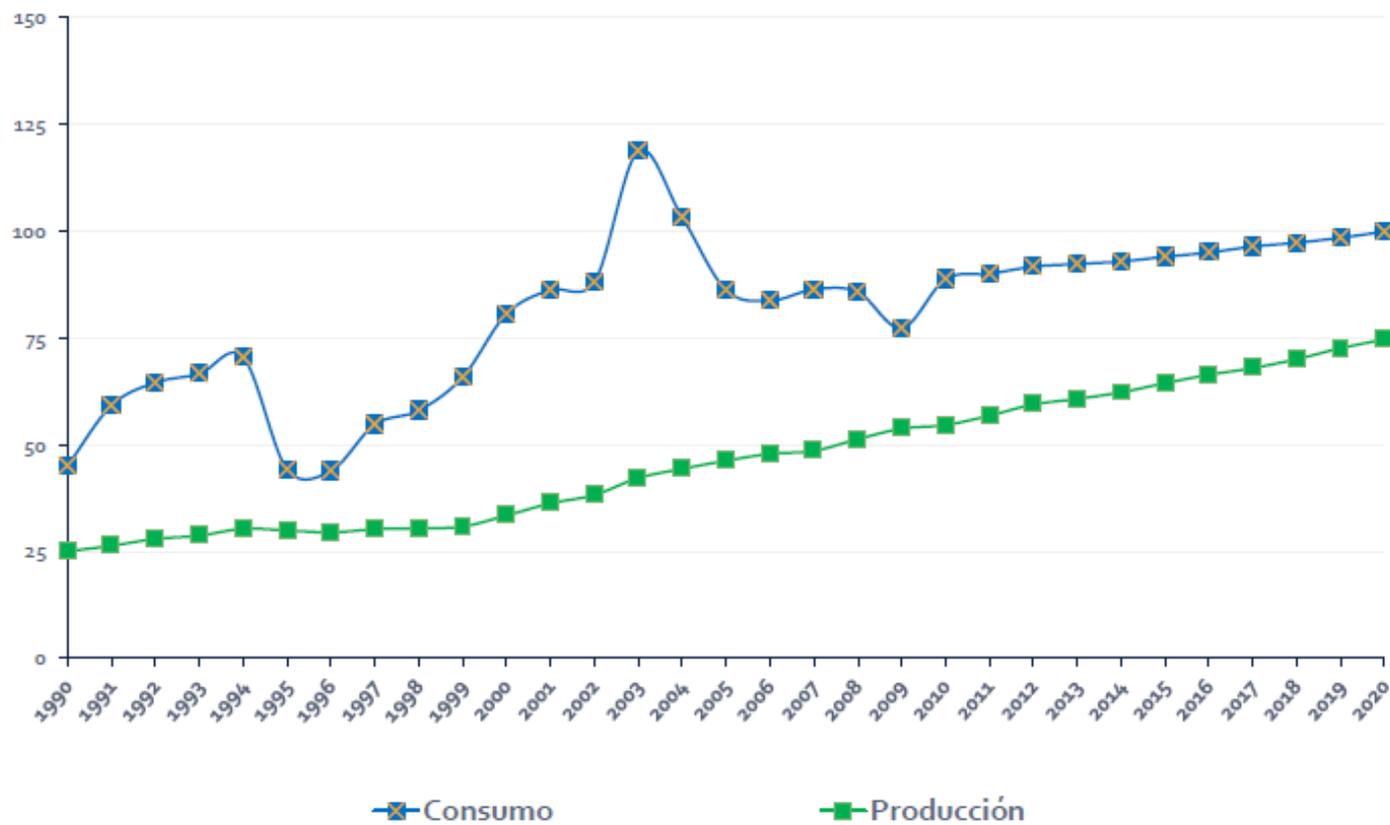


Figura 1B. Precios de la carne de cordero

Fuente: <http://spo.uno.org.mx/wp-content/uploads/informe2013/noroeste/situacionactualdelaproducciondevinosn051113.pdf> Recuperado el 22 de diciembre de 2015

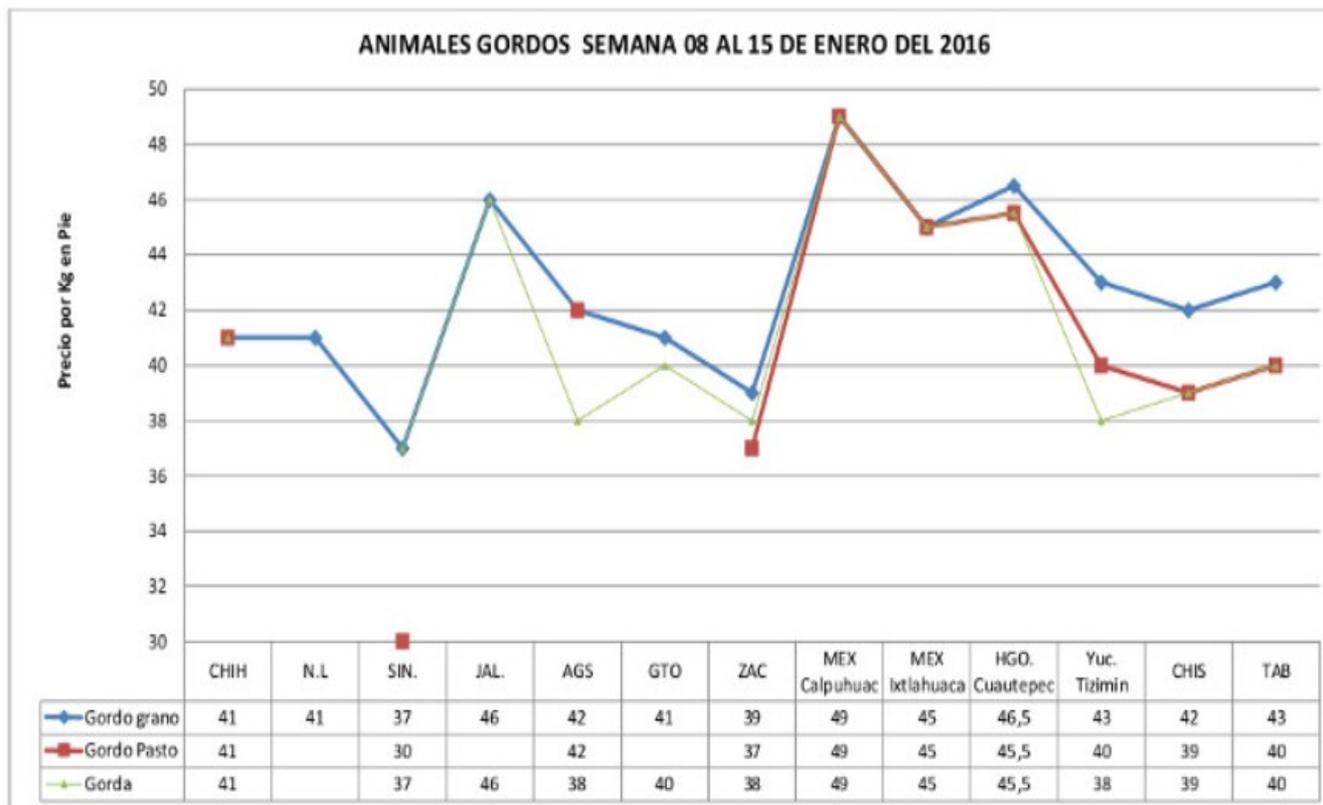
## PROYECCIONES PARA LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE CARNE DE CORDERO EN MÉXICO. (Miles de Toneladas.)



Fuente: FAO y OCDE

Figura 2B. Proyecciones para consumo y producción en México

Fuente: <http://spo.uno.org.mx/wp-content/uploads/informe2013/noroeste/situacionactualdelaproducciondeovinosl051113.pdf> Recuperado el 22 de diciembre de 2015



Fuente: Organismos afiliados a la UNO y/o CESPO

Figura 3B. Precios en el mes de enero

Fuente: <http://spo.uno.org.mx/precios-registrados-en-el-ganado-ovino-para-abasto-durante-la-semana-del-08-al-15-de-enero-del-2016/> Obtenido el 18 de enero de 2016

## Anexo C

### Nivel de escolaridad

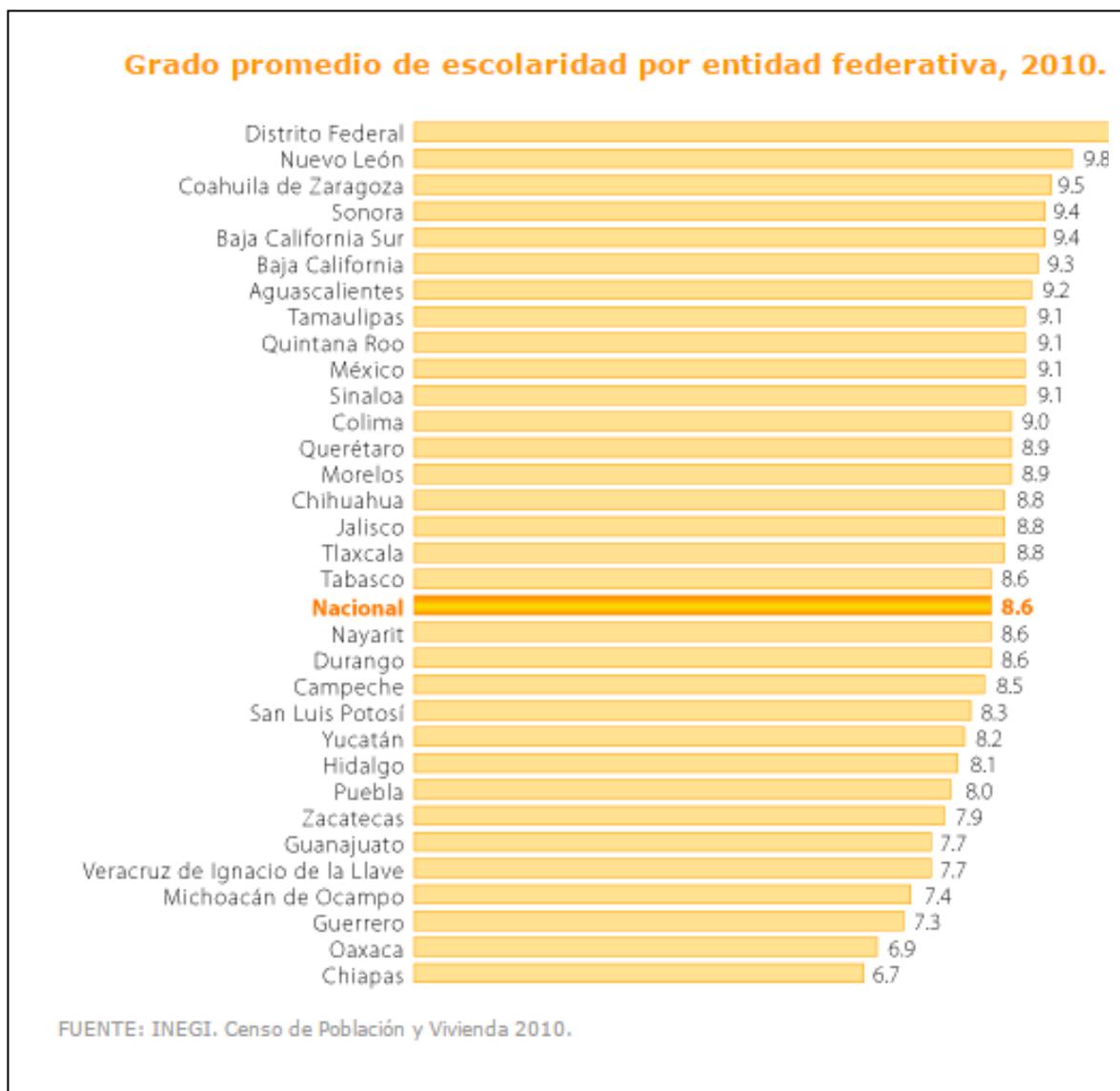


Figura 1C. Escolaridad en Guanajuato.

Fuente: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/escolaridad>. Recuperado el 20 de abril de 2014

## Anexo D

---

### La Condición Corporal

**Condición Corporal en Ovinos y Caprinos**

**CLASIFICACIÓN DE CONDICIÓN CORPORAL  
PARA VARIAS FASES DE PRODUCCIÓN.**

<b>Etapa</b>	<b>Calificación optima</b>
Reproducción	3 – 4
Temprano Media gestación	2.5 – 4
Parto	3.5- 4
Parto gemelar	3.5 – 4
Destete	3- 4

Figura 1D. La Condición Corporal (CC)

Fuente: Bulla, P. Calvo, M. (2013) Manual de buenas prácticas ovinas. Obtenido el 26 de junio de 2014 desde <http://es.slideshare.net/PedroABulla/presentacin-nutricion-condicion-corporal-y-sanidad>