



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y LA
SALUD ANIMAL
MAESTRÍA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**Tres alternativas de rentabilidad con ovinos estabulados
en corrales modulares**

**TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**PRESENTA
MARTHA PAOLA LOZANO PÉREZ**

**COMITÉ TUTORAL
M EN C. ROSA BERTA ANGULO MEJORADA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, UNAM
M EN C. ANTONIO ORTIZ HERNÁNDEZ
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, UNAM
DR. JORGE TORTORA PÉREZ
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN, UNAM**

MÉXICO, D.F., A JUNIO DE 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A **mi familia** por su confianza, apoyo y cariño.
Gracias por todas las oportunidades que me han dado.

A **mamá Capu** por mostrarme su apoyo incondicional
sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A **Nez du chien** por haber compartido sinsabores y
alegrías de la vida. Gracias por haberme brindado tu
mano para no dejarme caer en momentos de
incertidumbre.

AGRADECIMIENTO

A cada uno de los integrantes de **mi familia** por entender y creer en mí. Gracias a su apoyo logré alcanzar otra meta de mi vida.

A la **Dra. Rosi Angulo y al Dr. Antonio Ortiz** por su amistad, buen humor y eternas sonrisas durante su guía, apoyo, tiempo y dedicación en la realización de este trabajo.

Al **Dr. Jorge Tortora** pilar fundamental en el desarrollo de la tesis, le externo mi agradecimiento por su ayuda y entrega durante este proceso pero sobre todo por sus hermosas palabras que siempre me sacaron más de una sonrisa hilarante.

Al **C.P. Oscar Sánchez** por haber permitido la realización de este trabajo en el rancho “Ngué More”, brindando su apoyo en todo momento.

Al **Ing. Saúl Franco Balderas** por su asesoría que enriqueció la elaboración de la tesis.

A mi querido amigo **Dr. Ricardo Hernández** que no desistió en alentarme a continuar para terminar este ciclo. Me brindo sus conocimientos, confianza, amistad, su buen humor y carácter para afrontar los problemas sin vacilaciones, pero sobre todo me enseñó a vivir la vida dejándome maravillado con ella.

Al **Dr. Carlos López** por su enorme paciencia, apoyo, comprensión, tiempo y entrega en el desarrollo de la tesis. Además por compartir sus conocimientos y amistad, guiándome en momentos de desasosiego.

A la **Dra. Angélica Terrazas, Dr. Jesús Núñez y Dr. Jesús Romero** por su disposición permanente e incondicional para la aclaración de dudas y por sus substanciales sugerencias durante la redacción de la tesis.

A mi amigo **Noé** del CEIEPO por brindarme sus conocimientos y experiencias en la elaboración artesanal de paneles modulares, lo cual potenció el desarrollo de este trabajo.

A **Luis “divo” y José Luis “hp”** por su amistad, buen humor y apoyo.

A mis hermanas de corazón **Norma, Ivonne y Yami** por su amistad.

RESUMEN

Los ovinocultores que producen pie de cría (material genético) deben competir en un mercado en el que la calidad del producto, incluidas las instalaciones, determina el éxito de la empresa. La inversión en instalaciones tecnificadas repercute en un aumento de la rentabilidad de la empresa y se refleja en un menor costo promedio, pues facilita el manejo, mejora la sustentabilidad bio-económica de los sistemas de producción e incrementa la calidad de los productos, subproductos y servicios que se obtiene de los animales, ya que se favorece el bienestar de éstos. Existen varias alternativas de instalaciones con distintos grados de tecnificación, entre ellas están los corrales modulares de acero galvanizado que se adaptan fácilmente a cambios de configuración, tamaño, orientación y equipo. Sin embargo, el costo de esta alternativa es elevado en comparación con las instalaciones que generalmente se utilizan en los sistemas de producción en México. El objetivo de este trabajo fue evaluar la rentabilidad de la inversión en corrales modulares para una empresa ovina, tomando como base una unidad de producción de 460 vientres, destinada a la producción de pie de cría (PC), engorda de corderos (EC) o combinaciones de estas dos alternativas (CA), todos bajo un sistema estabulado. La evaluación se llevó a cabo con base en un modelo de simulación Monte Carlo elaborado con Microsoft Excel® y el complemento Simtools®; se calcularon 36 escenarios con base en las tres alternativas de producción, dos esquemas de alimentación y dos tipos de instalaciones. Para cada escenario se realizaron análisis de sensibilidad para algunas variables clave. Se evaluaron indicadores de desempeño productivo, económico y financiero. Los resultados indican que la inversión en instalaciones modulares es rentable con la opción PC y con un mínimo de 60% de los corderos vendidos como pie de cría. La opción CA mostró desempeños menores a la producción exclusiva de pie de cría. Lo anterior indica que invertir en este tipo de instalaciones es rentable para sistemas dedicados a la producción de pie de cría con ventas del 60% de los corderos producidos. El trabajo resalta la utilidad de la

elaboración de modelos de simulación para mejorar la toma de decisiones en las empresas ovinas.

Palabras clave: engorda, modelo estocástico, método monte carlo, pie de cría, sistema intensivo, ovinos

ABSTRACT

The people who produce breeding stock sheep (genetic material) have to compete in a market which the quality of the product, including the installations, determine the exit of the company. The investment in technological installations might increase of the cost in turn to impact in the effectiveness of the company, in contrast this inversion could to improve the animal welfare well-being of the animals, making easier the manipulation of them, improving the bio-economic sustainability of the systems of production and increasing the quality of the products, sub products, and services that we obtains of the animals. There are many alternatives of installations with different grades of technology, one of them are the galvanized steel modular pens that easily adapted to changes of configuration, size, orientation and equipment. However the cost of this alternative is high in comparison with other installations that generally are used in Mexico on systems of production. The objective of this study was for evaluate the profitability of the inversion in modular pens for a ovine company, based in a unity of production of 460 ewes destined for the breeding stock (PC), feedlot lamb (EC) or a combination of both alternatives (CA), all of them under a confined system. The evaluation was realized in base of Monte Carlo method elaborated with Microsoft Excel© and the complement Simtools©; 36 stages were calculated in base of 3 production alternatives, 2 feeding regimen and 2 installation types. It was realized a sensitivity analysis for each stage and for some variable keys. Productive, economic and financial perform indicators were evaluated. The results show that the investment in this kind of installations it's profitable with the breeding stock option (PC) and at least a 60% of the sold lamb breeding stock. The combination of both alternatives (CA) shown a lower performance in the breeding stock production. This means that the investment in this kind of installations it's profitable for systems who work in the production of breeding stock with 60% sales of the produced lamb. The study emphasize the utility in the elaboration of simulation models for improve the take of decisions in the sheep business, because

producers have different expectations of profit and profitability, accordingly the implementation of technological improvements including the installations that could increase the productive performance of animals will also be different

Key words: feedlot, stochastic model, monte carlo method, breeding stock, intensive system, sheep

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Población ovina.....	4
2.2 Producción Ovina	5
2.3 Sacrificio.....	8
2.4 Consumo Nacional Aparente.....	9
2.5 Importaciones.....	10
2.6 Exportaciones.....	12
2.7 Consideraciones generales sobre el diseño de instalaciones ovinas.....	14
2.8 Alojamiento ovinos con paneles modulares	17
2.9 Definición de panel.....	18
2.10 Uso del panel en la edad de hierro tardía y el periodo romano.	18
2.11 Uso del panel en la edad media.....	19
2.12 Panel de hierro forjado en el siglo XIX.....	21
2.13 Utilización de paneles en México durante la conquista y colonia.....	22
2.14 Paneles en exposiciones ganaderas nacionales.....	23
2.15 Paneles en México del siglo XXI.....	24
2.16 Características optimas de los paneles	25
2.17 Modelos y materiales de paneles:	27
2.18 Tamaño de los paneles	27
2.19 Posición y número de rieles.....	28
2.20 Forma de los paneles y tipo de bases.....	29
2.21 Anclaje entre los paneles	31
2.22 Pasadores para los paneles puerta	31
2.23 Materiales comúnmente usados para construir paneles de ovino	32
2.23.1 Panel de Madera:	32
2.24.2 Panel tubular galvanizado.....	34

.2.24.3	Panel de plástico reciclado	36
2.24	Modelos de simulación en unidades productivas ovinas	36
2.24.1	Modelos de simulación	37
2.24.2	Clasificación de los modelos	39
2.24.3	Método de Simulación Monte Carlo	41
3	JUSTIFICACIÓN	42
4	OBJETIVOS	43
4.1	Objetivo general	43
4.2	Objetivos específicos	43
5	MATERIAL Y MÉTODOS	44
5.1	Localización	44
5.2	Descripción de la alternativa de producción pie de cría (PC)	44
5.3	Descripción de las alternativas de producción.....	47
b)	Alternativa de producción de pie de cría y engorda de corderos (CA).....	47
5.4	Características del modelo de simulación	47
6	RESULTADOS	53
7	DISCUSIÓN	64
8	CONCLUSIONES	70
9	REFERENCIAS	71

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1	Volumen de producción nacional 2012-2013.....	7
Cuadro 2	Importaciones de ovinos con registro	11
Cuadro 3	Exportaciones de corderos para engorda.....	13
Cuadro 4	Exportaciones de ovinos con registro	13
Cuadro 5	Recursos que influyen en la construcción de instalaciones	15
Cuadro 6	Cantidad de forraje proporcionada por etapa productiva	45
Cuadro 7	Cantidad de concentrado comercial ofrecido por etapa productiva	45
Cuadro 8	Parámetros productivos de la empresa ovina.....	48
Cuadro 9	Requerimientos de espacio	48
Cuadro 10	VARIABLES DEL ESCENARIO BASE DEL MODELO	49
Cuadro 11	Cambios en las variables con relación al escenario base.....	51
Cuadro 12	Escenarios por alternativa calculados en el modelo de simulación.....	51
Cuadro 13	VARIABLES DE SALIDA EN EL MODELO DE SIMULACIÓN	52
Cuadro 14	Área utilizada para el alojamiento de ovinos	53
Cuadro 15	Estructura de costos.....	54
Cuadro 16	TIR y VAN en la producción de pie de cría con 1.3 de prolificidad en corderos sin registro vendidos por kilogramo	55
Cuadro 17	TIR y VAN en la producción de pie de cría con 1.3 de prolificidad en corderos sin registro vendido por kilogramo y precio comercial.....	56
Cuadro 18	Incremento de la TIR y el VAN por dos décimas más de fertilidad en la alternativa de producción (PC)	57
Cuadro 19	TIR y VAN en la producción de pie de cría con 1.5 de prolificidad en corderos sin registro vendido solo por kilogramo	58
Cuadro 20	TIR y VAN en la producción de pie de cría con 1.5 de prolificidad en corderos sin registro vendido por kilogramo y precio comercial.....	58
Cuadro 21	TIR y VAN en la producción de cordero de engorda más pie de cría con prolificidad de 1.3% en corderos sin registro vendidos por kilogramo	59
Cuadro 22	TIR y VAN en la producción de cordero de engorda más pie de cría con prolificidad de 1.3% en corderos sin registro vendido por kilogramo y precio comercial.....	60
Cuadro 23	TIR y VAN en la producción de cordero de engorda más pie de cría con prolificidad de 1.5% en corderos sin registro vendido solo por kilogramo	61

Cuadro 24 TIR y VAN en la producción de cordero de engorda más pie de cría con prolificidad de 1.5% en corderos sin registro vendido solo por kilogramo y precio comercial.....61

Cuadro 25 Incremento de la TIR y el VAN por dos décimas más de fertilidad en la alternativa de producción (CA)62

Cuadro 26 TIR y VAN en la producción de cordero para engorda63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Producción nacional ovina	6
Figura 2	Sacrificio de ovinos en rastros	8
Figura 3	Producción, importación y consumo de carne ovina en México	9
Figura 4	Importaciones	12
Figura 5	Paneles para corrales individuales o adaptados a instalaciones	17
Figura 6	Panel	18
Figura 7	Valla entretejida de avellano	19
Figura 8	Panel de sauce	20
Figura 9	Panel de mimbre.....	20
Figura 10	Modelos de paneles de acero forjado para ovinos entre 1850-1877	21
Figura 11	Uso de paneles en ferias ovinas inglesas de 1891 y 1931	22
Figura 12	Borregos durante la conquista y modelo de redil usado durante la colonia cerca del templo de San Francisco Javier, Chihuahua.....	23
Figura 13	Paneles en la exposición ganadera de la ciudad de México (1932)	24
Figura 14	Uso de paneles en instalaciones ya existentes	25
Figura 15	Principales modelos de paneles	27
Figura 16	Paneles de 1.10 metros de altura con 5 y 7 rieles.....	28
Figura 17	Paneles abiertos horizontales con 5,6 y 7 rieles	29
Figura 18	Corrales para sementales con paneles cubiertos.....	29
Figura 19	Bases frecuentemente usadas en paneles	30
Figura 20	Pies para paneles y anclaje en el suelo con barra metálica	30
Figura 21	Algunos tipos de anclaje	31
Figura 22	Ejemplo de pasadores comerciales y modificados	32
Figura 23	Corrales con paneles de madera	34
Figura 24	Corrales con paneles de acero galvanizado y con paneles de acero y madera.....	35
Figura 25	Corrales de plástico reciclado	36
Figura 26	Etapas en el diseño de un modelo	38
Figura 27	Poblado de Jocotitlán en el Estado de México	44

1. INTRODUCCIÓN

La ovinocultura nacional está orientada principalmente a la producción de corderos para el abasto de carne, esta ocurre en todas las regiones ecológicas del país y bajo una enorme variedad de sistemas de producción, que van desde los tradicionales hasta los altamente tecnificados (ASERCA, 2010). La gran mayoría de la producción ovina en México se da en sistemas campesinos que basan su estrategia alimenticia en el aprovechamiento de los agostaderos de las tierras comunales de sus ejidos o comunidades agrarias. Se estima que alrededor de 80% de los ovinos se encuentran en estos sistemas que se caracterizan por ser de pequeña escala, con bajo nivel de tecnificación y asociados a productores de bajos ingresos, principalmente ejidatarios y comuneros. Estos sistemas se orientan mayormente al abasto de corderos para el mercado de barbacoa y venden generalmente los corderos en pie a través de intermediarios (Cuéllar, 2010; De Lucas, 2011).

Sin embargo, en los últimos 20 años ha ido creciendo un sector de ovinocultores al que se denomina empresarial, pues están orientados a satisfacer nuevos nichos de mercados tales como los cortes finos para grandes ciudades, zonas turísticas y fronterizas, además de la exportación de carne, animales en pie y recursos genéticos (Cuéllar, 2000; Galina, 2005; SAGARPA, 2007; Torrescano *et al*, 2009; Martínez *et al*, 2010; Martínez *et al*, 2011).

A diferencia de la ovinocultura campesina, la empresarial está más abierta a la implementación de innovaciones tecnológicas, tanto en la producción como en su integración vertical y horizontal, con el objetivo de aumentar la rentabilidad de las inversiones y mejorar su competitividad en el mercado nacional e internacional. Para competir y obtener ventaja en los exigentes mercados en los que dicho sector empresarial está incursionando, debe llevar a ellos productos inocuos, de calidad y a un mejor precio; incrementar su producción sin deteriorar el ambiente, mejorar la calidad genética para competir exitosamente con productos de importación, ingresar al mercado extranjero y conservar la viabilidad de

pequeñas y medianas empresas (Esqueda *et al*, 2008; Claridades Agropecuarias, 2010; Martínez *et al*, 2010; Claridades Agropecuarias, 2011; Morgan, 2012).

Dentro de los ovinocultores empresariales hay un pequeño grupo dedicado a la producción de pie de cría, el cual tiene la ventaja de vender sus productos a un precio mucho mayor que los dedicados a la producción de carne (SIAP, 2014). Para ese sector es sumamente importante posicionar una marca en el mercado, la cual se construye con una presencia constante en los eventos de promoción, como las ferias ganaderas nacionales e internacionales, y mediante la construcción de una imagen ante los consumidores, a la cual contribuye fuertemente la calidad de los animales que venden y de sus instalaciones. Estas últimas son el escaparate de su producto, pues a través de ellas transmiten una imagen de modernidad, limpieza, funcionalidad y eficiencia (Torres, 2000; Tsourgiannis, 2008; Idris *et al*, 2010).

Dentro de los sistemas modernos de instalaciones para ovinos se encuentran los corrales modulares de acero galvanizado, los cuales tienen como característica principal que se adaptan fácilmente a cambios de configuración, tamaño, orientación y equipo. Este tipo de instalaciones además dan una imagen de modernidad, facilitan la limpieza y contribuyen a mejorar el bienestar de los animales, por lo que deben considerarse como una alternativa para la ovinocultura actual (De Lucas, 2011).

Sin embargo, el costo de esta alternativa es elevado en comparación con las instalaciones que generalmente se utilizan en los sistemas de producción en México por lo que algunos productores no suelen considerarlas como una alternativa económicamente rentable (Pérez, 2003; Monedero, 2004; Pérez *et al*, 2004; FMVZ-UNAM, 2006; De Lucas, 2010; De Lucas, 2011).

Debido a las ventajas que tienen las instalaciones modulares de acero galvanizado para la producción ovina, es importante evaluar su viabilidad económica, lo cual se lleva a cabo en este trabajo mediante la elaboración de un modelo de simulación con el método Monte Carlo que estima la rentabilidad de

una empresa ovina, que cuenta con corrales modulares de acero galvanizado en sus instalaciones, tratando de reflejar los posibles escenarios a los que se puede enfrentar el productor (Mancilla, 1999; López y Mariño, 2002).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Población ovina

La mayor orientación de la ovinocultura en México es hacia la producción de carne, actualmente en muchas zonas del país la producción de ovino ha tenido cambios considerables, dejando de ser una actividad secundaria constituida por la ovinocultura social llegando a ser empresarial. Estos son generadores de pie de cría (material genético) y animales para abasto, donde se pretende una utilidad financiera sobre la inversión (ASERCA, 2010; Cuéllar, 2010).

Durante el 2012, el Producto Interno Bruto (PIB) primario fue de \$334,006 millones de pesos, este se redujo (-) 0.5% anual durante el cuarto trimestre, asociado al desempeño desfavorable de la agricultura, el PIB derivado de la actividad ganadera se incrementó 1.0% anual en términos reales durante el cuarto trimestre de ese año. La producción pecuaria a nivel nacional tuvo un valor de \$359, 575,028 miles de pesos y solo el 1.59% correspondió al rubro de carne de ovino es decir \$5, 702,350 miles de pesos de lo cual \$2, 837,869 miles de pesos corresponde a ganado en pie y \$2, 864,481 miles de pesos a carne en canal (SAGARPA boletín macroeconómico, 2012; INEGI, 2013; SIAP, 2014).

En 2012 la población ovina nacional fue de 8, 405,902 de cabezas; entre el 2002-2012 se observó un crecimiento acumulado en el inventario nacional de 24%, sobre todo en zonas donde tradicionalmente no eran borregueras como Sinaloa o Colima. Aunque se ha observado un desarrollo en el inventario nacional, la productividad aún sigue siendo baja, ya que si consideramos que el 45% de estos animales son hembras, se estarían sacrificando alrededor de 3, 782,655.9 de cabezas que representan en promedio 0.59 corderos por hembra por año, parámetro bajo si tomamos en cuenta que las unidades de producción ovina tienen baja productividad y altos costos de producción por falta de planeación (Ortiz, 2010; SIAP, 2014).

2.2 Producción Ovina

México cuenta con una superficie territorial de 197 millones de hectáreas, su principal uso es la ganadería, esta se desarrolla en una superficie de 113.8 millones de hectáreas, lo que representa el 58% del territorio nacional (SAGARPA (Publicaciones), 2000; SAGARPA (Publicaciones), 2007).

La producción ovina se realiza bajo un mosaico de regiones ecológicas, las cuales permiten que haya una gran diversidad en condiciones agroclimáticas, alimenticias, genéticas, económicas, por mencionar algunas. El mayor volumen de producción nacional de ovino en canal (41%) está concentrado en la *región del centro*, conformada por el Distrito Federal, Guerrero, Hidalgo, México, Morelos, Puebla y Tlaxcala; donde principalmente hay razas de lana productoras de carne como suffolk, hampshire, rambouillet y dorset. La *región sur sureste* produce 19%, integrada por Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán; donde predomina el ganado de pelo black belly, katahdin, dorper y cruza de pelibuey. El *centro occidente* genera solo 19% del volumen, constituida por Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Querétaro, Aguascalientes y San Luis Potosí; sus rebaños son de razas de pelo y cruza con lanares. El *noreste* con el 16% integrada por Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Tamaulipas y Zacatecas; cuentan con rambouillet y cruza de ganado de pelo. Y finalmente el *noroeste* con 6%; Baja California Norte, Baja California Sur, Nayarit, Sinaloa y Sonora; sus rebaños están formados principalmente por razas como rambouillet y en menor proporción criollos, suffolk, aunque el pelibuey, dorper, black belly y katahdin han mostrado gran adaptabilidad (Esqueda et al, 2008; Financiera Rural, 2009; CONARGEN, 2010; Cuellar, 2010).

La producción de carne ovina a nivel nacional en el año 2012 fue de 112,992 toneladas de ganado en pie con un valor de producción total de \$2, 837,869 miles de pesos ya que el costo por kilogramo fue de \$25.12; se produjeron 57,692 toneladas de carne en canal con un costo de \$49.65 por kg, por lo que el valor de dicha producción fue de \$2, 864,481 miles de pesos, mientras que en el 2013 se produjeron 58,137 toneladas de carne en canal como se muestra en la Figura 1.

En los últimos 10 años se registró un incremento acumulado de 48.6% sobre la carne en canal, desplazando a la carne congelada importada, la cual no cubre los requisitos de calidad que ofrece la producción de carne fresca nacional (SIAP, 2014). En el 2013 la producción de carne ovina representó el 0.96% de la producción total de la carne nacional y el 1.82% de las carnes rojas (SIAP, 2014; SNIIM, 2014).

Figura 1 Producción nacional ovina



Fuente: Adaptado de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2013

La producción nacional de ganado en pie se concentra principalmente en los estados de México, Hidalgo, Veracruz, Puebla, Zacatecas y Jalisco, según información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Estos estados en conjunto concentran el 55.87% (63,126 toneladas) de la producción total nacional.

En el Cuadro 1 se muestra el volumen de producción en toneladas a nivel estatal, su inventario nacional (cabezas) y el índice de productividad (SIAP, 2014). Se puede observar que los estados con mayor tradición borreguera son los que presentan mayor población ovina (cabezas) pero aparentemente no son los más eficientes en producir. Por ejemplo Guanajuato y Michoacán al parecer tienen un

índice de productividad superior a México e Hidalgo y esto podría relacionarse a que los primeros dos estados se encuentran en una región donde predominan los sistemas empresariales pero además generalmente mandan sus animales en pie para ser sacrificados en rastro, mientras que en el estado de México e Hidalgo los que predominan son los sistemas tradicionales y la mayor parte de los ovinos son sacrificados por el propio productor o barbacoero. Hay que recordar que esta estimación fue hecha con datos proporcionados por el SIAP los cuales son recabados en rastros Tipo Inspección Federal (TIF), municipales, privados o de animales con certificado de movilización (SIAP, 2014).

Cuadro 1 Volumen de producción nacional 2012-2013

ESTADO	POBLACIÓN OVINA (cabezas)	CARNE EN CANAL (toneladas)	CARNE EN CANAL (toneladas)	GANADO EN PIE (toneladas)	INDICE DE PRODUCTIVIDAD
	2012	2012	2013	2012	
AGUASCALIENTES	50,562	473	416	916	55.20
BAJA CALIFORNIA	33,604	293	295	585	57.44
BAJA CALIFORNIA SUR	20,764	180	151	358	58.00
CAMPECHE	157,724	1,051	1,115	2,123	74.29
COAHUILA	116,298	631	575	1,233	94.32
COLIMA	20,181	108	100	214	94.30
CHIAPAS	289,869	1,420	1,474	2,833	102.32
CHIHUAHUA	210,139	1,665	1,285	3,292	63.83
DISTRITO FEDERAL	23,807	146	151	293	81.25
DURANGO	83,582	436	387	847	98.68
GUANAJUATO	333,029	2,121	2,886	4,143	80.38
GUERRERO	125,940	1,016	1,013	1,921	65.56
HIDALGO	1,162,556	7,239	7,253	14,520	80.07
JALISCO	357,433	3,602	3,362	6,826	52.36
MEXICO	1,326,982	8,533	8,591	16,747	79.24
MICHOACAN	252,748	1,454	1,489	2,894	87.34
MORELOS	46,658	485	660	931	50.12
NAYARIT	39,998	192	172	380	105.26
NUEVO LEON	92,410	656	748	1,268	72.88
OAXACA	527,369	1,994	2,001	3,840	137.34
PUEBLA	486,786	4,028	4,166	7,684	63.35
QUERETARO	167,923	952	1,022	1,802	93.19
QUINTANA ROO	59,448	280	392	576	103.21
SAN LUIS POTOSI	388,006	1,662	1,617	3,176	122.17
SINALOA	222,865	2,291	1,845	4,412	50.51
SONORA	81,234	820	773	1,614	50.33
TABASCO	75,175	293	284	568	132.35
TAMAULIPAS	245,788	2,220	2,140	4,315	56.96
TLAXCALA	216,262	1,750	1,982	3,403	63.55
VERACRUZ	664,258	4,901	4,800	9,741	68.19
YUCATAN	153,507	971	799	1,931	79.50
ZACATECAS	372,997	3,829	4,195	7,608	49.03

Fuente: Modificado de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2013

2.3 Sacrificio

En el 2011 se sacrificaron 209,172 ovinos, de los cuales el 81% se sacrificaron en los rastros municipales, donde generalmente no cuentan con las condiciones sanitarias y de operación adecuadas; solo el 19% fue sacrificado en los rastros TIF, los cuales buscan incrementar las condiciones sanitarias y de inocuidad de los productos con prácticas humanitarias de sacrificio y la cadena de frío para el transporte de la carne (Figura 2). En estos últimos ocho años ha habido un incremento acumulado de 16% del sacrificio en rastros TIF, que podría relacionarse al ingreso de los productores en otros mercados como el de cortes finos, las exportaciones o debido a los apoyos otorgados por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica) a partir de 2005. Estos apoyos son de \$50 por cabeza, con un monto máximo por productor por año de \$550,000, con la consigna que los animales sacrificados sean machos y hembras, ambos con un promedio de 5 y 6 meses de edad y un peso de 30-45 kg, así como de hembras de entre 4 y 6 años de edad (PNG, 2012; SENASICA, 2012). No se tiene registro de los ovinos que son sacrificados en traspatio por los productores y barbacojeros (PNG, 2012; SENASICA, 2012).

Figura 2 Sacrificio de ovinos en rastros



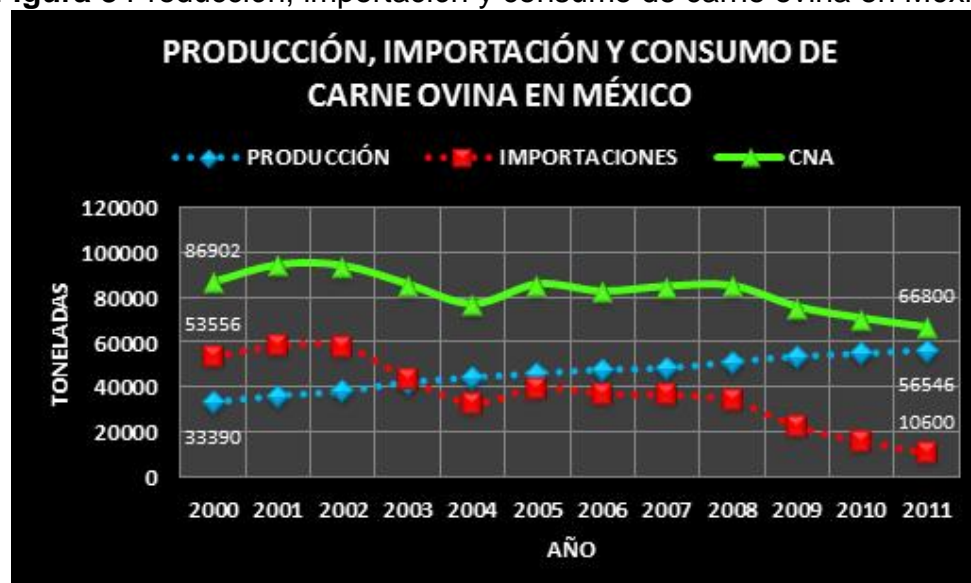
Fuente: Adaptado de Padrón Ganadero Nacional (PNG), 2012.

2.4 Consumo Nacional Aparente

El consumo de carne ovina no es continuo sino de ocasión y oportunidad, está influido por factores culturales, sociales, urbanización, ingreso *per cápita* y precio de la carne, es por ello que se tienen altibajos en los registros anuales. Durante el 2011 se redujo un 36% el consumo *per cápita* ya que fue de 604 gramos mientras que en el 2002 fue de 942 gramos (SIAP, 2014). En ese año se obtuvo un buen precio por kilogramo tanto en pie (\$25.12) como en canal (\$49.65) a diferencia de otras especies pecuarias como el cerdo cuyo valor por kilogramo en pie fue de \$19.37 y carne en canal de \$31.40 (SIAP, 2014).

En la Figura 3 se observa el descenso de 23% que tuvo el consumo nacional aparente de carne ovina del 2011 en comparación al 2000, aún con esta disminución y un incremento durante ese mismo año en la producción nacional de 69% (CNOG, 2011), sigue existiendo un déficit de 10,254 toneladas que equivale al 15.35% del consumo. De este consumo nacional aparente (CNA) el 84% corresponde a producción nacional y el 16% a importaciones.

Figura 3 Producción, importación y consumo de carne ovina en México



Fuentes: Adaptado de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2014 y del Padrón Ganadero Nacional (PNG), 2012.

2.5 Importaciones

Para cubrir el déficit que existe entre la producción nacional y la demanda de carne ovina se importa ganado en pie, generalmente ovinos adultos de desecho principalmente del sur de los Estados Unidos, además de carnes frescas y congeladas de Nueva Zelanda, Australia, Chile, Estados Unidos y Canadá (SIAVI, 2014).

Pese a la disminución del consumo nacional y el aumento de la producción de carne en canal, como se especificó en párrafos anteriores, las compras al exterior en los últimos once años disminuyeron 19.79% (SIAVI, 2014), dentro de los diversos factores que han podido influir en la caída de las importaciones se puede mencionar los zoonosológicos.

En 2010 personal oficial de las Oficinas de Inspección de Sanidad Agropecuaria de SENASICA impidió el ingreso de 4,813 cabezas de ovinos provenientes de Estados Unidos que se encontraban infestados de garrapatas para evitar la diseminación del parásito y además 6,826 borregos presentaron lesiones y signos de enfermedades como queratoconjuntivitis, mastitis y abscesos, por lo cual también se impidió la entrada del hato ganadero estadounidense al territorio nacional (SAGARPA, 2011).

A finales de marzo del 2012 ante la aparición de casos del Virus de Schmallenberg en Alemania, con una rápida diseminación en otros países de Europa dada a conocer por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y a que México es libre de este virus, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) suspendió las autorizaciones para la importación de material genético (semes y embriones) de ovinos provenientes de Alemania, Países Bajos, Bélgica, Reino Unido, Italia y Francia, donde se detectaron casos activos. En dicha fecha especificó que SENASICA evaluaría el material genético procedente de países europeos no afectados por el virus (SAGARPA (boletín), 2012).

La determinación de SAGARPA no alterará sustancialmente la mejora genética del hato ovino nacional ya que a partir de 2010 Estados Unidos es el mayor proveedor de México de ovinos con registro o con certificado de alto registro (Cuadro 2).

Cuadro 2 Importaciones de ovinos con registro

IMPORTACIONES DE OVINOS CON PEDIGREE	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen
	2013 ene-dic	2012 ene-dic	2011 ene-dic	2010 ene-dic	2009 ene-dic	2008 ene-dic	2007 ene-dic	2006 ene-dic	2005 ene-dic	2004 ene-dic	2003 ene-dic
Estados Unidos de América	0	6	293	20	0	0	0	0	0	0	493
Australia	0	0	0	0	0	0	373	18,747	81	0	0
Canadá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200
Nueva Zelanda	0	0	0	0	0	12	34,786	0	4,745	0	0
Total	0	6	293	20	0	12	35,159	18,747	4,826	0	693

Fuente: Adaptado de Sistema de Información Comercial Vía Internet (SIAVI), 2012.

Los productores mexicanos tienen que competir con los bajos precios de la carne congelada de importación, que según datos de la Secretaría de Economía en 2013 fueron de 0.40 centavos de dólar por kilogramo (SIAVI, 2014).

Los ovinocultores han ganado paulatinamente la preferencia del consumidor nacional por las características organolépticas (color, sabor, blandura, frescura, textura, consistencia, aroma) aunque su precio sigue siendo más elevado que la carne importada, por ello la importancia de ser más eficientes en la producción para que la carne nacional sea competitiva ante las importaciones (Gómez, 2011). En el periodo 2003-2013, el producto que más se importó, dentro de los cortes congelados, fueron los trozos sin deshuesar; su participación acumulada fue de 82.8%, es el producto de más bajo valor comercial debido a que los países que los introducen tienen la estrategia de comercializar a Europa cortes finos de alto precio (Gómez, 2011; SIAVI, 2014).

En el 2003 alrededor de 80% de la carne importada fue aportada por ganado en pie, hacia el 2012 tal proporción disminuyó 79%. Durante el 2013 se presentó un incremento en relación al año pasado ya que se importaron 19,834 cabezas (Figura 4). Para mejorar las labores de vigilancia en las importaciones, se han

fortalecido las Oficinas de Inspección de Sanidad Agropecuaria (OISA´s) ubicadas en los puertos, aeropuertos y fronteras de México, con la finalidad de salvaguardar el patrimonio agropecuario, sin embargo aún existen casos donde el ganado que en teoría debería ir directo a rastro es desviado al sacrificio en traspatio, en otras ocasiones las borregas se van a reproducción, llegan a introducir machos que no vienen castrados e incluso han reportado ganado enfermo pese a que existen los certificados de los médicos del país de origen del ganado; lo cual representa un riesgo sanitario a nivel nacional, por lo que es necesario fortalecer y mejorar aún más las labores de vigilancia (SAGARPA (boletín 27 de abril), 2011).

Figura 4 Importaciones



Fuentes: Adaptado de Sistema de Información Comercial Vía Internet (SIAVI), 2014 y del Padrón Ganadero Nacional (PNG), 2012.

2.6 Exportaciones

El crecimiento de la ovinocultura como una actividad agroindustrial ha permitido abrir fronteras para la exportación de productos con excelente calidad como la carne, animales en pie y recursos genéticos, aunque los volúmenes no han sido significativos y el periodo de mayor comercio se registró entre 2003 y 2007. Todavía hay un largo camino por recorrer; se han obtenido buenos resultados en los sistemas empresariales pero los dividendos financieros son inferiores a los

obtenidos en Oceanía y Sudamérica (SIAVI, 2014).

En el Cuadro 3 se observa la última exportación que hizo México a Estados Unidos de pequeños lotes de corderos para engorda, la hizo en 2006 con 958 cabezas cuyo valor fue de \$47,900 dólares; posteriormente diversificó su mercado, por lo que en 2012 se enviaron 24 cabezas a Honduras con un valor de \$14,375 dólares.

Cuadro 3 Exportaciones de corderos para engorda

EXPORTACIONES (corderos para engorda)	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen
	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003
	ene-dic	ene-dic	ene-dic	ene-dic	ene-dic	ene-dic	ene-dic	ene-dic	ene-dic	ene-dic	ene-dic
Honduras	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Belice	0	0	6	0	0	0	352	20	0	37	0
Colombia	0	0	0	0	0	0	275	0	6	0	0
Guatemala	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
Nicaragua	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Panamá	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0
Estados Unidos de América	0	0	0	0	0	0	0	958	1,106	1,234	0
Total	0	24	22	0	0	0	627	979	1,112	1,271	33

Fuente: Adaptado de Sistema de Información Comercial Vía Internet (SIAVI), 2014

En cuanto al ganado para reproducción, a partir de 2003 se inicia la exportación de animales con registro o con certificado de alto registro hacia Centro y Sudamérica; en 2013 se enviaron 80 cabezas con un valor de \$14,540 dólares (Cuadro 4).

Cuadro 4 Exportaciones de ovinos con registro

EXPORTACIONES (ovinos con registro)	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen	Volumen
	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003
	ene-dic	ene-dic	ene-dic	ene-dic	ene-dic	ene-dic	ene-dic	ene-dic	ene-dic	ene-dic	ene-dic
Ecuador	80	97	127	46	75	48	0	111	0	0	0
Colombia	0	0	0	0	0	0	0	60	380	134	0
Guatemala	0	0	14	16	0	0	0	83	0	0	1
Panamá	0	0	39	220	0	83	0	0	0	0	0
El Salvador	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0
Total	80	97	180	282	75	131	0	279	380	134	1

Fuente: Adaptado de Sistema de Información Comercial Vía Internet (SIAVI), 2014

Tomando en consideración las estadísticas del comportamiento de la ovinocultura a nivel nacional, emergen las expectativas y oportunidades que tiene de crecimiento esta actividad, debido a múltiples factores, que pueden ser propios de la especie como la capacidad de adaptación, rusticidad y producción de los ovinos o bien factores concernientes del mercado como la demanda de carne que a su vez empuja el precio, siendo un atractivo económico por los costos de venta que ha alcanzado la carne y pie de cría. Se está creando una nueva configuración entorno al sector. Estos esfuerzos se centran en la planeación y proyección de la producción para obtener un beneficio económico a través de la inversión de capital, además se busca que los productos se ajusten a las exigencias del mercado, logrando de esta manera la competitividad (Cuellar, 2010; Gómez, 2011; Arteaga, 2012).

2.7 Consideraciones generales sobre el diseño de instalaciones ovinas

Debido a los cambios que ha sufrido la ovinocultura y a la oportunidad de crecimiento, un grupo importante de productores ha incrementado la intensificación de producción de carne y pie de cría. Están modificando su actitud hacia los cambios tecnológicos, en los avances e innovaciones de todos los aspectos de la producción y, en consecuencia, de las instalaciones de los animales para lograr un proceso productivo rentable (Cuellar, 2010).

La concepción o diseño de las instalaciones debe tener como objetivos fundamentales facilitar el manejo general y funcionalidad de la explotación, brindar protección, confort y bienestar a los animales, pues ello influye de manera directa o indirecta en su crecimiento, estado de salud y productividad. Tener una interacción positiva permite que los ovinos desarrollen al máximo su potencial productivo, por lo que es de gran importancia conocer el comportamiento del ovino, sus necesidades de espacio, alimento y agua, control sanitario, así como tomar en cuenta los recursos naturales, humanos y financieros que pueden influir como se muestra en el Cuadro 5 (Pérez, 2003; Cuellar, 2010; FMVZ, 2010; De Lucas, 2011)

Contar con instalaciones adecuadas es un aspecto fundamental para elevar la productividad. Mejora la eficiencia del personal y del equipo, lo cual incrementa la rentabilidad debido a que aumenta el número de animales que puede atender cada trabajador, agiliza sus habilidades y eficiencia; optimiza el manejo de los alimentos, agua y excretas (Cuellar, 2010; De Lucas, 2010; De Lucas, 2011).

Cuadro 5 Recursos que influyen en la construcción de instalaciones

RECURSOS			
Tierra	Factores Físicos	Suelo	Topografía
			Fertilidad
			Permeabilidad
			Profundidad
		Clima	Precipitación pluvial
			Temperatura
			Vientos
			Luminosidad
	Factores Biológicos	Humedad	
		Especie animal	
		Especie vegetal	
	Factores Económicos	Enfermedades y plagas	
		Mercado	
		Precio	
		Transporte	
		Mano de obra	
Capital y créditos			
Insumos			
Factores Institucionales	Nivel de ingreso		
	Tenencia de la tierra		
	Tamaño de la propiedad		
	Seguridad legal y política		
Humanos	Programas gubernamentales		
	Familiar		
	Contratada		
	Técnica		
Financiero	Profesional		
	Capital		

Fuente: Adaptado de Ortiz H, 2011.

Antes de decidir sobre el diseño, tamaño, complejidad, material y distribución de las instalaciones, se requiere tomar en consideración los siguientes elementos:

a) El sistema de producción.

Conforme se incrementa el grado de intensificación en una producción (extensivo, intensivo o mixto) paralelamente aumenta las necesidades de alojamiento y manejo de los ovinos. Por ejemplo en un sistema intensivo se puede utilizar albergues cerrados con estrictas medidas para controlar el ambiente (Cuellar, 2010; De Lucas, 2010; De Lucas, 2011).

b) El objetivo de la producción

El tipo, diseño y la distribución de las instalaciones también va a depender del producto final que se obtiene (carne, leche, lana o piel). Por ejemplo el uso de corrales de engorda en una producción de ovinos de carne (Cuellar, 2010; De Lucas, 2010; De Lucas, 2011).

c) Organización del rebaño

Dentro de la producción, es necesario contemplar el desarrollo del hato, el número de animales que se encuentran en las diferentes etapas fisiológicas o reproductivas, ya que de esta manera se contará con las instalaciones necesarias y distribución adecuada de animales para cada caso. Por ejemplo el uso de corrales que tengan creep feeding para borregas con corderos lactantes (Cuellar, 2010; De Lucas, 2010; De Lucas, 2011).

d) Planificación y organización de la producción

Para programar el número de animales que conformarán estos grupos dentro de la producción, es necesario planear de una manera ordenada y práctica, consiguiendo de esta manera los objetivos que se han planteado en un periodo de tiempo determinado, a través de las técnicas o medios necesarios para conseguirlo, es importante contar con las instalaciones apropiadas. Por ejemplo, si no existen las instalaciones indispensables para evitar una sobrepoblación y hacinamiento dentro de una producción, esto podría causar estrés en los animales

y predisponerlos a enfermedades como neumonías (Cuellar, 2010; De Lucas, 2010; De Lucas, 2011).

e) Instalaciones existentes

En caso de que se cuenten con instalaciones previamente diseñadas para otra especie, es necesario que éstas se adapten y acondicionen a los requerimientos de los ovinos, de tal manera que se puedan utilizar de una forma óptima (Cuellar, 2010; De Lucas, 2010; De Lucas, 2011).

2.8 Alojamientos ovinos con paneles modulares

Los alojamientos pueden tener diversas características, estilos y materiales; dentro de estas opciones que se han desarrollado para el alojamiento de los ovinos, se encuentran los corrales modulares, los cuales están conformados por módulos o paneles de materiales ligeros y resistentes, que se van engarzando unos con otros hasta formar el corral, lográndose en pocos minutos y con poco esfuerzo.

Los corrales hechos con módulos pueden llegar a ser móviles, semi-fijos o fijos, dependiendo principalmente de la forma y lugar de ensamblaje. Estos paneles en ocasiones se adaptan a instalaciones ya existentes para modificarlas o hacerlas más funcionales y flexibles como se muestra en la Figura 5 (De Lucas, 2011).

Figura 5 Paneles para corrales individuales o adaptados a instalaciones

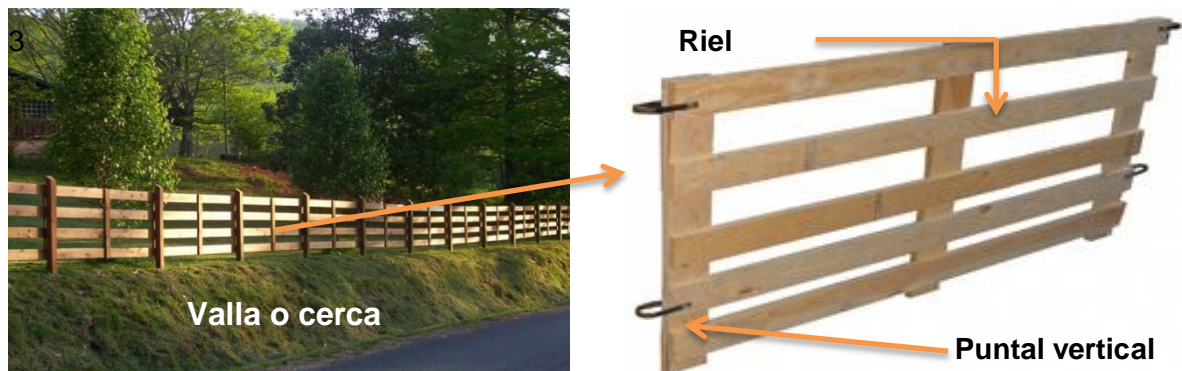


Fuente: Adaptado de Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Ovina (CEIEPO), UNAM.

2.9 Definición de panel

Los paneles son considerados módulos independientes de diversas dimensiones de una valla o cerca, estos contienen un número variable de rieles, puntales verticales y/o diagonales (Figura 6). Pueden ser de diversos materiales como por ejemplo: madera, metal, plástico reciclado entre otros. (Pickard, 2009). Aunque el termino panel es conocido en todo el mundo hay países donde además pueden utilizar otras sinonimias como por ejemplo Hurdle (Inglaterra), Cancillas (España) o Módulo (México).

Figura 6 Panel



Fuente: Adaptado de John Pickard, 2009

2.10 Uso del panel en la edad de hierro tardía y el periodo romano.

Los datos y evidencias recabadas de las excavaciones arqueológicas en Butser Hill, Hampshire, Inglaterra, han permitido desarrollar una serie de hipótesis en las cuales se cree que durante la edad de hierro tardía (siglo XII a.C.) y el periodo romano en el noroeste de Europa las ovejas como el muflón, soay, manx y shetland eran muy estimadas, ya que de ellas obtenían carne, leche, grasa para las lámparas y velas, lana con la que confeccionaban la ropa, estiércol y los huesos para las herramientas (Cambero, 1999); por lo que su protección del invierno y posibles predadores se lograba manteniéndolas en zonas rodeadas por vallas entretejidas con varas de avellano o sauce (Figura 7), en ocasiones estas eran hechas con módulos independientes unidos entre sí o bien utilizaban un panel independiente como puerta (Reynolds, 1985; Reynolds, 1998).

El estiércol representaba una valiosa fuente de materia orgánica y nutriente para los suelos y cultivos, por lo que utilizaban la técnica del “redileo”, la cual consistía en mantener un hato de ovejas encerrados una o varias noches dentro de un terreno abarcando la mayor superficie del mismo, esto se lograba mediante redes de esparto sujetas con estacas o bien con paneles entretejidos provistos de zapatas (Reynolds, 1985; Casas, 2011).

Figura 7 Valla entretejida de avellano



Fuente: Adaptada de Panoramio, Butser Ancient Farm. Chalton Lane, Waterlooville, Hampshire.

2.11 Uso del panel en la edad media.

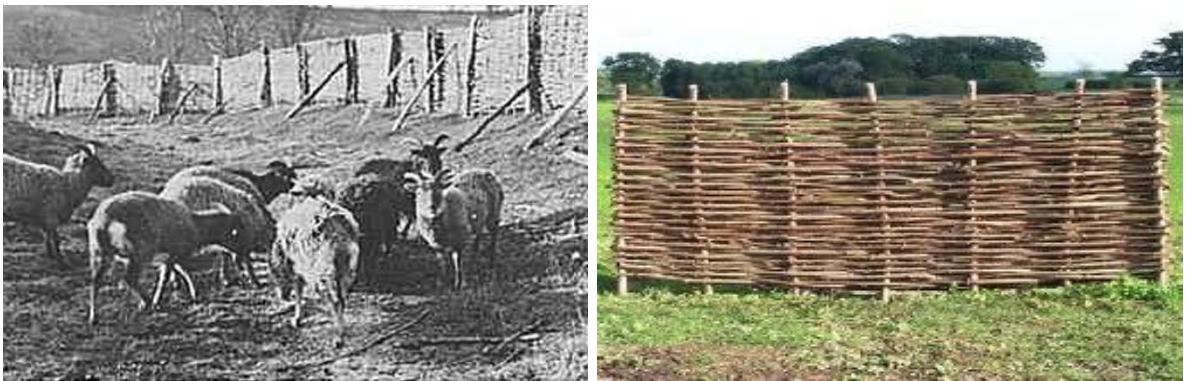
Durante el medievo se prestaba mayor atención a la productividad de la agricultura y en menor proporción a la evolución de la ganadería y las técnicas utilizadas para el cuidado de los rebaños que formaban una parte vital de la economía campesina (Pickard, 2009).

Stone (2003) menciona que durante el periodo de 1208-1349 los agricultores para elevar su producción de lana tomaron decisiones consientes sobre el incremento de sus inversiones en aspectos como alimentación, medicamentos, suministro de mano de obra, cambio administrativo e instalaciones, observándose un impacto favorable en la fertilidad y mortalidad. Por lo que construyeron rediles para ovejas, los cuales eran de piedra o madera y estas instalaciones a su vez pudieron estar subdivididas en potreros ya sea mediante estructuras de piedra o con paneles

entretrejos de avellano o sauce, ya que al parecer separaban a las hembras, machos, animales enfermos y estériles (Figura 8).

Los paneles entretrejos tenían una duración de solo siete años, convenientemente este periodo era el necesario para que las ramas del avellano o sauce tuvieran el tamaño y edad adecuados para ser trabajados, ya que en ese periodo contaban con la flexibilidad y resistencia necesaria (Pickard, 2009).

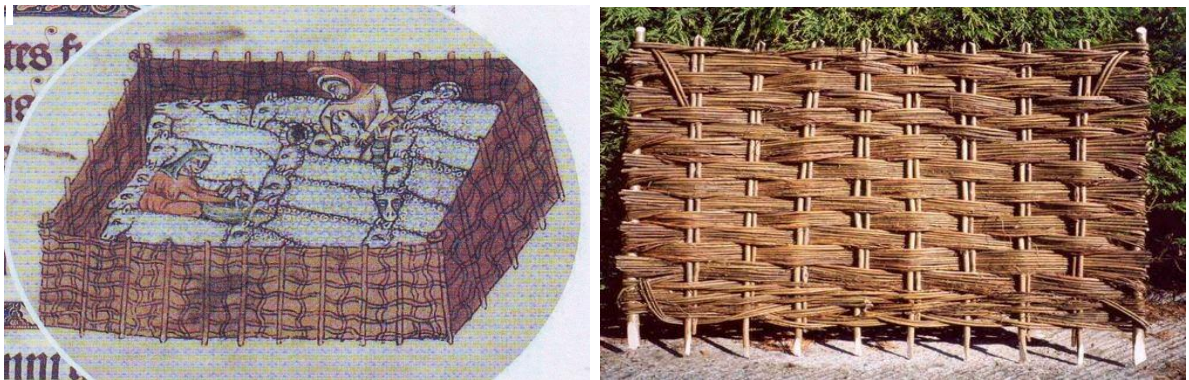
Figura 8 Panel de sauce



Fuente: Adaptado de Reynold, 1985; Old chapel farm.

Se han encontrado imágenes del medievo donde se observa que las ovejas son atendidas y ordeñadas en áreas cerradas por obstáculos de mimbre, los cuales podrían tener una altura y un largo entre 1-2 metros (Figura 9).

Figura 9 Panel de mimbre



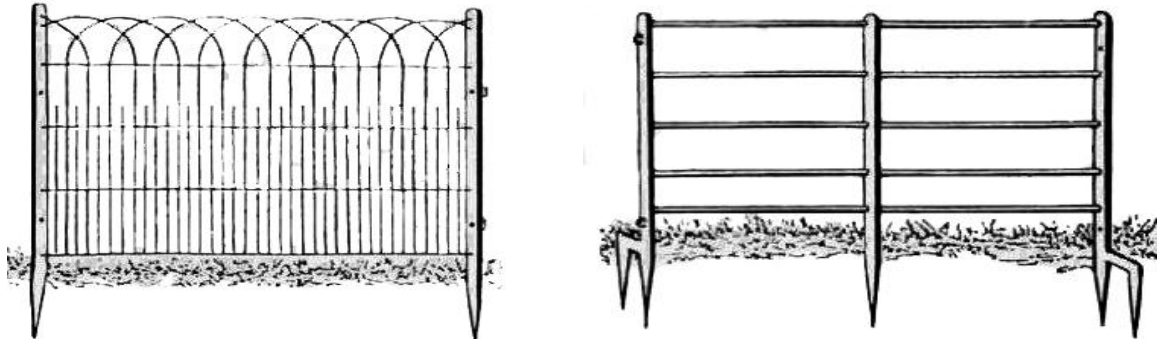
Fuente: Adaptado de Pursecaundledorset; Windrush Willow.

2.12 Panel de hierro forjado en el siglo XIX.

La invención de la ráfaga caliente para la fusión del hierro (1828) revoluciono la industria escocesa convirtiéndola en un centro de ingeniería, aunque a finales del mismo siglo la producción de acero sustituyo la fabricación de hierro (Lewis, 1969).

Es difícil saber quién produjo por primera vez un panel de hierro, sin embargo se tienen registros de los grandes productores de vallas tanto para jardín como para granjas que nos permite dar una idea de cuando ocurrió. Cd Young & Co. de Escocia eran exportadores que contaban con una de las gamas de productos más completas, en 1850 publicaron dos catálogos en la ciudad de Edimburgo y Glasgow, cuyas ilustraciones incluyen los tipos de vallas y paneles de hierro con los que se contaba en ese momento (Figura 10). Esta empresa disponía de sucursales en Liverpool y Londres. Numerosas empresas británicas también publicaron posters para cercas de hierro, vallas y otros componentes. Edward Hill & Co de Brierley Hill Works, Dudley, Staffordshire, mostró un grupo de elementos en la Exposición Universal de 1851, donde incluyeron una puerta de entrada, cercas de hierro continuas y paneles de hierro forjado (Lewis, 1969).

Figura 10 Modelos de paneles de acero forjado para ovinos entre 1850-1877



Fuente: Adaptado de Lewis M, 1969

Los paneles de hierro forjado tuvieron una buena aceptación sin embargo para finales del siglo XIX y principios del XX, los paneles tradicionales de madera seguían siendo los de mayor demanda para su uso tanto en producciones ovinas

como para mercados y ferias ganaderas como se muestra en la Figura 11 (Lewis, 1969).

Figura 11 Uso de paneles en ferias ovinas inglesas de 1891 y 1931



Fuente: Adaptado de photohistory-sussex; sussexpictures.

2.13 Utilización de paneles en México durante la conquista y colonia.

El inicio del uso de los paneles en México no se conoce con exactitud, sin embargo esto pudiese estar relacionado con la llegada de los españoles debido a sus raíces celtas y romanas, ya que estos pueblos acostumbraban proteger a su ganado de los depredadores con vallas, las cuales podrían ser hechas con paneles unidos entre sí o bien módulos utilizados solo como puertas (Reynold, 1998; Stone, 2003; Pickard, 2009).

Hay que recordar que en el México prehispánico no había especies domesticadas y la base de su alimentación era con maíz, frijol, chile y animales de fácil captura. Debido a esto la conquista y colonia tiene una fuerte presencia en el desarrollo de la ganadería. Se dice que el virrey Gregorio López en 1521, trajo un lote de borregos a playas mexicanas con ejemplares de las razas merino, churra y lacha (Saucedo, 1984) (Figura 12).

Durante la colonización de la Nueva España, no se hacía una selección de los animales para mejorar su producción ya que solo se buscaba incrementar el número de cabezas, dando origen a los ovinos criollos. En esas condiciones el ganado fue extendiéndose y poblando el territorio nacional en compañía de frailes

catequistas, a los cuales les estaba encomendado el cuidado y cría de éstos (Saucedo, 1984). Para proteger a los animales de robos y depredadores, eran resguardados alrededor de las misiones en rediles o vallas, las cuales en muchas ocasiones eran construidas a través de la unión de paneles rústicos hechos con materiales de la zona (Figura 12).

Figura 12 Borregos durante la conquista y modelo de redil usado durante la colonia cerca del templo de San Francisco Javier, Chihuahua



Fuente: Adaptado del mural de Diego Rivera (1929-1945) "Explotación de México por conquistadores españoles"

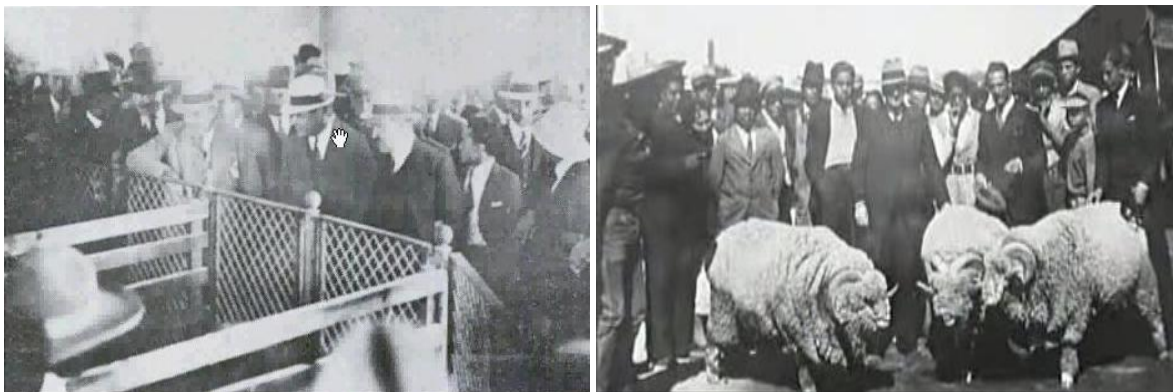


Fuente: Adaptado de misiones coloniales de Chihuahua A.C. (1924)

2.14 Paneles en exposiciones ganaderas nacionales

La última década del siglo XIX fue una época de bonanza donde las ventas de carnes y derivados pecuarios aumentaron la estabilidad económica, garantizando prestamos de la banca extranjera lo que permitió acrecentar la importación de pastos mejorados y la introducción de razas especializadas de bovinos, ovinos y cerdos provenientes de Europa (Saucedo, 1984). Había una determinación de impulsar la ganadería de esos tiempos, esta búsqueda de mejorar la calidad genética de los animales origino que en 1893 se celebrara la primera exposición ganadera de la ciudad de México. Con el paso de los años, en este tipo de exposiciones fue cada vez más frecuente observar el uso de corraletas formadas con paneles como en la Exposición Nacional de Ganadería de 1932 realizada en San Jacinto, Distrito Federal como se muestra en la Figura 13 (Saucedo, 1984).

Figura 13 Paneles en la exposición ganadera de la ciudad de México (1932)



Fuente: Adaptado de Saucedo, 1984.

2.15 Paneles en México del siglo XXI

El comportamiento de la ganadería ovina nacional ha permitido visualizar las expectativas y oportunidades de crecimiento dentro de esta actividad favoreciendo el incremento de producciones ovinas de tipo empresarial en estados como Jalisco, Michoacán, Veracruz, Tabasco, Sinaloa entre otros (Cuellar, 2010; Cuellar, 2011).

Este tipo de criadores han adoptado nuevas tecnologías en sus explotaciones, por lo que la mayoría cuentan con sistemas modernos de instalaciones (Cuellar, 2011), utilizando frecuentemente los corrales modulares.

Durante los últimos años es asiduo ver el uso de paneles en instalaciones ya existentes de pequeños y medianos productores (Figura 14).

Mucha de esta tecnología proviene de Estados Unidos debido a la cercanía con México y a que existían pocos fabricantes nacionales. Sin embargo cada vez hay una gama más amplia de empresarios que se dedican al diseño y fabricación de paneles que se ajustan a los lineamientos de organismos dedicados a la normalización nacional o internacional que les permite competir con paneles de importación en calidad, diseño y precio (Canacero, 2012).

Figura 14 Uso de paneles en instalaciones ya existentes



Fuente: Adaptado de Ingeniero Saúl Franco, Equipo Santana.

2.16 Características óptimas de los paneles

Todos los alojamientos incluyendo los hechos con paneles deben ser funcionales pero además rentables, para que de esta manera se pueda obtener beneficios del monto de inversión. Debido a esto es importante que cumplan con las siguientes características (Cuellar, 2010; De Lucas, 2010; De Lucas, 2011).

- a) Económicos: El costo dependerá de los materiales con los cuales estén hechos, si éstos son fáciles de obtener, resistentes, duraderos y el tipo de mantenimiento que se les tenga que dar. Otro factor importante es el número de módulos que se vayan a utilizar, lo cual se relaciona directamente con las dimensiones de las instalaciones (Cuellar, 2010; De Lucas, 2010; De Lucas, 2011).
- b) Funcionales: Las instalaciones con módulos brindan protección y confort; permiten un manejo cómodo y adecuado hacia los animales, facilitan el acceso tanto a los ovinos como a los trabajadores y el desplazamiento a cualquier punto de la (Cuellar, 2010; De Lucas, 2010; De Lucas, 2011).
- c) Durables: La durabilidad dependerá del modelo que se piense utilizar de acuerdo al tipo, tamaño y número de animales que se vayan a alojar, ya que estos deben de tener la capacidad de contener y resistir cualquier

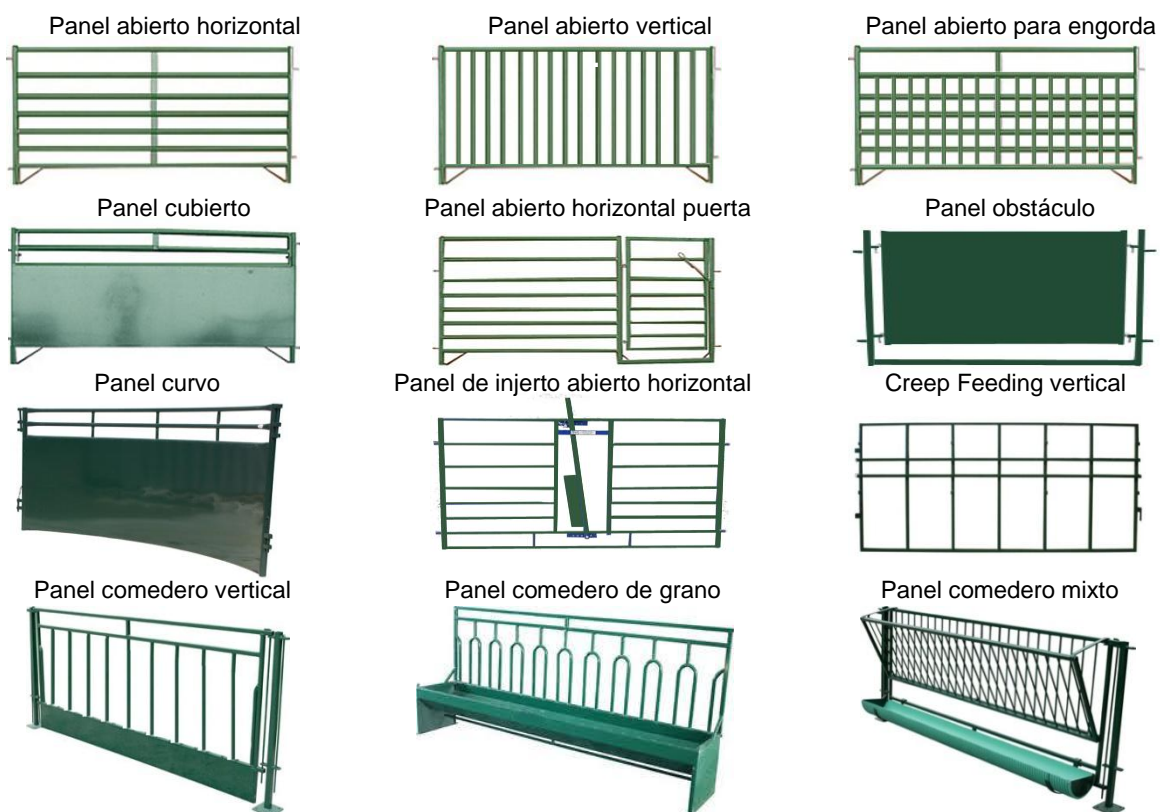
comportamiento brusco o agresivo por parte de los ovinos. Pero además se debe de tomar en cuenta el material y recubrimiento de los módulos, ya que estos deben resistir las condiciones climáticas y la acidez del orín (Cuellar, 2010; De Lucas, 2010; De Lucas, 2011).

- d) Flexibles: Los paneles se pueden adaptar fácilmente a cualquier etapa reproductiva del rebaño tomando en consideración las necesidades de producción, debido a que existe una gama amplia de modelos. Pero además en caso de que el productor tuviera que cambiar la ubicación del rancho, uno puede desmantelar por completo las instalaciones y llevárselas sin perder su inversión inicial (Cuellar, 2010; De Lucas, 2010; De Lucas, 2011).
- e) Seguros: Estos no deben causar daño o lesión a los animales y trabajadores por lo que tiene que estar libres de bordes afilados o salientes. Los paneles deben estar hechos de materiales que puedan ser limpiados, desinfectados o sustituidos fácilmente en caso de ser necesario. Además las superficies deben ser tratadas con pinturas o conservantes no tóxicos y libres de plomo (Cuellar, 2010; De Lucas, 2010; De Lucas, 2011).
- f) Expandibles: Si se tiene visualizado a largo plazo incrementar las dimensiones de las instalaciones, el uso de módulos es una buena opción ya que se pueden adaptar a cambios en los alojamientos y si éstos se realizan de una manera adecuada y responsable, no comprometerán el bienestar y confort de los ovinos (Cuellar, 2010; De Lucas, 2010; De Lucas, 2011).

2.17 Modelos y materiales de paneles:

Debido a que existe una gama muy amplia de actividades realizadas por los productores se han desarrollado múltiples materiales y modelos de paneles para que se adapten a sus necesidades y economía (Figura 15).

Figura 15 Principales modelos de paneles



Fuente: Adaptado de TM Bauman; Trail Hand; Three Willows Ranch; Sheep Handling; Solway Recycling; Polymaster; Nithwood.

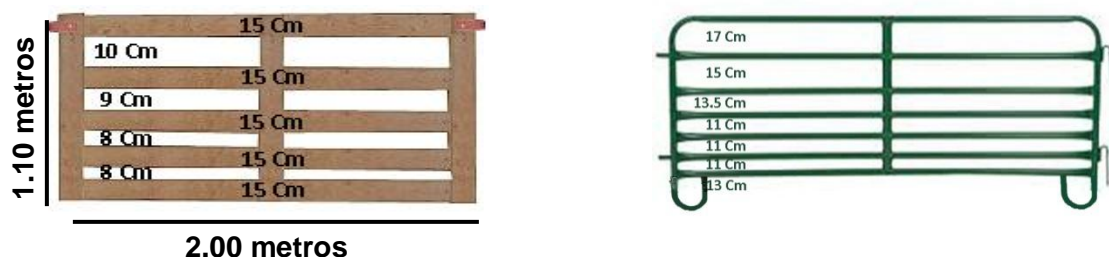
2.18 Tamaño de los paneles

La altura de los paneles depende del tamaño de los ovinos que se pretende tener dentro de los corrales y que éstos al saltar no puedan salirse pero además debe permitir que haya un fácil manejo y acceso a los trabajadores (De Lucas, 2011); existen diversos tamaños, sin embargo los que se observan con mayor frecuencia son entre 1-1.20 metros El largo de los módulos dependerá de la disponibilidad de

espacio donde se van a ubicar las instalaciones y los diseños que queramos en los corrales, las medidas que frecuentemente se observan son de 1.50 a 3.00 metros (ABE, 1994)

Para los paneles tubulares de pequeños rumiantes generalmente se utilizan tubos de diámetros que van desde 1" (2.54cm) hasta 1 ½" (3.81cm), frecuentemente los de mayor calibre son utilizados para los puntales verticales de los extremos y los de menor diámetro para los rieles (ABE, 1994). Los tubos pueden ser de forma circular o cuadrada con bordes redondeados para evitar lesiones en los animales. Asiduamente los rieles tienen menor separación en la parte inferior de los paneles para evitar que corderos muy pequeños puedan salirse y con la finalidad de ahorrar material hacia la parte superior la distancia es mayor entre ellos (Figura 16). El espacio que hay entre los rieles es variable de acuerdo al modelo y material con que estén hechos los paneles (ABE; 1994).

Figura 16 Paneles de 1.10 metros de altura con 5 y 7 rieles

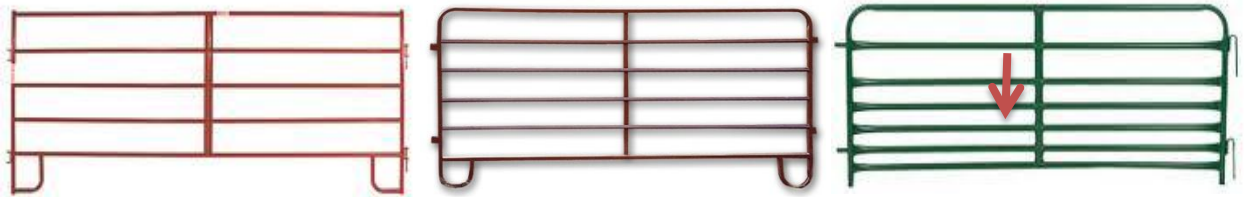


Fuente: Adaptado de National Stockyard Systems

2.19 Posición y número de rieles

Los rieles horizontales de los paneles le brindan mayor resistencia y fortaleza, el número que conforma a cada uno de estos modelos dependerá del material con que estén hechos, el fin para el cual van a ser utilizados, el lugar donde van a ser ubicados (si están expuestos o no a corrientes directas de aire) y el tipo de ovinos que se van a introducir buscando de esta manera evitar lesiones en los animales (Figura 17) y sobre todo brindarles bienestar (De Lucas, 2011).

Figura 17 Paneles abiertos horizontales con 5,6 y 7 rieles



Fuente: Adaptado de Trail Hand.

En algunos casos se prefiere el uso de paneles cerrados en el manejo de sementales sean o no agresivos pero además estos módulos también son recomendados para lugares abiertos donde no se cuentan con barreras naturales o instalaciones que amortigüen las corrientes de aire (Figura 18)

Figura 18 Corrales para sementales con paneles cubiertos

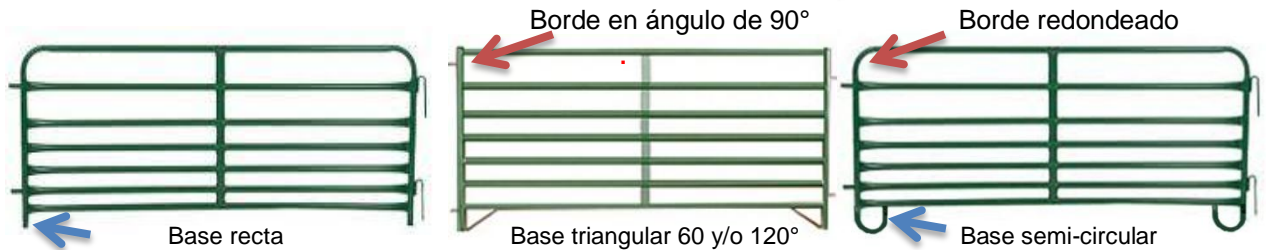


Fuente: Adaptado de Ingeniero Saúl Franco, Equipo Santana.

2.20 Forma de los paneles y tipo de bases

Los módulos pueden tener múltiples formas, pero dentro de las más comunes se encuentran los paneles rectangulares con bordes redondeados o en ángulo de 90° (Figura 19). Las bases en los puntales verticales le dan estabilidad a los paneles en distintos tipos de terrenos y pisos, generalmente son semi-circulares, triangulares a 60 y/o 120°, rectas o cuadradas (Ministry of Agriculture, Food and Fisheries, 2002).

Figura 19 Bases frecuentemente usadas en paneles



Fuente: Adaptado de Jourdain; Trail Hand.

En caso de ser necesaria una mayor resistencia en los corrales, a los paneles con base recta se les pueden adaptar fácilmente pies de acero que pesan en promedio 12kg por pieza o bien pies de concreto forrados de plástico que tienen un peso promedio de 25kg cada uno, por lo que no será necesario anclarlo a un poste (Figura 20).

Sin embargo la creatividad es muy importante ya que independientemente del tipo de bases que tengan los paneles, se le pueden hacer adaptaciones para incrementar su resistencia. En la imagen se muestra un claro ejemplo de lo antes mencionado, ya que al panel le adaptaron un sistema de anclaje para enterrar una barra metálica al piso de tierra (Ministry of Agriculture, Food and Fisheries, 2002).

Figura 20 Pies para paneles y anclaje en el suelo con barra metálica

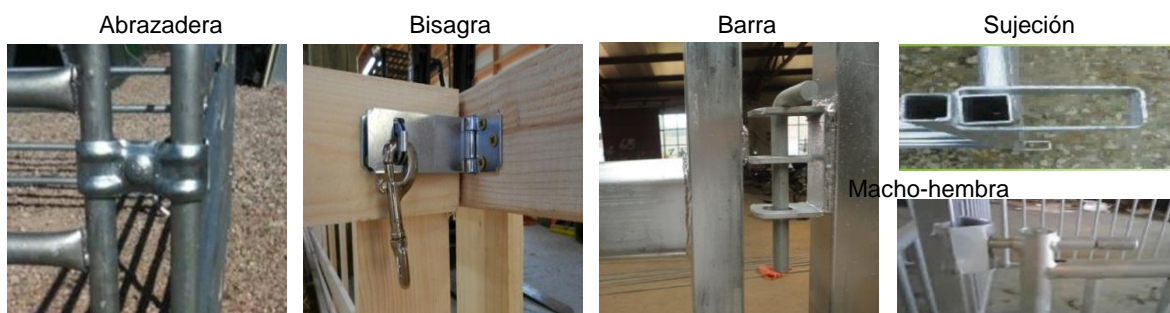


Fuente: Adaptado de Jacksons security Y National Stockyard Systems

2.21 Anclaje entre los paneles

El sistema de anclaje debe permitir montar o desmontar los paneles de una manera simple, rápida y que proporcione estabilidad (Figura 21). Para hacer la selección del tipo de anclaje hay que tomar en cuenta el costo (de acuerdo al diseño, material y complejidad que se desee), ubicación, el ángulo de apertura que se requiera, el grosor y peso del material con que este hecho el modulo (Ministry of Agriculture, Food and Fisheries, 2002).

Figura 21 Algunos tipos de anclaje



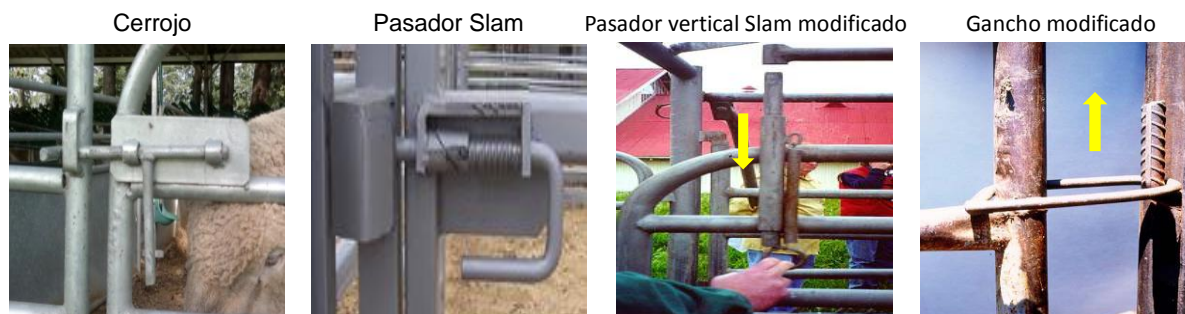
Fuente: Adaptado de The Collie Farm; Barbados Blackbelly Sheep Association; Franceovi.

2.22 Pasadores para los paneles puerta

Para seleccionar un pasador adecuado es necesario que ofrezca el nivel de seguridad requerido, fácil manipulación para los trabajadores y resistencia física (Figura 22). Es importante tomar en cuenta el costo, cuya variación será debido al material, diseño y complejidad que se desee (Ministry of Agriculture, Food and Fisheries, 2002; Boughton, 2008).

Los pasadores de las puertas pueden ser modificados para facilitar el acceso a trabajadores que tengan limitaciones de las extremidades superiores, reducción de la destreza y flexibilidad de los dedos o manos (Figura 22). Estas modificaciones pueden hacerse con materiales de fácil adquisición y de bajo costo (Ministry of Agriculture, Food and Fisheries, 2002; Boughton, 2008).

Figura 22 Ejemplo de pasadores comerciales y modificados



Fuente: Adaptado de Ingeniero Saúl Franco, Equipo Santana; National Stockyard Systems; csthehorse; sheep

2.23 Materiales comúnmente usados para construir paneles de ovino

Como ya se mencionó anteriormente los materiales que se pueden utilizar para construir los paneles son diversos y estos podrán ser seleccionados de acuerdo al poder adquisitivo, los materiales disponibles de la región, la resistencia que se requiera, la frecuencia del mantenimiento y la limpieza (De Lucas, 2011; De Lucas, 2010; Cuellar, 2010).

2.23.1 Panel de Madera:

Dentro de los materiales que ordinariamente son utilizados para hacer paneles se encuentra la madera ya que la inversión de compra no es tan elevada y es un material resistente, fácil de encontrar y si se usa de una manera responsable y adecuada es un material renovable (Ministry of Agriculture, Food and Fisheries, 2002). Existe controversia sobre el nivel de higiene que se puede alcanzar con este tipo de paneles, debido a su característica higroscópica por lo cual es muy complicado o poco probable limpiar totalmente su superficie (Peraza, 1999).

Para que este tipo de panel tenga una vida larga y útil (15 años), es necesario que se preserve la madera para disminuir el grado de humedad y evitar que sea atacada por insectos xilófagos. Esto se logra con productos que pueden disolverse en agua o derivados de petróleo, lo cual varía de acuerdo al tipo de madera, el fin para el cual se va a utilizar y el grado de retención que se requiera del preservador en la madera.

Cuando se va a aplicar el preservador a la madera hay que tomar en cuenta varios factores, entre ellos se encuentra la humedad, ya que entre mayor sea la cantidad de agua que contenga la madera será menor la cantidad de penetración de los preservadores, por lo que se recomienda trabajar con maderas que contengan menos del 20% de humedad para asegurar que el producto se instale en las paredes celulares. Otro factor que puede influir en la inmunización es la cantidad de químico que se coloque en la madera, ya que entre más producto contenga las paredes celulares será mayor la protección. Finalmente el tipo de maderas, se ha observado que las que son duras tienen mayor resistencia a los ataques de insectos xilófagos, pero también dificulta el paso de los productos a través de sus tejidos celulares ya que están entrecruzados unos con otros, por lo que se opta por disolver los productos en derivados del petróleo para asegurar e incrementar su retención (Peraza, 1999).

A diferencia de las maderas blandas que son mucho más fáciles de tratar, por lo que los productos concentrados se pueden disolver en agua. Un aspecto que no debemos olvidar al seleccionar el preservador de madera es el verificar que no sea tóxico para los animales (Peraza, 1999). La vida útil de la madera también depende del clima de la región donde se tenga los paneles. Si es un clima húmedo su vida será mucho más corta en comparación a un clima con baja humedad (Peraza, 1999).

En la Figura 23 se muestran paneles abiertos con rieles horizontales hechos con tabloncillos de madera mostrando varias alternativas de sistemas de anclaje que pueden ser usados para engarzarlos entre sí.

Figura 23 Corrales con paneles de madera



Fuente: Adaptado de The Collie Farm; Ouessants.

2.24.2 Panel tubular galvanizado.

Los paneles tubulares son una opción que han tenido gran aceptación ya que son ligeros y su resistencia es superior a la obtenida por otros materiales como la madera o el plástico reciclado.

Los paneles de acero generalmente tienen un recubrimiento de zinc fundido mediante un proceso de galvanizado por inmersión ya que estos adquieren una buena resistencia a la corrosión. Existe una amplia gama de espesores de recubrimiento el cual varía en función de los requisitos de protección contra la corrosión atmosférica o la durabilidad (Arcelor, 2006). Los recubrimientos de bajo espesor se utilizan para interiores donde las condiciones de deterioro son menores sin embargo para los exteriores donde los ambientes son altamente corrosivos se requiere un recubrimiento de zinc de mayor espesor que se encuentra entre 350 y 900g/m² (Arcelor, 2006).

El recubrimiento protege al acero mediante el efecto de barrera ya que se crea una capa de protección que frena la propagación de la corrosión y además mediante una protección catódica o de sacrificio donde las zonas del acero que no están recubiertas ya sea por arañazos, bordes de corte, agujeros, entre otros, se conservan gracias a la disolución del recubrimiento de las zonas circundantes, dado que el material de recubrimiento tiene una mayor propensión a la corrosión que el acero (Arcelor, 2006).

La vida útil de estos módulos es de 15 años, sin embargo la ventaja de este material es que al ser galvanizados nuevamente o en su defecto pintados se prolonga por mucho más tiempo su utilidad. Otro atributo que tiene el acero es que no es absorbente por lo que en caso de ser necesario estos módulos pueden ser lavados o desinfectados con facilidad (Arcelor, 2006).

El problema de esta alternativa es que no todos los productores cuentan con la solvencia económica necesaria para la inversión inicial, ya que su costo es elevado en comparación con las instalaciones que generalmente se utilizan en los sistemas de producción en México (Cuellar, 2011), sin embargo a mediano o largo plazo esto podría resultar más económico debido a su durabilidad. En la Figura 24 se muestran algunos de los modelos de paneles abiertos que se encuentran en el mercado.

Algunos hacen paneles combinando la madera y el acero galvanizado, los cuales son resistentes, pero es necesario que tengan el mantenimiento adecuado para que su vida útil sea larga (Peraza, 1999; Arcelor, 2006).

Para darle mayor flexibilidad y fortaleza a las instalaciones es común que se combinen paneles de madera con paneles de acero (Figura 24)

Figura 24 Corrales con paneles de acero galvanizado y con paneles de acero y madera



Fuente: Adaptado de Ingeniero Saúl Franco, Equipo Santana; phnceto2.

2.24.3 Panel de plástico reciclado.

Es otra alternativa que aún no es muy popular en el país sin embargo está tomando fuerza. Se menciona que son módulos altamente resistentes a las condiciones meteorológicas, además son higiénicos, ya que no son absorbentes y se pueden lavar fácilmente con detergente suave por lo que no requieren un tratamiento especial y esto a largo plazo podría ser una ventaja a nivel económico (Figura 25. Este tipo de material es aislante acústico, térmico y eléctrico además de ser ligero, durable, flexible, de fácil anclaje y tiene diversas resistencias. Debido a que es un material versátil puede ser usado para corrales individuales, ahijaderos, refugios para corderos, cercas o pisos (Tam y Tam, 2006; Ganadería México, 2012).

En México aún no se cuenta con una compañía especializada en la recolección de plástico agrícola para la fabricación de este tipo de paneles, su costo actualmente es elevado en relación al alcanzado en países donde ya cuentan con un sistema bien establecido como Inglaterra o Irlanda (Tam y Tam, 2006; Ganadería México, 2012).

Figura 25 Corrales de plástico reciclado



Fuente: Adaptado de Solway Recycling

2.24 Modelos de simulación en unidades productivas ovinas

Los objetivos de un productor empresarial son incrementar su producción, producir en armonía con el medio ambiente y hacer la empresa rentable o incrementar la rentabilidad es decir los beneficios obtenidos de una actividad y la inversión

realizada. Para lograrlo además de tener en cuenta el manejo zootécnico incluidas las instalaciones, es necesario también considerar aspectos del proceso administrativo (finanzas, comercialización, personal, entre otros.), ya que de esto dependerá que haya un manejo adecuado de los recursos, se incremente la productividad y por ende sobre la maximización de las utilidades. Las acciones tomadas en cada una de estas áreas tendrán diferentes respuestas sobre las utilidades, por lo que es adecuado saber en qué áreas conviene invertir los recursos financieros y humanos. Para esto se pueden utilizar modelos de simulación que reflejen los diferentes escenarios que enfrentan los productores para identificar las debilidades y fortalezas del sistema de producción, conocer el impacto económico que ocasionarían cambios en las variables económicas, productivas y dar un sentido estratégico a la dirección de la empresa para enfrentar de manera exitosa la competencia de los diferentes mercados (Aguilar *et al.*, 2002).

2.24.1 Modelos de simulación

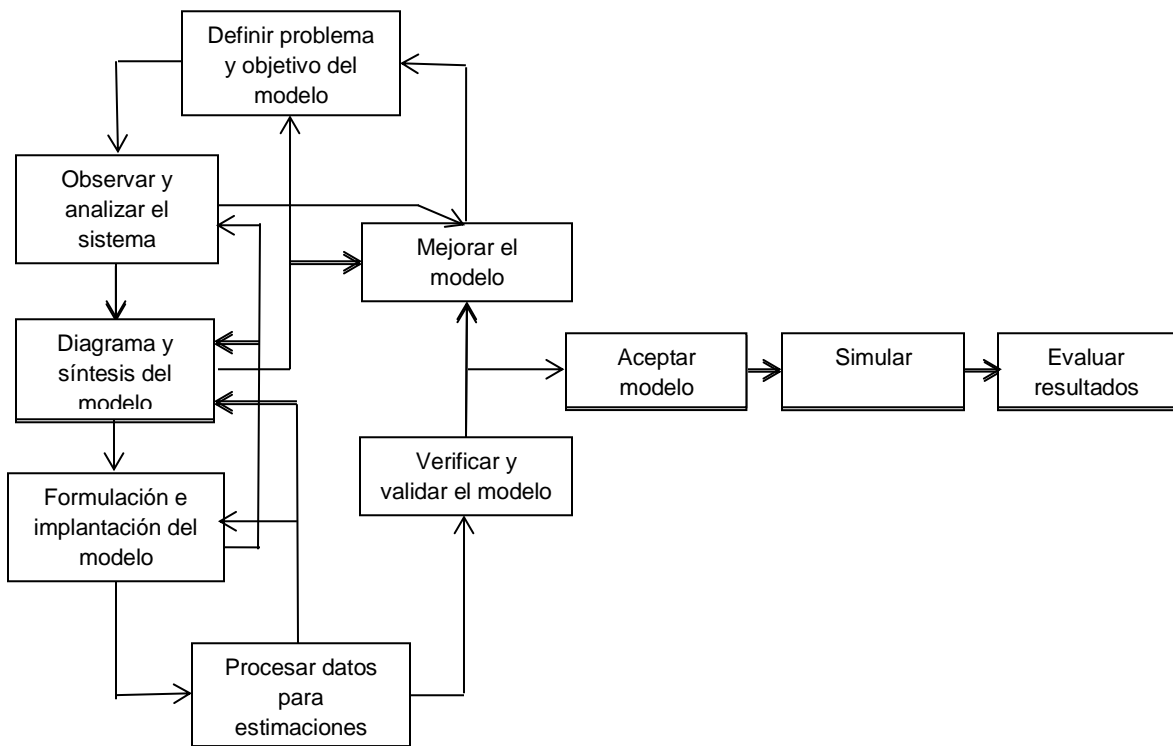
Un modelo es una representación simplificada de un sistema y la relación entre sus elementos, aunque es distinto a la entidad que representa, puede homologar su funcionamiento o varios atributos de este (Pittroff y Cartwright, 2002). Para diseñar y construir el modelo que se pretende simular es necesario el planteamiento de una serie de hipótesis y la obtención de datos sobre su funcionamiento para un mejor entendimiento, descripción y explicación del sistema real (Dent *et al.*, 1995)

Black (1995) define a la simulación como una técnica numérica, mediante el desarrollo de modelos lógicos y matemáticos, los cuales tratan de describir el comportamiento de los componentes de sistemas económicos, sociales, biológicos, físicos o químicos durante un periodo de tiempo determinado. Estos pueden ser resueltos de manera rápida por los ordenadores proporcionando un enfoque dinámico y cuantitativo.

El modelo de simulación en conjunto puede representar un método científico novedoso sin embargo muchos autores prefieren diferenciarlos (Mancilla, 1999), ya que se puede realizar un modelo sin necesidad de desarrollar el proceso de simulación, no así este último, el cual no se puede efectuar sin la existencia de un modelo (Torres y Ortiz, 2005).

Torres (2005) esquematizó la interacción entre las etapas que hay en el diseño de un modelo a partir del descrito por Mertens (1977) y donde incorporó la validación y evaluación como parte del proceso (Figura 26).

Figura 26 Etapas en el diseño de un modelo



Fuente: Adaptado de Torres, 2005.

Los modelos de simulación son una valiosa herramienta en la evaluación técnica y económica de posibles estrategias a nivel de la explotación individual o a escala regional (Torres y Ortiz, 2005) y ser un apoyo en la toma de decisiones debido a las numerosas ventajas que implica su uso:

- a) Permite explorar y predecir el funcionamiento y los potenciales de producción de los sistemas bajo diferentes escenarios productivos y económicos.
- b) Se pueden observar efectos a largo plazo al fijar el horizonte temporal.
- c) Posibilita el estudio de sistemas en situaciones en que la experimentación tradicional sería poco práctica, costosa y de larga duración.
- d) Permite examinar el sistema de forma tan amplia y detallada como el investigador lo desee, lo cual dependerá del número de factores que serán considerados para su desarrollo.

Los modelos de simulación basados en parámetros productivos que existen en la literatura no son auténticamente universales, ya que se necesita ajustar a las condiciones específicas de cada país o región, sin embargo estos pueden ser usados como elementos de partida en la toma de decisiones para la evaluación de diferentes estrategias (Torres y Ortiz, 2005)

2.24.2 Clasificación de los modelos

a) Modelo estático

Representa el estado de un sistema solamente en un instante de tiempo (France y Thornley, 1984; Black, 1995). Entre los modelos estáticos de interés en ganadería se refieren a las tradicionales tablas de necesidades nutritivas de los animales de granja, que están basadas en el uso de modelos estáticos (Mancilla, 1999).

b) Modelo dinámico

Es la representación de un sistema donde se describe un proceso en el tiempo. Como ejemplo se puede citar a los modelos de regresión que incluyen el factor de tiempo como una de las variables independientes (Grant et al., 2001). En muchos casos al introducir la variable de tiempo los modelos estáticos se vuelven dinámicos.

c) Modelo empírico

Está basado en ecuaciones que describen las correlaciones y asociaciones entre dos o más variables sin presentar explícitamente los procesos o mecanismos subyacentes que operan en el sistema real. Un modelo que representa el metabolismo energético de las vacas que basa sus predicciones en relaciones estadísticas obtenidas a partir de bases de datos (Naazie et al, 1997).

d) Modelo mecanístico

Explica el comportamiento del sistema mediante la representación de los mecanismos subyacentes por ejemplo Scaramuzzi et al, 1993 intenta describir en ovinos el crecimiento folicular a partir de las relaciones hormonales.

e) Modelo determinista

Es aquel que hace predicciones exactas ya que no contiene variables aleatorias. Este tipo de modelo se usó para simular los efectos sobre la eficiencia de la producción de lana a lo largo del ciclo de vida de corderas (France y Thornley, 1984).

f) Modelo estocástico

Contiene una o más variables aleatorias o distribuciones de probabilidad por lo que no sólo se predice el valor esperado de una cantidad sino también su variancia. Las predicciones obtenidas no son siempre las mismas, ya que las variables aleatorias en el modelo pueden tomar diferentes valores cada vez que se resuelve el modelo (Mancilla, 1999). La inclusión del concepto de azar o aleatorización en este modelo se puede efectuar mediante técnicas basadas en el método de Monte Carlo y mediante la teoría de las cadenas de (Hammersley y Handscomb, 1964). Este tipo de modelo se ha utilizado para la planificación y control de sistemas de pastoreo de borregas con elementos de incertidumbre como el clima en el comportamiento del sistema (Mancilla, 1999).

2.24.3 Método de Simulación Monte Carlo

Durante la década de los cuarenta Von Neumann y Ulam utilizaron el término de Simulación Monte Carlo cuando investigaban la fusión de neutrones en el Laboratorio Nacional de los Álamos, California. Debido a que se les presentaron problemas de protección nuclear que eran muy costosos para resolver experimentalmente o demasiado complejos para resolverlos analíticamente. Ingeniaron una simulación que equivalía a someter el problema a una ruleta, donde el comportamiento aleatorio y probabilístico desempeñaba el papel fundamental (Mancilla, 1999). Este estudio de las leyes de azar tuvo tanto éxito que más tarde su uso se popularizó en otras áreas.

Esta simulación consiste en repetir un proceso lógico en términos de ecuaciones matemáticas y operaciones lógicas de un modelo matemático, cuyos coeficientes son parámetros que pueden variar en base a un criterio determinado, ya sea haciendo intervenir al azar o no, de acuerdo al tipo de fenómeno que se trata de simular y el modelo utilizado para describirlo (López y Mariño, 2002; Yuguo y Junyi, 2005).

El método se usa para resolver problemas derivados de fenómenos estocásticos, en los que la experimentación física es impracticable y es imposible la creación de una fórmula exacta; también se adapta a la resolución de problemas determinísticos difíciles (Mancilla, 1999).

3 JUSTIFICACIÓN

Debido a la oportunidad de crecimiento que se presenta en la actualidad para la ovinocultura en México, los productores empresariales han puesto gran énfasis en mejorar aspectos de la producción mediante cambios tecnológicos, como el diseño de instalaciones.

Durante las dos últimas décadas, los corrales modulares de acero galvanizado son alternativas que han ganado un lugar importante dentro del mercado nacional ya que estas han demostrado ser funcionales, eficientes y que mejoran el bienestar de los animales. El costo de este tipo de infraestructuras es elevado en relación a otro tipo de instalaciones más rústicas y que se utilizan en un gran número de sistemas de producción del país; por lo que antes de adquirir este tipo de infraestructura es importante que los productores de acuerdo al tipo de producción y fin zootécnico con el que cuenten, conozcan sus expectativas de utilidad y rentabilidad, ya que de estos factores dependerá el nivel de implementación en las mejoras tecnológicas. Para esto es necesario desarrollar un modelo de simulación que nos permita evaluar el comportamiento económico y financiero del sistema de producción.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Mediante un modelo de **simulación**, valorar la rentabilidad de invertir en corrales modulares para una empresa ovina de 340 vientres, dedica a la producción de pie de cría (PC), además comparar dos posibles alternativas productivas por las que pudiera optar el productor: la engorda de corderos (EC) y la combinación de engorda y pie de cría (CA). Todas las alternativas bajo un sistema estabulado.

4.2 Objetivos específicos

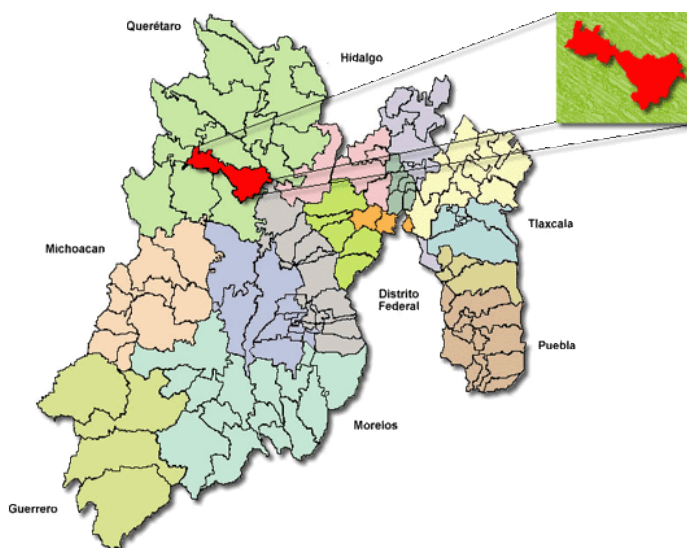
- Calcular los m² utilizados para el alojamiento de los ovinos en cada tipo de producción.
- Elaborar un modelo de simulación Monte Carlo para la estimación de la dinámica del rebaño en un horizonte de 15 años.
- Evaluar las tres alternativas de producción (pie de cría, engorda de corderos y la combinación de pie de cría / engorda de corderos) con:
 - Dos costos posibles de instalaciones (\$3, 000, 000 y \$1, 200, 000).
 - Dos alternativas en el origen del alimento (alimento producido y alimento comercial).
 - Dos estrategias comerciales (venta por kilogramo y venta por precio comercial).
- Valorar la estructura de costos en la empresa ovina en los diversos escenarios.
- Evaluar los diferentes escenarios de producción sobre los resultados económicos y financieros vinculados a las instalaciones modulares.
- Realizar análisis de sensibilidad de los escenarios con los distintos porcentajes de animales vendidos con registro.

5 MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Localización

El presente estudio se llevó a cabo en una empresa ovina dedicada a la producción de pie de cría (material genético), ubicada en la población de Jocotitlán, Estado de México, México (Figura 27), a una altura de 2,900msnm.

Figura 27 Poblado de Jocotitlán en el Estado de México



El clima de la región es C (w²) (w) (b) i g, que corresponde a templado subhúmedo con lluvias en verano, de acuerdo a la clasificación de Köepen modificada por Enriqueta García. La temperatura media anual es de 13.2°C con una precipitación pluvial promedio anual de 1008mm³.

5.2 Descripción de la alternativa de producción pie de cría (PC)

Poseen 340 hembras de biotipo cárnico de las razas dorper y dorset con una condición corporal entre 3 y 3.5 de acuerdo con una escala subjetiva de 0 a 5, en un sistema de producción intensivo con estabulación permanente, el ciclo productivo tiene una duración de 270 días (30 días de empadre + 150 días de gestación + 60 días de lactancia + 30 días de descanso). Son vendidos como pie

de cría a un costo de \$8,000.00 los machos y \$9,000.00 las hembras; los animales que no cumplen con las características requeridas se venden para el mercado de abasto de cordero cuyo precio de venta es de \$36.00 el kilogramo.

Los animales son alimentados con heno de avena (*Avena sativa*), heno de alfalfa (*Medicago sativa*) y concentrado comercial que les proporciona 3.05 megacalorías de energía metabolizable y 14% de proteína cruda por kilogramo de materia seca; la cantidad de estos componentes depende de la etapa productiva en la que se encuentre el animal (Cuadro 6 y 7).

Cuadro 6 Cantidad de forraje proporcionada por etapa productiva

Etapa	gr/animal/día	gr/animal/día
	avena	alfalfa
Hembra en lactancia	0.400	0.400
Hembra en mantenimiento	0.250	0.250
Hembra en empadre (flushing)	0.300	0.300
Hembra en gestación tardía	0.400	0.400
Sementales	.700-1.000	.700-1.000
Corderos en engorda	0.400	0.400
Corderos en crecimiento	0.300	0.300

Cuadro 7 Cantidad de concentrado comercial ofrecido por etapa productiva

Etapa	kg/día
Hembra en lactancia	.800-1.500
Hembra en mantenimiento	.600-1.000
Hembra en empadre (flushing)	.800-1.500
Hembra en gestación tardía	.800-1.500
Sementales	1.000-1.600
Corderos en engorda	.800-1.200
Corderos en crecimiento	.800-1.200
Corderos (creep feeding)	<i>Ad libitum</i>

Las instalaciones son corrales modulares con paneles de acero galvanizado, divididas en 5 áreas:

- a) **Área de reproducción** se albergan las hembras que están vacías y en empadre, diseñada para una capacidad total de 384 animales con un área total de 629.76m². Para formar esta área se necesitaron en total 64 paneles abiertos horizontales de 2.00m x 1.05m, 14 paneles abiertos horizontales de 2.56m x 1.05m y 12 paneles puertas abiertas horizontales de 2.00m x 1.05m.
- b) **Área de exhibición** aquí son instalados los corderos destetados para engorda y venta, su capacidad y superficie es similar al del área de reproducción.
- c) **Área de maternidad** en estos corrales son ubicadas las hembras con sus corderos entre 3-5 días de edad hasta el destete, el espacio total es para 96 hembras con cría(s) con un área total de 336m². Para montar esta área se emplearon en total 44 paneles abiertos horizontales de 2.00m x 1.05m, 10 paneles abiertos horizontales de 3.00m x 1.05m y 8 paneles puertas abiertas horizontales de 1.00m x 1.05m.
- d) **Área de parideros o ahijaderos** son instaladas las hembras recién paridas con sus crías entre 3-5 días, hay una capacidad total para 36 hembras con cría(s) en un área total de 67.5m². Para conformar esta área se utilizaron en total 42 paneles abiertos horizontales de 1.50m x 1.05m y 54 paneles abiertos horizontales de 1.25m x 1.05m.
- e) **Área de sementaleras** como su nombre lo indica en este sitio se encuentran alojados los sementales, cuenta con una capacidad para diez sementales adultos en un área total de 60m². Para formar esta área se requirieron en total 22 paneles cerrados de 2.00m x 1.20m, 10 paneles

cerrados de 3.00m x 1.20m y 10 paneles puertas cerradas de 2.00m x 1.20m.

5.3 Descripción de las alternativas de producción.

a) Engorda de corderos (EC)

Son corderos de 8 semanas con un peso promedio de 25 kilogramos al inicio de la engorda. El ciclo tendría una duración de 90 días pensando en una ganancia diaria de peso mayor a 200 gramos. Los ciclos de engorda duran 90 días, por lo que dentro de un período de 270 días caben tres ciclos. El peso a la venta promedio es de 40 kg con un precio de \$36.00 pesos por kilogramo. Contarán con el mismo espacio de alojamiento total que en el escenario base.

b) Alternativa de producción de pío de cría y engorda de corderos (CA)

En esta habrá solo 200 hembras para pío de cría y 602 corderos de engorda por ciclo.

Los animales utilizados en esta alternativa tienen las mismas características y son vendidos al mismo precio que en los otros dos sistemas de producción. El ciclo es de 270 días y tendrán el mismo espacio de alojamiento total que en las otras alternativas de producción.

5.4 Características del modelo de simulación

El primer objetivo de este trabajo fue calcular el área utilizada para el alojamiento de los ovinos de acuerdo a cada alternativa de producción, para ello se tomaron en cuenta los parámetros productivos de la empresa (Cuadro 8), los requerimientos de espacio necesarios por animal (Cuadro 9) y el espacio actualmente disponible para el alojamiento que suma 1,723.02 m², esto atendiendo la petición del productor de no superar el 87% de la capacidad instalada total.

Cuadro 8 Parámetros productivos de la empresa ovina

% Fertilidad	0.86%
% Prolificidad	1.3
Relación m/h	1 : 25

Cuadro 9 Requerimientos de espacio

	M ²
Hembras	1
Partos Gemelares	3.5
Corderos	1.1
Sementales	3.2

La evaluación del comportamiento económico y financiero se llevó a cabo con base en un modelo de simulación Monte Carlo (Mancilla A., 1999; Torres *et al*, 2005; Espinosa *et al*, 2009), para esto se creó un modelo matemático del sistema, identificando las variables cuya conducta aleatoria determinó el comportamiento total; para los cálculos se utilizó la información productiva y económica de la empresa generada en 2 periodos de 270 días, los cuales abarcaron de agosto 2010 a septiembre 2012. En las simulaciones se consideró un horizonte de 15 años en función de la vida útil que informan los distribuidores de los paneles de acero galvanizado. Se usaron hojas de cálculo de Microsoft Excel © junto con el complemento de Simtools© para generar muestras aleatorias de las variables y con base en los valores generados se analizó la rentabilidad de cada una de las decisiones. El Cuadro 10 indica los valores utilizados en el escenario base del modelo.

Cuadro 10 Variables del escenario base del modelo

VARIABLE	VALOR	COMPORTAMIENTO
% Fertilidad	0.86	Aleatorio
% Prolificidad	1.3	Aleatorio
% Mortalidad en lactancia	7	Aleatorio
% Mortalidad en desarrollo-engorda	4	Aleatorio
% Desecho forzado de vientres	2	Aleatorio
% Mortalidad de vientres	2	Aleatorio
% Reemplazo	14	Aleatorio
% De corderos sin registro	10	Aleatorio
% Vientres de desecho voluntario	10	Aleatorio
% de corderos sin registro vendidos por kg	20	Fijo
% de corderos sin registro vendidos por precio comercial	80	Fijo
Costo de alimentación comprada de vientres por ciclo	\$1,556.27	Fijo
Costo de alimentación comprada de sementales por ciclo	\$2,560.63	Fijo
Costo de alimentación comprada de corderos por ciclo	\$1,043.01	Fijo
Costo de alimentación comprada de corderos para abasto	\$492.21	Fijo
Costo de recuperación de instalaciones	\$1,000,000.00	Fijo
Precio total de instalaciones	\$3,000,000.00	Fijo
Precio promedio de corderos pie de cría a la venta	\$8,000.00	Fijo
Precio promedio de corderas pie de cría a la venta	\$9,000.00	Fijo
Precio promedio de corderos precio comercial (sin registro)	\$4,000.00	Fijo
Precio promedio de corderas precio comercial (sin registro)	\$5,000.00	Fijo
Precio de venta por kg de corderos	\$36.00	Fijo
Precio de venta por kg de oveja de desecho forzoso	\$27.00	Fijo
Peso promedio de corderos por kg (kg)	40	Fijo
Peso promedio de ovejas de desecho (kg)	68	Fijo

Con base en el modelo de simulación se estudiaron diversos escenarios que pudiese enfrentar la empresa. Se evaluaron dos costos posibles de las instalaciones, uno con valor a nuevo de \$3,000,000 (Ia) y otro de \$1,200,000 (Ib). Las primeras instalaciones tienen una vida útil de 15 años sin necesidad de darles mantenimiento durante este periodo y las segundas instalaciones con 12 años de vida útil pero dándoles mantenimiento al menos cada 3 años.

También se evaluaron dos alternativas para el origen del alimento: una en la que todo se compra (Ac) y otra en la que una parte se produce en la empresa (Ap). Los datos para ambas alternativas se tomaron del mismo rebaño.

Se evaluaron tres alternativas productivas (combinación de actividades) que corresponden a la producción de animales sólo para el abasto de carne, para pie de cría y una combinación de ambas.

Por otro lado, también se realizaron escenarios para dos estrategias comerciales. En la primera (Venta por kg o Vkg) todos los animales que no se venden como pie de cría se comercializan en el mercado de abasto de cordero. La otra estrategia (Precio comercial Vcm) consiste en vender una proporción de estos animales como pie de cría de segunda calidad, con lo que se puede obtener un ingreso adicional, pero también requiere un esfuerzo de comercialización mayor.

Se hicieron análisis de sensibilidad para distintos porcentajes de animales vendidos con registro. Un mayor número de crías vendidas con registro requiere de mayor calidad genética, pero además, de un mayor trabajo de promoción en el mercado. En el modelo no se incluyeron los costos derivados de las actividades de promoción, como podrían ser asistencia a ferias y gastos de publicidad. Finalmente todos los escenarios fueron evaluados con una prolificidad inicial de 1.3% y una prolificidad final de 1.5% la cual fue alcanzada años después por diversos manejos que implementaron (Cuadro 11)

Cuadro 11 Cambios en las variables con relación al escenario base

DESCRIPCIÓN	CAMBIOS EN LAS VARIABLES CON RELACIÓN AL ESCENARIO BASE
Escenario Base	
Producción de Píe de cría (PC) con 340 vientres	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de Engorda de cordero (EC) con 4200 animales • Producción de Píe de cría más Engorda de corderos (CA) con 1806 corderos y 200 vientres
Corderos sin registro en venta por kg	<ul style="list-style-type: none"> • Corderos sin registro en venta por kg y precio comercial
Corderos sin registro 10%	<ul style="list-style-type: none"> • Corderos sin registro 30% • Corderos sin registro 50% • Corderos sin registro 60%
Costo del alimento comprado por ciclo	<ul style="list-style-type: none"> • Costo del alimento cultivado por ciclo
Valor de instalaciones \$3,000,000.00	<ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones de \$1, 200,000.00
% Prolificidad 1.3	% Prolificidad 1.5

En el Cuadro 12 se muestran las variables usadas para desarrollar los escenarios en cada alternativa de producción.

Cuadro 12 Escenarios por alternativa calculados en el modelo de simulación

Alternativa de producción	Costo de instalaciones	Costo de alimento	Estrategia comercial	% de corderos sin registro	Prolificidad	Escenarios calculados en total por alternativa
Pie de cría (PC)	\$3, 000,000 (Ia)	Alimento comprado (Ac)	Venta por kilogramo (Vkg) Venta por precio comercial + venta por kilogramo (Vcm)	10% (10)	1.3%	64
	\$1, 200,000 (Ib)	Alimento producido (Ap)		30% (30)		
				50% (50)		
				60% (60)		
Engorda de corderos (EC)	\$3, 000,000 (Ia) \$1, 200,000 (Ib)	Alimento comprado (Ac) Alimento producido (Ap)	-	-	-	4
Pie de cría y engorda de corderos (CA)	\$3, 000,000 (Ia)	Alimento comprado (Ac)	Venta por kilogramo (Vkg) Venta por precio comercial + venta por kilogramo (Vcm)	10% (10)	1.3%	64
	\$1, 200,000 (Ib)	Alimento producido (Ap)		30% (30)		
				50% (50)		
				60% (60)		

() Códigos de las alternativas evaluadas en el modelo de simulación

Los indicadores de desempeño productivo y financiero que fueron calculados y evaluados se muestran en la Cuadro 13.

Cuadro 13 Variables de salida en el modelo de simulación

ESTRUCTURA DE COSTOS
% Alimentación
% Mano de Obra
% Medicamentos
% Servicios
% Otros gastos
DESEMPEÑO PRODUCTIVO
Vientres
Vientres gestantes
Corderos nacidos (CoNa)
Corderos destetados (CoDe)
Corderos finalizados (CoFi)
Reemplazo (Ree)
Venta de pie de cría cordero (VePCCo)
Venta de pie de cría cordera (VePCCa)
Cordero para abasto (CoAb)
Cordera para abasto (CaAb)
Cordero comprado para engorda (CoCoEn)
Cordero de engorda para venta (CoEnVe)
DESEMPEÑO FINANCIERO
Valor Actual Neto (VAN)
Tasa Interna de Retorno (TIR)

6 RESULTADOS

La alternativa de producir pie de cría (PC) se estimó con base en 340 vientres, con lo que se emplean 1,454.15 m², esto es 84.4% de la capacidad para alojamiento. La alternativa de producir corderos para abasto (EC) se basa en un inventario de 1400 corderos en cada ciclo de 90 días (tres ciclos por periodo), con lo que se ocupan 1,470 m². Finalmente, la alternativa que combina la producción de pie de cría y la engorda de corderos (CA), se basa en un inventario de 200 vientres y 602 corderos en engorda por ciclo, los cuales requieren una superficie de 1468.m² (Cuadro 14).

Cuadro 14 Área utilizada para el alojamiento de ovinos

Tipo de producción	Tipo de animales	No. de animales por periodo (270 días)	M ² utilizados para el alojamiento de ovinos	% utilizado para el alojamiento de ovinos
Pie de Cría (PC)	Vientres	340	1454.15	84.40%
Engorda de Corderos (EC)	Corderos	4200	1470.00	85.30%
Pie de cría más engorda de corderos (CA)	Vientres	200	1487.48	86.30%
	Corderos	1806		

Estructura de costos de las alternativas de producción.

En el Cuadro 15 se muestra la estructura de los principales costos de producción. En él se puede apreciar que el costo que ocupó mayor porcentaje fue el de alimentación. En PC el costo por alimentación representó casi el 90%, y fue aproximadamente 45% superior al encontrado en EC, y 20% por encima de CA.

Por su parte, cuando se evaluó el efecto del origen del alimento dentro de cada alternativa, no se encontraron variaciones importantes en ninguna de ellas, ya que el hecho de comprar o cultivar el alimento apenas representó una diferencia de 1% en el costo total cuando se compara dentro de cada alternativa base. (Cuadro 15).

Cuadro 15 Estructura de costos

Estructura de costos					
Alternativa de producción	Alimentación	Mano de Obra	Medicamentos	Servicios	Otros gastos
Pie de cría con Alimento Producido (PCAp)	89.94%	5.61%	0.61%	0.92%	0.92%
Pie de cría con Alimento Comprado (PCAc)	90.09%	5.52%	0.60%	0.91%	0.91%
Engorda de corderos con Alimento Producido (ECAp)	46.66%	4.20%	0.63%	0.95%	0.95%
Engorda de corderos con Alimento Comprado (ECAc)	47.62%	4.18%	0.62%	0.93%	0.93%
Combinación de estas dos alternativas con Alimento Producido (CAAp)	69.11%	5.93%	0.65%	0.97%	0.97%
Combinación de estas dos alternativas con Alimento Comprado (CAAc)	69.13%	5.87%	0.64%	0.96%	0.96%

La tasa interna de retorno (TIR) del escenario PC base fue de 46%, esto es, 35% mayor a la tasa de descuento del proyecto (10.4%), por lo que se considera rentable. Además presentó un valor actual neto (VAN) de \$11, 730,393 (Cuadros 16).

La TIR se incrementa a 82% y el VAN a \$13, 098,647.56 cuando se cambia el costo de las instalaciones a \$1, 200,000.00, pese a que la vida útil de estas se reduce de 15 a 12 años (Cuadro 16).

Vender los corderos sin registro como pie de cría a un precio mayor que el que se obtiene cuando se venden para abasto (estrategia comercial: precio comercial), significó un incremento en la TIR de 2% y de \$408,463 en el VAN con relación al escenario base. Como es de esperarse, en todos los escenarios es mayor la TIR cuando se elige esta estrategia, los incrementos van de 1% a 5% (Cuadros 16 y 17).

La proporción de corderos que cumplen los estándares raciales para obtener registro afecta de manera importante los ingresos de empresa, ya que el precio de venta de estos animales es más de cuatro veces superior al de los corderos vendidos para abasto. Por tal razón se hicieron análisis de sensibilidad para identificar a partir de qué porcentaje de corderos con registro el proyecto deja de ser rentable. Se evaluaron porcentajes de venta de animales sin registro del 10% hasta el 60%; en todos los escenarios el proyecto deja de ser rentable cuando más de la mitad de los corderos no cumplen los estándares para obtener registro de raza pura (Cuadros 16 y 17).

Cuadro 16 TIR y VAN en la producción de pie de cría con 1.3 de prolificidad en corderos sin registro vendidos por kilogramo

Corderos sin registro vendido por kilogramo con la alternativa de producción PC								
Tipo de alimento y costo de instalaciones	10% Corderos sin registro		30% Corderos sin registro		50% Corderos sin registro		60% Corderos sin registro	
	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Alimento Cultivado Instalaciones 1,200,000	\$13,541,523.38	83.42%	\$9,115,172.31	52.10%	\$4,416,473.50	28.47%	-\$90,073.45	9.96%
Alimento Comprado Instalaciones 1,200,000	\$13,098,647.56	81.69%	\$8,785,781.21	51.02%	\$4,309,800.32	28.59%	-\$130,599.61	9.96%
Alimento Cultivado Instalaciones 3,000,000	\$11,853,228.21	46.89%	\$7,376,167.21	31.48%	\$2,957,857.45	18.75%	-\$462,557.55	8.96%
Alimento Comprado Instalaciones 3,000,000	\$11,730,393.67	46.46%	\$6,966,522.79	30.49%	\$2,879,982.31	18.47%	-\$671,232.58	8.34%

Cuadro 17 TIR y VAN en la producción de pie de cría con 1.3 de prolificidad en corderos sin registro vendido por kilogramo y precio comercial

Corderos sin registro vendido por kilogramo y precio comercial con la alternativa de producción PC								
Tipo de alimento y costo de instalaciones	10% Corderos sin registro		30% Corderos sin registro		50% Corderos sin registro		60% Corderos sin registro	
	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Alimento Cultivado Instalaciones 1,200,000	\$13,701,454.67	87.92%	\$9,545,368.55	54.23%	\$5,283,710.49	32.78%	-\$52,922.85	10.12%
Alimento Comprado Instalaciones 1,200,000	\$13,508,846.36	84.56%	\$9,171,061.30	52.43%	\$5,099,153.75	32.29%	-\$105,626.41	9.89%
Alimento Cultivado Instalaciones 3,000,000	\$12,271,180.79	48.32%	\$8,003,167.62	33.24%	\$3,864,269.11	21.81%	-\$386,909.39	9.24%
Alimento Comprado Instalaciones 3,000,000	\$12,138,856.90	48.32%	\$7,708,335.54	32.34%	\$3,551,083.50	20.51%	-\$619,393.46	8.48%

Los ingresos de la empresa dependen de la cantidad de corderos que se obtengan por ciclo y esta cantidad a su vez depende de la fertilidad, la prolificidad y la mortalidad de los corderos. En la empresa evaluada la fertilidad y la mortalidad de corderos se encontraba en valores óptimos (fertilidad de 88% y mortalidad de 7%) y no se modificaron sustancialmente en los tres años de los que se analizó la información. Sin embargo, en este mismo período la prolificidad pasó de 1.3 a 1.5, por lo que se realizó un análisis de sensibilidad de esta variable para cuantificar su efecto en la rentabilidad.

Los resultados muestran que dos décimas de prolificidad provocan un incremento en el VAN del escenario PC base de 4.2 millones de pesos y de 14% en la TIR. En los demás escenarios de esta alternativa se observaron aumentos en la TIR desde 6% hasta 31%. (Cuadros 18).

Cuadro 18 Incremento de la TIR y el VAN por dos décimas más de fertilidad en la alternativa de producción (PC)

Incremento de la TIR y el VAN por dos decimas más de fertilidad en corderos sin registro vendido por kilogramo con la alternativa de producción PC								
Tipo de alimento y costo de instalaciones	10% Corderos sin registro		30% Corderos sin registro		50% Corderos sin registro		60% Corderos sin registro	
	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Alimento Cultivado Instalaciones 1,200,000	\$4,257,720.76	30.59%	\$3,299,406.89	16.11%	\$2,600,341.69	10.53%	\$4,019,163.25	17.19%
Alimento Comprado Instalaciones 1,200,000	\$4,429,781.82	31.42%	\$3,279,307.89	17.10%	\$2,426,346.62	10.08%	\$3,709,444.30	16.05%
Alimento Cultivado Instalaciones 3,000,000	\$4,543,153.73	14.11%	\$3,322,975.69	9.43%	\$2,418,292.02	6.51%	\$2,122,670.25	8.24%
Alimento Comprado Instalaciones 3,000,000	\$4,202,710.53	13.88%	\$3,677,036.11	9.59%	\$2,343,683.98	5.61%	\$1,689,746.72	8.76%
Incremento de la TIR y el VAN por dos decimas más de fertilidad en corderos sin registro vendido por kilogramo y precio comercial con la alternativa de producción PC								
Tipo de alimento y costo de instalaciones	10% Corderos sin registro		30% Corderos sin registro		50% Corderos sin registro		60% Corderos sin registro	
	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Alimento Cultivado Instalaciones 1,200,000	\$4,707,111.68	34.5%	\$3,738,243.46	20.00%	\$2,898,777.10	11.79%	\$5,758,247.95	24.40%
Alimento Comprado Instalaciones 1,200,000	\$4,484,462.67	36.6%	\$3,818,777.40	21.32%	\$2,867,857.61	11.52%	\$5,434,211.69	23.56%
Alimento Cultivado Instalaciones 3,000,000	\$4,623,711.17	12.7%	\$3,459,228.38	10.68%	\$2,732,054.70	6.28%	\$3,712,269.92	11.83%
Alimento Comprado Instalaciones 3,000,000	\$4,293,069.50	13.1%	\$3,788,185.37	10.70%	\$2,773,579.40	6.60%	\$3,350,785.84	12.88%

Cabe señalar que todos los escenarios que fueron evaluados con 1.5 de prolificidad fueron rentables hasta con el 60% de corderos sin registro (Cuadro 19 y 20), esto es, 10% más que con fertilidad de 1.3.

Cuadro 19 TIR y VAN en la producción de pie de cría con 1.5 de prolificidad en corderos sin registro vendido solo por kilogramo

Corderos sin registro vendido por kilogramo con la alternativa de producción PC								
Tipo de alimento y costo de instalaciones	10% Corderos sin registro		30% Corderos sin registro		50% Corderos sin registro		60% Corderos sin registro	
	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Alimento Cultivado Instalaciones 1,200,000	\$17,799,244.14	114.01%	\$12,414,579.2	68.21%	\$7,016,815.19	39.00%	\$4,109,236.70	27.15%
Alimento Comprado Instalaciones 1,200,000	\$17,528,429.38	113.11%	\$12,065,089.1	68.12%	\$6,736,146.94	38.67%	\$3,840,043.90	26.01%
Alimento Cultivado Instalaciones 3,000,000	\$16,396,381.94	61.00%	\$10,699,142.9	40.91%	\$5,376,149.47	25.26%	\$2,585,227.80	17.20%
Alimento Comprado Instalaciones 3,000,000	\$15,933,104.20	60.34%	\$10,643,558.9	40.08%	\$5,223,666.28	24.08%	\$2,360,979.30	17.10%

Cuadro 20 TIR y VAN en la producción de pie de cría con 1.5 de prolificidad en corderos sin registro vendido por kilogramo y precio comercial

Corderos sin registro vendido por kilogramo y precio comercial con la alternativa de producción PC								
Tipo de alimento y costo de instalaciones	10% Corderos sin registro		30% Corderos sin registro		50% Corderos sin registro		60% Corderos sin registro	
	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Alimento Cultivado Instalaciones 1,200,000	\$18,408,566.35	122.45%	\$13,283,612.0	74.23%	\$8,182,487.59	44.57%	\$5,811,170.80	34.52%
Alimento Comprado Instalaciones 1,200,000	\$17,993,309.03	121.16%	\$12,989,838.7	73.75%	\$7,967,011.36	43.81%	\$5,539,838.10	33.45%
Alimento Cultivado Instalaciones 3,000,000	\$16,894,891.96	61.03%	\$11,462,396.0	43.92%	\$6,596,323.81	28.09%	\$4,099,179.30	21.07%
Alimento Comprado Instalaciones 3,000,000	\$16,431,926.40	61.43%	\$11,496,520.9	43.04%	\$6,324,662.90	27.11%	\$3,970,179.30	21.36%

En los Cuadros 21 y 22 se muestran los resultados para la alternativa Combinación de Actividades (engorda de corderos más pie de cría); se observa que tanto la TIR como el VAN fueron rentables en todos los escenarios hasta con un 30% de corderos sin registro.

Con instalaciones de \$3, 000,000.00 y alimentación comprada esta alternativa resultó rentable (TIR 19%) pero la TIR disminuyó en 27 puntos porcentuales con relación al escenario base; por su parte se observa una reducción del VAN del 82%, que pasa de 11.7 a tan solo 2.1 millones de pesos (Cuadros 16 y 21).

Para esta alternativa (CA) llevar a cabo la estrategia comercial Vcm tiene muy pocos beneficios, pues entre los escenarios CA-la-Ac-Vkg-10 y CA-la-Ac-Vcm-10 apenas se observa un aumento del VAN equivalente al 0.6% (Cuadros 21 y 22).

Cuadro 21 TIR y VAN en la producción de cordero de engorda más pie de cría con prolificidad de 1.3% en corderos sin registro vendidos por kilogramo

Corderos sin registro vendido por kilogramo con la alternativa de producción CA								
Tipo de alimento y costo de instalaciones	10% Corderos sin registro		30% Corderos sin registro		50% Corderos sin registro		60% Corderos sin registro	
	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Alimento Cultivado Instalaciones 1,200,000	\$3,677,693.57	44.10%	\$2,692,451.84	33.86%	\$1,831,783.03	26.64%	\$1,533,906.67	24.16%
Alimento Comprado Instalaciones 1,200,000	\$3,426,068.97	32.93%	\$1,785,850.95	23.62%	\$1,453,050.90	22.91%	-\$194,937.58	9.23%
Alimento Cultivado Instalaciones 3,000,000	\$2,180,205.04	19.46%	\$1,349,524.82	16.16%	-\$58,062.80	10.08%	-\$636,952.38	7.20%
Alimento Comprado Instalaciones 3,000,000	\$1,568,882.73	16.02%	\$1,184,022.87	11.29%	-\$88,708.65	6.60%	-\$1,749,634.31	2.18%

Cuadro 22 TIR y VAN en la producción de cordero de engorda más pie de cría con prolificidad de 1.3% en corderos sin registro vendido por kilogramo y precio comercial

Corderos sin registro vendido por kilogramo y precio comercial con la alternativa de producción CA								
Tipo de alimento y costo de instalaciones	10% Corderos sin registro		30% Corderos sin registro		50% Corderos sin registro		60% Corderos sin registro	
	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Alimento Cultivado Instalaciones 1,200,000	\$5,645,089.23	58.19%	\$2,430,228.78	31.14%	\$1,444,869.10	23.44%	-\$71,667.32	9.63%
Alimento Comprado Instalaciones 1,200,000	\$4,375,324.86	45.91%	\$2,344,931.7	27.52%	\$1,014,795.4	18.13%	-\$97,921.05	9.63%
Alimento Cultivado Instalaciones 3,000,000	\$2,226,695.58	19.57%	\$1,137,442.66	15.29%	-\$125,051.34	9.78%	-\$122,939.98	8.20%
Alimento Comprado Instalaciones 3,000,000	\$1,803,680.49	19.25%	\$ 633,171.98	12.86%	-\$389,428.52	4.86%	-\$890,253.07	6.44%

Al igual que en la alternativa PC, el cambio en la prolificidad de 1.3 a 1.5 aumenta considerablemente los beneficios del proyecto con la alternativa CA; en el escenario CA-la-Ac-Vkg-10 la TIR se incrementa en 40% y el VAN pasa de 12.1 a 15.9 millones de pesos (Cuadros 23 y 24). En los demás escenarios de esta alternativa, los aumentos del TIR oscilan entre 0.5 y 24 puntos, y el VAN entre \$35,833.70 y entre \$1, 505,252.94 (Cuadro 25)

Cuadro 23 TIR y VAN en la producción de cordero de engorda más pie de cría con prolificidad de 1.5% en corderos sin registro vendido solo por kilogramo

Corderos sin registro vendido por kilogramo con la alternativa de producción CA								
Tipo de alimento y costo de instalaciones	10% Corderos sin registro		30% Corderos sin registro		50% Corderos sin registro		60% Corderos sin registro	
	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Alimento Cultivado Instalaciones 1,200,000	\$5,172,489.84	58.53%	\$3,552,291.38	39.43%	\$2,109,318.36	27.58%	\$1,184,313.62	22.23%
Alimento Comprado Instalaciones 1,200,000	\$3,461,902.68	39.79%	\$2,718,198.48	33.86%	\$1,674,412.53	25.22%	-\$68,945.18	9.82%
Alimento Cultivado Instalaciones 3,000,000	\$2,958,422.25	22.13%	\$1,927,382.86	18.18%	\$615,650.03	13.05%	-\$250,549.81	9.18%
Alimento Comprado Instalaciones 3,000,000	\$2,090,251.03	19.46%	\$1,224,523.51	15.16%	-\$89,035.08	10.08%	-\$851,859.11	6.07%

Cuadro 24 TIR y VAN en la producción de cordero de engorda más pie de cría con prolificidad de 1.5% en corderos sin registro vendido solo por kilogramo y precio comercial

Corderos sin registro vendido por kilogramo y precio comercial con la alternativa de producción CA								
Tipo de alimento y costo de instalaciones	10% Corderos sin registro		30% Corderos sin registro		50% Corderos sin registro		60% Corderos sin registro	
	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Alimento Cultivado Instalaciones 1,200,000	\$7,149,342.17	78.03%	\$3,798,897.24	45.08%	\$2,726,186.0	34.42%	\$2,154,338.25	29.04%
Alimento Comprado Instalaciones 1,200,000	\$5,418,163.09	70.00%	\$3,370,396.77	35.68%	\$1,321,107.72	22.19%	\$546,346.53	15.28%
Alimento Cultivado Instalaciones 3,000,000	\$3,596,389.29	23.19%	\$2,107,458.6	20.19%	\$1,235,030.97	15.53%	\$749,714.37	13.81%
Alimento Comprado Instalaciones 3,000,000	\$2,502,842.21	19.82%	\$952,121.57	14.48%	-\$146,122.23	9.78%	-\$143,848.91	8.70%

Cuadro 25 Incremento de la TIR y el VAN por dos décimas más de fertilidad en la alternativa de producción (CA)

Incremento de la TIR y el VAN por dos decimas más de fertilidad en corderos sin registro vendido por kilogramo con la alternativa de producción CA								
Tipo de alimento y costo de instalaciones	10% Corderos sin registro		30% Corderos sin registro		50% Corderos sin registro		60% Corderos sin registro	
	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Alimento Cultivado Instalaciones 1,200,000	\$1,494,796.27	14.43%	\$859,839.54	5.57%	\$277,535.33	0.94%	\$349,593.06	1.93%
Alimento Comprado Instalaciones 1,200,000	\$35,833.70	6.86%	\$932,347.53	10.24%	\$221,361.63	2.31%	-\$125,992.40	0.59%
Alimento Cultivado Instalaciones 3,000,000	\$778,217.21	2.67%	\$577,858.04	2.02%	\$557,587.23	2.97%	-\$386,402.57	1.98%
Alimento Comprado Instalaciones 3,000,000	\$521,368.30	3.44%	\$40,500.64	3.87%	-\$326.43	3.48%	-\$897,775.20	3.89%
Incremento de la TIR y el VAN por dos decimas más de fertilidad en corderos sin registro vendido por kilogramo y precio comercial con la alternativa de producción CA								
Tipo de alimento y costo de instalaciones	10% Corderos sin registro		30% Corderos sin registro		50% Corderos sin registro		60% Corderos sin registro	
	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
Alimento Cultivado Instalaciones 1,200,000	\$1,504,252.94	19.84%	\$1,368,668.46	14%	\$1,281,316.93	11%	\$2,082,670.92	19%
Alimento Comprado Instalaciones 1,200,000	\$1,042,838.23	24.09%	\$1,025,465.03	8%	\$306,312.35	4%	\$448,425.48	6%
Alimento Cultivado Instalaciones 3,000,000	\$1,369,693.71	3.62%	\$970,015.93	5%	\$1,360,082.30	6%	\$626,774.40	6%
Alimento Comprado Instalaciones 3,000,000	\$699,161.72	0.57%	\$318,949.59	2%	\$243,306.29	5%	-\$746,404.16	2%

Las instalaciones modulares de acero galvanizado resultaron ser rentables en las alternativas en las que se produce pie de cría, ya sea en combinación con corderos de engorda o sin ellos, debido a que el ingreso que se obtiene por este

tipo de animales, con registro (\$9,000) o sin él (\$5,000), es superior al alcanzado por un cordero de engorda (\$1,080).

En todos los escenarios de la alternativa EC, tanto la TIR como el VAN resultaron negativos (Cuadro 26), por lo que no es una alternativa viable para la empresa.

Cuadro 26 TIR y VAN en la producción de cordero para engorda

	VAN	TIR
Alimento Cultivado; Instalaciones 1,200,000	-744,244.58	-4%
Alimento Comprado; Instalaciones 1,200,000	-1,046,675.24	-6%
Alimento Comprado; Instalaciones 3,000,000	-2,375,656.09	-11%
Alimento Comprado; Instalaciones 3,000,000	-2,678,079.77	-12%

7 DISCUSIÓN

Los resultados del modelo de simulación muestran que la empresa logra la mayor rentabilidad con la alternativa PC, que la rentabilidad de la alternativa CA es menor y que la alternativa EC no es rentable en ninguno de sus escenarios. El uso de paneles es recomendable para la producción de pie de cría porque aumenta el bienestar de los animales (Welfare Quality, 2004; Orihuela, 2010), la eficiencia de la mano de obra y la imagen que la empresa muestra a sus clientes, con lo cual mejora la rentabilidad de la empresa (Broom, 2001).

Los corrales modulares de \$3, 000,000 fueron adquiridos por la empresa evaluada dos años antes de generar la información productiva y económica utilizada en el modelo de simulación. Este tipo de instalaciones se seleccionó con base en los requerimientos de espacios adecuados para el desempeño ovino óptimo y a la funcionalidad, por lo que fue de suma importancia tomar en cuenta el sistema, objetivo, planificación y organización de la producción (Cuellar, 2010; De Lucas, 2010; De Lucas, 2011). Pero además como existe una gran diversidad en estilos, materiales o características en los paneles (Cuellar, 2010; De Lucas, 2010; De Lucas, 2011), el productor eligió aquellos que fuesen durables, flexibles, expandibles y seguros, de esta manera tendría mayores posibilidades que fuesen rentables.

Pese a la fuerte inversión inicial que se requiere para el uso de este tipo de paneles, los resultados del análisis indican que es rentable para empresas que producen pie de cría. Otra ventaja del uso de estos materiales es que al final de su vida útil se pueden reacondicionar por un costo bajo (aproximadamente 10% del valor inicial) con lo que pueden prolongar su vida útil alrededor de 15 años más. Al momento, prácticamente no existe otro material en el mercado nacional que supere en duración a los paneles de acero galvanizado. Su desempeño es muy superior al que se obtiene con paneles de madera, pues esta última es higroscópica y de menor resistencia, por lo que deben ser reemplazados de manera frecuente.

El acero galvanizado tiene diversas características que le permite poseer un alto rendimiento, como la resistencia a la corrosión por el recubrimiento con zinc, no ser absorbente y poder ser lavado o desinfectado con facilidad, además es ligero, tiene una gran resistencia y en caso de ser necesario se pueden dismantelar las instalaciones para ser reubicadas sin perder la inversión inicial (Arcelor, 2006). Sin embargo, si no se tiene un manejo adecuado por parte de los trabajadores o productores hacia los paneles su vida útil será fuertemente reducida.

Los resultados obtenidos en el modelo de simulación reflejan que las instalaciones sin galvanizar de \$1, 200,000 produciendo pie de cría presentan las máximas utilidades; sin embargo, a este tipo de módulos se recomienda darles mantenimiento cada cuatro años alcanzando una vida útil promedio de 12 años, por lo que para determinar si es adecuado y viable adquirir este tipo de instalaciones es conveniente cuestionarnos qué tan práctico sería dismantelar los corrales cada cuatro años teniendo vientos, el incremento que tendría el costo de mantenimiento si se hiciera por áreas, el grado de resistencia que mantendrían los paneles si fuesen tratados hasta tener 12 años de uso, el porcentaje de merma que habría al no darles el tratamiento de conservación adecuado o la calidad y resistencia de los materiales con que están hechos.

Para que esta empresa productora de material genético (pie de cría) siga siendo exitosa y redituable aun teniendo instalaciones tecnificadas con un costo inicial elevado es necesario que tenga un diseño adecuado de estrategias en comercialización, que tome en cuenta el precio, producto, promoción y distribución (Montossi *et al*, 2003; Martínez, 2012). La estrategia comercial utilizada en el escenario base “venta por kilogramo” ha permitido obtener buenas utilidades, sin embargo los resultados muestran que en cualquier escenario donde se produzca este tipo de animales pudiesen incrementar su rentabilidad al ser vendidos también por “precio comercial” ya que permite obtener ingresos superiores. El pie de cría (material genético) se caracteriza por tener buenos antecedentes genealógicos y mayor productividad, así que aquellos animales no apegados al

estándar de la raza pueden ser vendidos de esta manera con el objetivo de ser incorporados a rebaños donde sean de mejor calidad genética o productiva (Esqueda *et al*, 2009; Esqueda y Gutiérrez, 2009; Ortiz, 2010).

La engorda de corderos con el tipo de instalaciones usadas en esta empresa no resultó ser rentable. Existen múltiples alternativas con instalaciones modulares que podrían cambiar esta situación, como por ejemplo el uso de corrales modulares con piso elevado. Se han publicado diversos trabajos en los cuales mencionan que la engorda de corderos en piso elevado incrementa los índices de crecimiento, reduce los problemas de salud, mejora la eficiencia del consumo de alimento, el costo de limpieza se reduce un 10% y sobre todo la capacidad de borregos por metro cuadrado (.6 a 2 m² por animal) se puede incrementar hasta en 230% (Cuellar, 2008; INIFAP, 2008; Velásquez *et al*, 2012). En el escenario para engorda de corderos los cálculos de espacio para el alojamiento se realizó con 1400 animales en un ciclo de 90 días que abarcarían 1,470 m² es decir el 85.3% pero si se usara piso elevado podría tener 2,450 corderos en un espacio similar incrementándose la capacidad por metro cuadrado en 175%. Si los corrales con paneles y piso elevado tuviesen un precio de \$1, 200,000.00 con esa población de corderos pudieran ser rentables. Es importante que los productores seleccionen entre las diversas alternativas con las que cuentan, la que se adapte mejor a sus condiciones y le permita obtener las mayores utilidades.

Los corrales modulares “per se” no causan totalmente la optimización de los parámetros productivos de los animales pero de manera directa o indirecta pueden influir en ellos (Cuellar, 2010; De Lucas, 2010; De Lucas, 2011), la producción base contaba con una prolificidad inicial de 1.3 y años después de haber colocado los corrales modulares se incrementó a 1.5. Estas mejoras en los porcentajes fueron relacionados a 3 factores principalmente:

:

1. El manejo nutricional, en particular el uso de flushing (sobrealimentación o complemento antes y durante el empadre).
2. Factores genéticos.- Se hizo una selección con base a registros de producción además del fenotipo.
3. Evitar situación de estrés en los animales.- Anteriormente se realizaban prácticas adecuadas en los ovinos por parte de los trabajadores, se lotificaba, contaban con raciones balanceadas de alimento y realizaban prácticas de medicina preventiva. Para hacer más eficientes sus prácticas se invirtió en corrales modulares, seleccionando paneles abiertos con rieles horizontales debido a que alrededor del rancho se cuenta con barreras naturales que protegen a los animales de los vientos dominantes, pero además se pensó en el comportamiento gregario de los ovinos, los cuales requieren compañía y contacto visual con miembros del rebaño para mantenerse agrupados, alertas y como mecanismo de defensa ante cualquier estímulo que provoque miedo (Miranda, 2010; Sèbe *et al*, 2008; Poindron *et al*, 1997; Le Neindre *et al*, 1993; Gonyou y Stookey, 1885). Con estas modificaciones en las instalaciones se observó un manejo más cómodo y adecuado de los animales, facilitando el acceso de los ovinos y el desplazamiento a cualquier punto del predio, adaptándose fácilmente a cualquier etapa reproductiva del rebaño, tomando en consideración las necesidades de producción, brindando protección, bienestar y confort (De Lucas, 2011). Además, hubo un incremento en la eficiencia del personal y equipo por el aumento en el número de animales que pudo atender cada unidad de mano de obra, ya que la limpieza de corrales, distribución de alimento y el manejo se hizo en menor tiempo y con mayor facilidad, teniendo un efecto positivo aunque indirecto sobre el bienestar de los ovinos.

Al eludir que los animales estén sometidos a estrés crónico, dolor o miedo, se previene el desencadenamiento de reacciones en serie que induce la secreción de la hormona liberadora de corticotropina (CRH) desde el hipotálamo, la cual a su vez estimula a la hipófisis para la secreción de la hormona adrenocorticotrópica (ACTH) y esta última induce la secreción de glucocorticoides desde la corteza

adrenal (Marai *et al*, 2007; Álvarez, 2001; Dobson y Smith, 2000). Dicho eje hipotálamo-hipófisis-gónadas (HHA) puede inhibir la secreción de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) desde el hipotálamo, de la hormona luteinizante (LH) desde la hipófisis y la producción de estradiol folicular lo que interfiere con la alta pulsatilidad de LH necesaria, comprometiendo el inicio del pico preovulatorio de LH y estradiol (Macfarlane *et al*, 2000). Esta reacción provocaría una interferencia en la eficiencia reproductiva, aumentando la producción de animales con ovulaciones en que la conducta de estro no se manifiesta (ovulaciones silenciosas), reducción de la duración de celo y retrasos o fallos en la ovulación lo cual produciría disminución en los parámetros productivos reflejándose en la disminución de rentabilidad de la empresa ovina. (Álvarez, 2001; Dobson y Smith, 2000; Ladewig, 1987).

Se analizó la rentabilidad de las instalaciones por cambios en los costos de alimentación, ya que ese rubro representa el mayor porcentaje dentro de los costos de producción. Se observaron diferencias mínimas de impacto sobre las utilidades, esta información permite ponderar el beneficio que se obtendría al mejorar el desempeño técnico en comparación con el costo que representa, ya que si aumenta su utilidad neta el productor tendría mayor flexibilidad en la inversión de instalaciones sin incurrir en pérdidas. La dieta y la forma en que se alimenta a los borregos dependen del objetivo de la producción, la calidad del alimento y el tiempo que se requiere para finalizar el animal. En este sistema los costos de alimentación se encuentran dentro de los parámetros comúnmente observados en producciones para pie de cría (material genético) en estabulación, aunque la respuesta económica podría mejorarse si se implementaran tácticas para reducir los costos como la alimentación diurna en praderas con suplementación estratégica por las tardes (Castellaro, 2006; Uzunoz, 2009).

En la engorda de corderos cuya dieta se basó en concentrado comercial y forraje henificado ocurrió algo similar, ya que la estructura de los costos concordó con otros estudios realizados anteriormente (Bustamante *et al*, 2002; Macedo *et al*,

2004; Berumen *et al*, 2008; Huerta *et al*, 2008; Barros *et al*, 2009). Sin embargo, esto pudiese optimizarse aún más con otras estrategias de alimentación, como la engorda de corderos en praderas introducidas que cubran sus necesidades nutrimentales, la combinación del pastoreo con un periodo de finalización en corral, o la elaboración de concentrados con ingredientes de calidad (Bustamante *et al*, 2002; Barros *et al*, 2009).

8 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que es una empresa rentable aun teniendo instalaciones modulares que requieren una inversión inicial fuerte, ya que produce pie de cría, cuya ventaja es vender sus productos a un precio mucho mayor que los dedicados a la producción de carne, sin embargo sería recomendable hacer modificaciones en otras áreas lo que permitiría incrementar sus utilidades y rentabilidad preservando la respuesta en los mercados meta. No sería una buena idea dar un giro en el tipo de producción (engorda de corderos) con ese modelo de instalaciones ya que no contarían con la población ovina suficiente para que fuese redituable.

En este caso la implementación de mejoras tecnológicas deben estar orientadas a incrementar las utilidades y rentabilidad mediante un óptimo desempeño productivo de los animales, pero además, construyendo una imagen ante los consumidores, a la cual contribuye fuertemente la calidad de los animales que venden y de sus instalaciones, posicionando de esta manera su marca en el mercado nacional e internacional, con productos de calidad, inocuos y a mejor precio.

El trabajo resalta la utilidad de la elaboración de modelos de simulación como una herramienta de planeación y proyección para mejorar la toma de decisiones en las empresas ovinas, debido a que los productores tienen diversas expectativas de utilidad y rentabilidad.

9 REFERENCIAS

1. **Agricultural and Biological Engineering.** Sheep housing, fencing, feeders, and equipment. *Agricultural and Biological Engineering (abe)*. 1994: 1-9.
2. **Aguilar C, Cortés H, Allende R.** Los modelos de simulación. Una herramienta de apoyo a la gestión pecuaria. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 2002;10(3):226-231.
3. **Álvarez L, Zarco L.** Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Veterinaria México*. 2001; 32(2):117-129.
4. **Arcelor Flat Carbon Steel Europe (Arcelor FCS).** Productos de acero con recubrimiento metálico. *Flat Carbon Steel Europe Arcelor*. 2006:5-55.
5. **Arteaga C.J.** Situación Actual y retos de la ovinocultura en México. *Memorias de Expo Agro Internacional Chihuahua*; 2012; agosto 23-25; Chihuahua (Chihuahua) México.
6. **Barros C, Gomes A, Henrique C, Poli C, Machado M.** Resultado económico da produção de ovinos para carne em pasto de azévem e confinamento. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. 2009; 31(1):77-85.
7. **Berumen A.A, Santamaría M.E., Morales R.J., Osorio M.C.** Costos de producción en la explotación ovina. *Memorias del 3er Seminario de Producción Intensiva de Ovinos DACA-UJAT*. 2004:63-67.
8. **Berumen A.A, Vera G.G, Maldonado G.N, Santamaría M.E.** Evaluación económica de la engorda de corderos en el trópico. *Semana de Divulgación y Video Científico*. 2008: 28-33.
9. **Boughton K.S, Fragar K.J.** The gate latch booklet – Modifying gate latches for use by disabled farmers. *Australian Centre for Agricultural Health and Safety*. 2008: 1-7.
10. **Broom D.M.** The use of the concept Animal Welfare in European conventions, regulations and directives. *Food Chain*. Uppsala: SLU Services. 2001: 148-151.

11. **Bustamante G.J.** Crecimiento y finalización de corderos con dietas a base de granos. Folleto Científico del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2002:1-20.
12. **Cambero M.P.** Cuaderno de la Explotación de Ovino. 2da Edición. España: Servicio Agrario de Caja Duero, 1999.
13. **Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero (canacero).** Catálogo de normas 2012. 2012:1-100.
14. **Casas G.J.** Libro Blanco: La Trashumancia en España 1era Edición. España: Ministerio del Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (MARM), 2011.
15. **Castellaro G, Gompertz G, Aguilar C.** Interacción de dos modelos de simulación para la evaluación de sistemas de producción ovina en Secano Mediterráneo de Chile. Ciencia Investigación Agraria. 2006;33(1):47-56.
16. **Claridades Agropecuarias.** Cambios en el sector pecuario. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). 2010;203:15-26.
17. **Claridades Agropecuarias.** La producción de carnes en México 2010. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). 2010;207:19-33.
18. **Claridades Agropecuarias.** Seguridad y estrategia sobre la producción y precios de los alimentos en México. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). 2011;215:3-11.
19. **Claridades Agropecuarias.** Seguridad alimentaria y volatilidad de los precios de los alimentos. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). 2011;219:3-5.
20. **Cockram M.S, Kent J.E, Goddard P.J, Waran N.K.** Effect of space allowance during transport on the behavioral and physiological responses of lambs during and after transport. Animal Science. 1996;62:461-477.
21. **Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (CNOG).** Información Económica Pecuaria. Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (CNOG). 2011;21:1-103.

22. **Consejo Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios, A.C. (CONARGEN)**. Guía técnica. Programas de control de producción y mejoramiento genético en ovinos. Consejo Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios, A.C. (CONARGEN). 2010:1-70
23. **Cuellar O.J.** Perspectivas de la producción ovina en México para el año 2010. La revista del borrego. 2010;49:47-49.
24. **Cuellar O.J, García L.E, De la Cruz C.H, Aguilar N.M.** Manual práctico para la cría ovina. 1ª Edición. México: Ediciones pecuarias, 2011.
25. **Cuellar O.J.** Uso de pisos de rejilla en explotaciones ovinas. Tecnologías para Ovinocultores. 2008;49:47-2.
26. **Dent J.B, Edwards-Jones G, McGregor M.J.** Simulation of ecological, social and economic factors in agricultural systems. Agric. Sys. 1995; 49(4):337-351.
27. **De Lucas T.J.** Instalaciones, bienestar y producción. Apuntes sobre instalaciones FESC-UNAM. 2011:1-27.
28. **De Lucas T.J.** Instalaciones y equipo en el trópico (consideraciones en su planeación y utilización en algunas prácticas de manejo). Memorias de 1er. Simposio de ovinocultura tropical; 2010 mayo 20-22; Palenque (Chiapas) México. Organizado por los productores de ovinos de Catazajá; Palenque, Chiapas. 2010:1-17.
29. **De Lucas T.J, Zarco Q.L, González P.E, Tórtora P.J, Vásquez P.C.** Evaluación biológica de dos sistemas de apareamiento en ovinos de raza Columbia en producción intensiva. Vet. Méx. 2009;40(2):105-122.
30. **Dobson H, Smith R.** What is stress, and how does it affect reproduction. Animal Reproduction Science. 2000; 60-61:743-752.
31. **Dowling E, Crossley E.** The environmental impact of sheep confinement feeding systems. Animal Production in Australia. 2004:25:41.44.
32. **Espinosa G.J, Gonzáles O.A, Luna E.A, Cuevas R.V, Góngora G.S.** Manual de administración de ranchos pecuarios con base a uso de registros técnicos y económicos. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo

Rural, Pesca y Alimentación. Unidad Técnica Especializada de la Estrategia de Asistencia Técnica Pecuaria. 2009:1-13

33. **Esqueda C.M, Carrillo R.R, Royo M.M, Estrada A.A, González O.R.** Diagnóstico de la ovinocultura empresarial en cinco regiones del estado de Chihuahua. Publicación especial del Centro de Investigación Regional Norte Centro Sitio Experimental La Campana – Madera. 2008;10:1-27.
34. **Esqueda C.M, Carrillo R.R, Royo M.M, Estrada A.** Análisis y alternativas de la ovinocultura en estabulación y semiestabulación en la región sur del Estado de Chihuahua. Folleto Técnico. Centro de Investigación Regional Norte Centro Sitio Experimental La Campana. 2009;24:52-64.
35. **Esqueda C.M, Gutiérrez R.E.** Producción de ovinos de pelo bajo condiciones de pastoreo extensivo en el norte de México. Libro Técnico. Centro de Investigación Regional Norte Centro Sitio Experimental La Campana. 2009;3:1-152.
36. **Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM.** Enciclopedia Bovina. Instalaciones y estructuras ganaderas. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNAM. 2006:237-250.
37. **Felix E.** Proyecciones de comercio internacional de productos agropecuarios una década: 2011/12-2021/22. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). 2011.
38. **Financiera Rural.** Monografía. Ganado Ovino. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. 2009. Disponible en URL: http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografia_OvinoPDF.pdf
39. **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).** Perspectivas Alimentarias. Análisis de los mercados mundiales. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2012:1-13.
40. **France J, Thornley J.** Mathematical models in agriculture. 1er Ed. United Kingdom: Butterword & Co. Ltd., 1984.

41. **Galina M.A.** Expectativas y oportunidades en producción caprina y ovina frente a un mundo global América Latina y México. FES-UNAM. 2005.
42. **Ganadería México, 2012.** [Citado 19 Febrero 2014]. Disponible en URL: <http://ganaderiamexico.blogspot.mx/2012/07/como-se-deben-reciclar-los-plasticos.html>
43. **García E.** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de Geografía UNAM. 2ª edición.1973.
44. **Gómez J.** Comercialización de carne ovina en México. Taller de Convergencia de los Comités Estatales del Sistema Producto Ovino. Ciudad de México. 2011.
45. **Góngora P.R, Góngora G.S, Magaña M.M, Lara L.P.** Caracterización técnica y socioeconómica de la producción ovina en el estado de Yucatán, México. *Agronomía Mesoamericana*. 2010;21(1):131-144.
46. **Gonyou H, Stookey J.** Behavior of parturient ewes in group-lambing pens with and without cubicles. *Applied Animal Behaviour Science*. 1985; 14(2); 163-171.
47. **Grant W.E, Marín S.L, Pedersen E.K.** Ecología y Manejo de Recursos Naturales: Análisis de Sistemas y Simulación. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 2001:17-21.
48. **Guyton A.** Tratado de fisiología médica. 10ª ed. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana. 2001:1280.
49. **Hammersley J.M, Handscomb D.C.** Monte Carlo methods. 1st ed. London: Champman et Hall. 1964: 178.
50. **Huerta B.M.** Sistema intensivo del engorde de corderos: una experiencia de México. *Tecnol. & Ciên. Agropec*. 2008;2(2):43-48.
51. **Idris B.B, Mohammed A.A, Ahmed A.M.** Sudanese live sheep and mutton exports competitiveness. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2011;10:25-32.

52. **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)**. Boletín de información oportuna del sector alimentario. 2008:336;1-42. Disponible en URL:
http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/sectorial/biosa/biosa.pdf
53. **Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)**. Fichas Tecnológicas de validación. Engorda de ovinos de pelo en corral de piso elevado. 2008:1-2. Disponible en URL:
<http://utep.inifap.gob.mx/tecnologias/4.%20Ovinos/2.%20Nutrici%C3%B3n/Engorda%20de%20ovinos%20de%20pelo%20en%20corral%20de%20piso%20elevado.pdf>
54. **Kanitz E, Tuchscherer M, Puppe B, Tuchscherer A**. Consequences of repeated early isolation in domestic piglets (*Sus scrofa*) on their behavioural, neuroendocrine, and immunological responses. *Brain Behav Immun*. 2004;18:35-45
55. **Ladewig J**. Endocrine aspects of stress: evaluation of stress reactions in farm animals. In: Wiepkema PR, Adrichen PWM, editors. *Biology of stress in farm animals: an integrative approach*. The Hague, The Netherlands: Martinus Nijhoff. 1987;42:13-25.
56. **Lewis M**. *Australian Building Analysis: Town and Country external elements*. University of Melbourne. 1969
57. **López M, Mariño S**. Aplicación del Método de Montecarlo para el cálculo de integrales definidas. Facultad de Ciencias. Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste. Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. 2002.
58. **Lupton C.J, Huston J.E, Craddock B.F, Pfeiffer F.A, Polk W.L:** Comparison of three systems for concurrent production of lamb meat and wool. *Small Ruminant Research*. 2007;72:133-140.

59. **Macedo R, Castellanos Y.** Rentabilidad de un sistema intensivo de producción ovino en el trópico. *Revista de investigación y difusión científica.* 2004;8(3):1-9
60. **Macfarlane M, Breen K, Sakurai H, Adams B, Adams T.** Effect of duration of infusion of stress- like concentrations of cortisol on follicular development and the preovulatory surge of LH in sheep. *Animal Reproduction Science.* 2000; 63:167-175.
61. **Mancilla H.A.** Simulación: Herramienta para el estudio de sistemas reales. *Ingeniería & Desarrollo. Universidad del Norte.* 1999;6:104-112.
62. **Marai I, El-Darawany A, Fadiel A, Abdel-Hafez M.** Physiological traits as affected by heat stress in sheep – A review. *Small Ruminant Research.* 2007;71:1-12.
63. **Martínez G.E, Muñoz R.M, García M.J, Santoyo C.V, Altamirano C.J, Romero M.C.** El fomento de la ovinocultura familiar en México mediante subsidios en activos: Lecciones aprendidas. *Agronomía Mesoamericana.* 2011;22(2):367-377.
64. **Martínez H.** Estrategias de comercialización en corderos. *Comunicación Ganadera.* 2012;15(9):19-23.
65. **Mendoza M.G, Plata P.F, Ramírez M.M, Mejía D.M, Lee R.H, Bárcena G.R.** Evaluación de alimentos integrales para el engorde intensivo de ovinos. *Revista Científica.* 2007;17(1):66-72.
66. **Mertens D.R, Ely L.O.** A dynamic model of fiber digestion and passage in the ruminant for evaluating forage quality. *J. Anim. Sci.* 1979;49:1085.
67. **Ministry of Agriculture, Food and Fisheries. B.C.** Agricultural fencing handbook. Ministry of Agriculture, Food and Fisheries. 2002:1-227.
68. **Miranda de la Lama G.** 2010. Principios del comportamiento y bienestar ovino en sistemas mixtos de producción cárnica. *Memorias del 2º Congreso Internacional del Borrego.* Zacatecas, Zacatecas México, 12 a 14 de abril.
69. **Monedero F.** Ahorro y eficiencia energética en instalaciones ganaderas. *Agricultura: Departamento de Servicios y Agricultura, IDEA.* 2004:534-539.

70. **Montossi F, Mattos D, San Julián R, Brito G.** La investigación como soporte del desarrollo de estrategias nacionales de promoción y marketing de nuestras carnes en el mundo. *El país agropecuario*. 2003:25-28.
71. **Morgan N.** Perspectivas alimentarias. FAO. 2012:7.
72. **Naazie A, Makarechian M, Hudson R.J.** Efficiency of beef production systems: description and preliminary evaluation of a model. *Agric. Sys.* 1997;54(3):357-380.
73. **Le Neindre P, Poindron P, Trillat G, Orgeur P.** Influence of breed on reactivity of sheep to humans. *Genet Sel Evol.* 1993; 25:447-458.
74. **Orihuela A.** Cómo evaluar el bienestar animal en una explotación pecuaria. *Academia de Ciencias de Morelos A.C.* 2010:30-31.
75. **Ortiz H.A.** Evaluación física y clínica de hembras para la selección como reproductoras. *Memorias del curso Teórico-Práctico: "Evaluación de ovinos para su selección como pie de cría"*; 2010 Octubre 24-26; Tres Marías (Morelos) México. México (DF): Universidad Nacional Autónoma de México 2010:1-4.
76. **Peraza S.F, Arriaga M.F, Bobadilla M.I, García F.** La elección del tratamiento de la madera y su control de calidad. *Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la madera (AITIM)*.1999;201:61-73.
77. **Pérez G.F, Puerto M.M, Vargas J.D, Aparicio M.A.** Componentes de las producciones y los costes de los corderos en zonas adhesionadas. *Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim.* 1999;14 (1):117-127.
78. **Pérez A.J.** Caracterización y diseño de alojamientos ganaderos de caprino de leche de la provincia de Almería mediante técnicas de optimización de distribución en planta y de sistemas de ventilación natural. Tesis doctoral. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia. 2003.
79. **Pérez A.J, Vallés P.J, Siurana S.M, Peña F.A, Valera M.D.** Diseño constructivo y manejo de sistemas: Ventilación natural en alojamientos

- ganaderos. Ganadería: Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Almería. 2004.
80. **Pickard, J.** Illustrated glossary of Australian rural fence terms. Heritage Branch, News South Wales Department of Planning. Sydney. Heritage Branch Report HB 09/01. 2009.
81. **Pittroff, W, Cartwright T.C.** Modeling livestock systems. I. A descriptive formalism. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2002;10(3):193-205.
82. **Poindron P, Soto R, Romeyer A.** Decrease of response to social separation in preparturient ewes. Behavioural Processes. 1997; 40(1): 45-51.
83. **Ramírez C.W.** Rentabilidad de un sistema de producción de ovinos de pelo en el estado de Chihuahua. Tesis de Maestría. Chihuahua (Chihuahua) México: Universidad Autónoma de Chihuahua. 2005.
84. **Reynolds, P.J.** The Mediaeval Fence. Experimentación Arqueológica sobre Conreus Medievals a L'Esquerda 1991-1994. Universidad de Barcelona. 1998.
85. **Reynolds, P.J.** Iron Age Agriculture Reviewed. Council for british archaeology group 12. 1985.
86. **Rodríguez A, Rodríguez M, Sotomayor O.** Competitividad, sostenibilidad e inclusión social en la agricultura: Nuevas direcciones en el diseño de políticas en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2011:5-11.
87. **Rodríguez G, Gonzáles C, Ponssa E, Sánchez A.D.** Evaluación económica comparada de proyectos de inversión de producción ovina, con servicio de 7 y 18 meses. Trabajo de investigación de la Asociación Argentina de Economía Agraria. 2011:1-15.
88. **Sagarnaga M, Suárez H, Salas J.** Factores económicos que afectan el sistema productivo ovino. Memorias del V Curso Bases de la Cría Ovina. Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura. Chapingo, México. 2000.

89. **Saucedo M.P.** Historia de la ganadería en México. 1ª ed. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México. 1984: 19-28.
90. **Sèbe F, Aubin T, Boué A, Poindron P.** Mother-young vocal communication and acoustic recognition promote preferential nursing in sheep. *Journal Experimental Biology*. 2008; 211:3554-3562.
91. **Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA).** Boletín. Programa Nacional Pecuario 2007-2012. Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2012:26-27. Disponible en URL: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Programa%20Nacional%20Pecuario/Attachments/1/PNP260907.pdf>
92. **Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA).** Boletín. Regula SENASICA la entrada de ovinos y caprinos de EU. Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2011:1-2. Disponible en URL: <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines2/paginas/2011B213.aspx>
93. **Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA).** Boletín. Adopta SAGARPA medidas precautorias ante presencia y diseminación del virus de Schmallenberg en Europa. 2012:1-3. Disponible en URL: <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines2/paginas/2012B216.aspx>
94. **Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA).** Boletín Macroeconómico. Sector Primario. 2012: 1-3. Disponible en URL: http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/estudios_economicos/Boletines/bm_0212.pdf

95. **Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA)**. Publicaciones. Programa Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios. 2000:1-43. Disponible en URL:
<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Otros/Attachments/2/conargen.pdf>
96. **Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA)**. Publicaciones. Escenario Base 09-18, proyecciones para el sector agropecuario de México. 2009:1-58. Disponible en URL:
<http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Escenariobase09.pdf>
97. **Scaramuzzi R.J, Adams N.R, Baird D.T, Campbell B.K, Downing J.A, Findlay J.K**, et al. A model for follicle selection and the determination of ovulation rate in the ewe. *Reproduction, Fertility and Development*. 1993;5(5):459-478.
98. **Schuneman A**. Producción, etología y ética. Memorias del 3er Seminario de Producción Intensiva de Ovinos DACA-UJAT; 2004; Diciembre; Villahermosa (Tabasco) México.
Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2014. [Citado 18 Febrero 2014]. Disponible en URL:
http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=3
Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Boletín. Apoyo al sacrificio TIF. Inocuidad Alimentaria 2012. Disponible en URL: Disponible en URL:
<http://www.senasica.gob.mx/?id=2215>
99. **Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIIVI)**. 2014. [Citado 18 Febrero 2014]. Disponible en URL:
<http://www.economia.gob.mx/trade-and-investment/foreign-trade/siivi>
100. **Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM)**, 2014. [Citado 18 Febrero 2014]. Disponible en URL:

<http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>

101. **Sistema Producto Ovinos.** Plan Rector. Análisis del Comité Nacional del SP Ovinos. Sistema Producto Ovinos. 2009:1-74.
102. **Stone D.** The productivity and management of sheep in late medieval England. *The Agricultural History Review*. 2003;51:1-22
103. **Tafra R.A.** Plan de internacionalización para la exportación de carne ovina Magallánica de Swanhouse S.A. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. 2011.
104. **Tam V.W, Tam C.M.** A review on the viable technology for construction waste recycling. *Resources, Conservation and Recycling*. 2006; 47: 209-221.
105. **Torres H.** Mercado y los agronegocios: Situación y perspectivas del gerenciamiento de las agroempresas. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 2000;7:44-58.
106. **Torres V, Ortíz J.** Aplicaciones de la modelación y simulación a la producción y alimentación de animales de granja. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 2005;39:397-406.
107. **Torrescano U.G, Sánchez E.A, Peñúluri M.F, Velázquez C.J, Sierra R.T.** Características de la canal y calidad de la carne de ovinos pelibuey, engordados en Hermosillo, Sonora. *Biotecnia*. 2009;11(1):41-50.
108. **Tsourgiannis L, Eddison J, Warren M.** Factors affecting the marketing channel choice of sheep and goat farmers in the region of east Macedonia in Greece regarding the distribution of their milk production. *Small Ruminant Research*. 2008;79(1):87-97.
109. **Uzunoz M, Akcay Y.** Profitability analysis of sheep farming in Turkey: a case study. *Journal of Applied Sciences Research*. 2009;5(7):815-819.
110. **Velásquez V.R, Esquivel M.H, Montero-Canul L, Ku V.J.** Engorda de corderos pelibuey con ensilaje de pulpa de naranja *Citrus sinensis L.* en jaulas elevadas. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. 2012;5(1):67-71.

111. **Welfare Quality.** Principios y criterios para el Bienestar de los Animales de Granja. Welfare Quality. Science and society improving animal welfare. 2004:1-3. Disponible en URL:
[http://www.welfarequality.net/downloadattachment/41858/19877/wq_factsheet_10_07_sp \(2\).pdf](http://www.welfarequality.net/downloadattachment/41858/19877/wq_factsheet_10_07_sp(2).pdf)
112. **Welfare Quality.** Puntuación general del bienestar animal en granja. Welfare Quality. Science and society improving animal welfare. 2004:1-2. Disponible en URL:
http://www.welfarequality.net/downloadattachment/41858/19981/WQ_Overall Scoring Spanish .pdf
113. **Yuguo C, Junyi X.** Stopping-time resampling for sequential Monte Carlo methods. J.R. Statist. Soc. B. 2005;67:199-217.
114. **Zambrano C, Escalona A, Maldonado A.** Evaluación biológica y económica de un rebaño ovino en Barinas. Memorias del IX Seminario de pastos y forrajes. 2005:158-170.