UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESTADO REPRODUCTIVO DE VACAS SACRIFICADAS EN EL RASTRO MUNICIPAL DE APATZINGAN, MICHOACÁN.

TESIS

QUE PRESENTA

PMVZ. JUAN MARTÍN MANUEL PÉREZ

PARA OBTENER EL TITULO DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

Morelia, Michoacán. Junio del 2015.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESTADO REPRODUCTIVO DE VACAS SACRIFICADAS EN EL RASTRO MUNICIPAL DE APATZINGAN, MICHOACÁN.

TESIS

QUE PRESENTA

PMVZ. JUAN MARTÍN MANUEL PÉREZ

PARA OBTENER EL TITULO DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

ASESORES:

DOCTOR JOSÉ HERRERA CAMACHO

MAESTRO EN CIENCIAS JUAN CARLOS TINOCO MAGAÑA

Morelia, Michoacán, Junio del 2015.

DEDICATORIAS

A Dios

Porque siempre ha estado conmigo a cada paso que doy, guiándome y dándome fuerza para seguir adelante.

A Mis Padres

Quienes son pilares fundamentales en mi vida y quienes me inculcaron valores, depositaron su entera confianza y apoyo en cada reto que se me presentaba, sin dudar ni un solo momento en mi capacidad e inteligencia, su lucha insaciable han hecho de ellos un gran ejemplo a seguir, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general, es por ellos que soy lo que soy ahora.

A mis hermanos (as)

Quienes me han enseñado a salir adelante y a nunca darme por vencido, Gracias por su paciencia y apoyo durante mis estudios. Y sobre todo por compartir parte de su vida conmigo, sin la ayuda de ustedes no hubiese logrado esta meta.

A Mis Asesores

Dr. José Herrera Camacho, por brindarme el apoyo incondicional y la confianza para la elaboración de este trabajo, es una gran persona.

Mc. Juan Carlos Tinoco Magaña, quien además de ser un excelente maestro y asesor, me brindo su tiempo, paciencia, confianza, amistad y conocimiento para realizar esta tesis. Me siento en deuda con él por todo el conocimiento adquirido durante el tiempo que ha durado este trabajo. Es un ejemplo a seguir y sobre todo una excelente persona.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanos, quienes a lo largo de toda mi vida me han apoyado y motivado durante mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades y capacidades. Siempre estarán en mi corazón.

A mis asesores

El Dr. José Herrera Camacho y MC. Juan Carlos Tinoco Magaña, por haberme brindado sus orientaciones, tiempo, apoyo, dedicación y motivación para la elaboración de esta tesis.

A mis compañeros y amigos

A Karla, Daniel, Elena, Lázaro, Andrés, Alfonso, Marvin, Sergio Jesús, Víctor D., Diego D., Juan Diego, Angélica, Juan Manuel, Alan, Yesli, Ulises y Salvador; por brindarme su amistad, con quienes pasé buenos momentos, y que estuvieron conmigo en las buenas y en las malas, no los olvidaré.

RESUMEN

Los objetivos del presente trabajo fueron: Determinar el porcentaje de vacas gestantes sacrificadas en un rastro municipal, caracteristicas de la gestación *postmortem:* edad de la gestación, cuerno uterino en el que se desarrolla y sexo del feto y además estimar las pérdidas económicas por el sacrificio de vacas gestantes en el rastro municipal. Se examinaron un total de 500 vacas, cruza de *Bos Taurus x Bos Indicus* en diferente proporción; las cuales ingresaron al rastro durante el mes de Octubre del 2014 a Enero 2015, los días miércoles, viernes y sábado. De las 500 vacas sacrificadas, 236 se encontraron gestantes y el resto estaban vacías. De las 236 vacas que se encontraron gestantes en cuanto al tiempo de gestación se distribuyeron de la siguiente forma; 66 (28%) estaban el primer tercio de la gestación, 114 (48%) en el segundo tercio y 56 (24%) en el último tercio de la gestación. La proporción de las gestaciones desarrolladas en el cuerno uterino derecho fueron 167 y mientras que en el cuerno uterino izquierdo fueron 69. El porcentaje de machos 50% (n=118), hembras 47% (n=110) e indiferenciados 3% (n=8) encontrados en las vacas gestantes.

En conclusión, la mitad de las vacas que se sacrifican en el rastro municipal de Apatzingán, están gestantes (47%). De estas, el mayor porcentaje se encontraron en el segundo tercio (48%) y el resto se distribuyó en el primer y tercer tercio. La mayoría de las gestaciones se encontraron en el cuerno uterino derecho (71%) y la relación macho: hembra fue similar (machos n=118 y hembras n=110). Las pérdidas económicas por envió del total de vacas que fueron sacrificadas gestantes en el rastro municipal de Apatzingán fue de $ 7 946 680.

Palabras clave: patología del aparato reproductor, pérdidas económicas, sacrificio, tiempo de gestación, cuerno uterino gestante, sexo del feto.

ABSTRAC

The objectives of this study were to determine the percentage of pregnant cows slaughtered in the municipal slaughterhouse, characteristics of pregnancy postmortem: gestational age, uterine horn in which it develops and sex of the fetus and also estimate the economic losses for the sacrifice of pregnant cows in the municipal slaughterhouse. A total of 500 cows were examined, crosses of Bos Taurus x Bos indicus in different proportions; which entered the trail during the month of October 2014 to January 2015, Wednesday, Friday and Saturday. Of the 500 cows slaughtered, 236 were found pregnant women and the rest were empty. Of the 236 pregnant cows were found in the time of gestation were distributed as follows; 66 (28%) were the first trimester of pregnancy, 114 (48%) in the second third and 56 (24%) in the last third of gestation. The proportion of pregnancies developed in the right uterine horn and were 167 while the left uterine horn was 69. The percentage of males 50% (n = 118), 47% females (n = 110) and undifferentiated 3% (n = 8) found in pregnant cows.

In conclusion, half of cows slaughtered in the municipal slaughterhouse of Apatzingán, are pregnant (47%). Of these, the highest percentage was found in the second third (48%) and the rest was distributed in the first and last third. Most of the pregnancies were in the right uterine horn (71%) and male: female ratio was similar (n = 118 males and females n = 110). Economic losses sent the total of cows were slaughtered in the municipal slaughterhouse pregnant Apatzingán was $ 7,946,680.

Keywords: pathology player, economic loss, sacrifice, length of gestation, pregnant uterine horn, fetal sex apparatus.

INDICE **Pagina**

1. INTRODUCCIÓN 15
2. REVISION DE LITERATURA 18
2.1 Importancia del diagnóstico de gestación. 18
2.1.1 Métodos de diagnóstico de gestación. 19
2.1.2 Ventajas del diagnóstico de gestación. 19

2.2 Eventos importantes durante la gestación. 20
2.2.1 Endocrinología de la gestación. 20
2.2.2 Reconocimiento materno de la gestación. 22
2.2.3 Desarrollo placentario. 25
2.2.4 Nutrición fetal. 29
2.2.5 Crecimiento fetal. 31

2.3 Cuerno uterino donde se desarrolla la gestación. 33
2.4 Características de la gestación en sus diferentes etapas. 34
2.4.1 Duración de la gestación. 42
2.4.2 Determinación de la edad fetal. 44

2.5 Diagnóstico por palpación rectal. 45
2.5.1. Ultrasonografía 47
2.6 Condiciones de los animales antes, durante y después del sacrificio. 50
2.6.1. Inspección ante *mortem*: 51
2.6.2. Insensibilización y desangrado. 51
2.6.3. Remoción y desollado. 53
2.6.4. Evisceración. 53
2.6.5. División y lavado de la canal. 54
2.6.6. Inspección veterinaria post – *mortem.* 54
2.6.7. Clasificación e identificación de las canales. 54
2.6.7.1. Rendimiento. 55
2.6.8. Subproductos del sacrificio de bovinos. 55

2.7 Normatividad para el sacrificio de bovinos. 57

3. MATERIALES Y METODOS 61
3.1. Ubicación del área de estudio. 61
3.2. Criterios de inclusión de animales. 61
3.3. Estado reproductivo. 61
3.4. Tiempo de gestación. 62
3.5. Cuerno uterino grávido y determinación del sexo. 62
3.6. Estimación pérdidas económicas. 63

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. 65
4.1. Porcentaje de gestación. 65

4.2. Edad de la gestación. 66
4.3. Cuerno uterino gestante. 67
4.4. Sexo del feto. 68
4.5. Resultados de pérdidas económicas. 69
5. CONCLUSIÓN. 71
5.1 Recomendaciones 72
6. LITERATURA CITADA. 73

INDICE DE CUADROS

Pagina

Cuadro 1. Desarrollo del embrión en los estadios embrionarios. 25

Cuadro 2. Membranas fetales de los animales domésticos. 26

Cuadro 3. Cambios físicos del útero, del embrión y de las estructuras involucradas en las tres etapas de la gestación. 33

Cuadro 4. Posición, diámetro del útero y estructuras palpables en diferentes días de la gestación. 40

Cuadro 5. Tamaño comparativo del feto y edad de la gestación. 41

Cuadro 6. Variación de la duración de la gestación en las razas bovinas. 42

Cuadro 7. Signos positivos de gestación reconocidos mediante la técnica de palpación rectal. 46

Cuadro 8. Rendimiento de la canal de bovino. 55

Cuadro 9. Precios existentes del mercado en la región de Apatzingán. 63

Cuadro 10. Pérdidas económicas por sacrificio de las vacas gestantes del rastro municipal de Apatzingán. 71

INDICE DE FIGURAS **Pagina**

Figura 1. El interferón-τ inhibe la síntesis de PGF2α en el endometrio, con lo que se evita la regresión del cuerpo lúteo. 23

Figura 2. Diagrama de las membranas fetales de un feto bovino de 105 días, donde se muestran las cavidades alantoidea y amniótica. 28

Figura 3. El placentoma es la unidad funcional de la placenta, el cual está formado por la unión del cotiledón, por el lado fetal y por la carúncula, del lado materno. 29

Figura 4. Efectos de la nutrición materna en el desarrollo de los tejidos muscular y adiposo fetal bovino. 31

Figura 5. Preñez de 35 días. 35

Figura 6. Preñez de 40 días. 35

Figura 7. Preñez de 50 días. 36

Figura 8. Preñez de 55 días. 36

Figura 9. Preñez de 60 días. 37

Figura 10. Preñez de 70 días. 37

Figura 11. Preñez de 95 días. 38

Figura 12. Representación esquemática de las variaciones en la duración de la gestación. 43

Figura 13. Técnica de diagnóstico de preñez. 45

Figura 14. Entrada del transductor vía transrectal. 48

Figura 15. Equipo de ecografía con un transductor lineal transrectal de 7mhz dentro de un guante de palpación que contiene gel. 49

Figura 16. Baño de ganado. 52

Figura 17. Cajón de insensibilización. 52

Figura 18. Animal insensibilizado. 52

INDICE DE GRAFICAS

Pagina

Grafica 1. Niveles hormonales durante la gestación y el parto en la vaca. 21

Grafica 2. Porcentaje del estado reproductivo de las vacas sacrificadas en el rastro municipal de Apatzingán. 65

Gráfica 3. Distribución porcentual del tiempo de gestación de las vacas sacrificadas. 66

Gráfica 4. Distribución porcentual gestaciones según el cuerno uterino gestante. 67

Gráfica 5. Distribución porcentual, según el sexo del feto. 68

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina en el estado de Michoacán representa una de las principales actividades de la entidad, encontrándose actualmente en los primeros lugares a nivel nacional en la participación en el inventario ganadero y producción de ganado en pie (SAGARPA, 2014). Además de ser la actividad productiva que genera más empleos permanentes en el sector agropecuario, es eminentemente un sistema de economía familiar y base sociocultural de una amplia población campesina del estado de Michoacán (Sánchez y Sánchez, 2005).

Por otra parte, dentro de las unidades de producción pecuaria, la rentabilidad y eficiencia en la ganadería bovina va a depender fundamentalmente de las capacidades reproductivas de los animales con los que se cuente en el hato, así como también de su estado de salud e incremento de la productividad. Un parto por vaca al año va a garantizar una lactancia y al menos una hembra para el reemplazo o un macho para la venta (Centeno y Marenco, 2007).

En muchas regiones del país, el manejo reproductivo que se le da al ganado bovino es muy deficiente; en relación al diagnóstico de preñez este no se lleva a cabo como una práctica rutinaria de manejo (Stephani *et al*., 2010). Esta situación provoca que cuando las vacas son desechadas y enviadas al rastro se tiene la posibilidad de sacrificar vacas gestantes con diferente tiempo de gestación; repercutiendo negativamente en la unidad de producción. Por tal motivo es necesario que dentro de los hatos de producción se realice el diagnóstico de gestación para que este sea un criterio a considerar antes de seleccionar animales para enviar al rastro.

En este sentido la cantidad de desechos, medida como el porcentaje de vacas que son eliminadas del hato, impacta en el aspecto económico del hato ganadero. En estudios realizados en diferentes estados del país, se ha encontrado que más del

50% de las vacas que llegan a los rastros están gestantes y aun así son sacrificadas (Erales *et al*., 2008), no obstante, la dificultad que resulta preñarlas.

En un estudio realizado por Jiménez (2004) en un rastro de Tepic Nayarit, se revisó el aparato reproductor de un total de 7923 vacas que fueron sacrificadas, de las cuales el 49.5% resultaron gestantes y el resto (50.52%) no gestantes. Del total de vacas con gestación, se encontraban en el primer (57.23%), segundo (28.5 %) y tercer tercio (14.26%). Rayo y Gutiérrez (2009) reportan porcentajes similares de vacas gestantes sacrificadas.

Con los datos anteriormente mencionados como ejemplo, se conoce entonces que se sacrifican en los rastros de México diariamente vacas gestantes, las cuales son el reflejo de la población ganadera de una región. En nuestro medio donde el sacrificio de vacas no obedece necesariamente a un descarte de desechos de reproducción o producción, si no que va a depender de factores más de tipo socioeconómico, que técnico, donde el productor no se apoya en Médicos Veterinarios para tomar decisiones de ésta índole; situación que va a provocar una disminución del inventario ganadero y de la productividad del hato, primero por la cantidad de vientres eliminados, por la cantidad de terneros que no nacen, por una disminución en la producción de leche y por la disminución en la producción de carne (Chávez, 2005 y Centeno y Marenco, 2007). De acuerdo con Jiménez, (2004) los principales problemas por los que las vacas gestantes son llevadas al rastro son: económicos, técnicos, escasez de forraje, pérdida de la productividad (infertilidad, problemas al parto, dificultad de manejo, baja producción de leche, etc), así como también problemas sanitarios (procesos patológicos gastrointestinales, traumatismos, etc).

Por lo anteriormente expuesto, es importante conocer el porcentaje de vacas gestantes que son sacrificadas en rastros del estado de Michoacán, y estimar las

pérdidas económicas por sacrificio de vacas gestantes. Lo anterior con la finalidad de aplicar estrategias que ayuden a disminuir la problemática planteada.

La hipótesis de la presente investigación es que un alto porcentaje de las vacas sacrificadas en el rastro Municipal de Apatzingán están gestantes.

Los objetivos del presente estudio fueron:

- ✓ Determinar el porcentaje de vacas gestantes sacrificadas en el rastro Municipal de Apatzingán.

- ✓ Identificar las características de la gestación *postmortem:* edad de la gestación, cuerno uterino en el que se desarrolla y sexo del feto en las vacas sacrificadas.

- ✓ Estimar las pérdidas económicas por el sacrificio de vacas gestantes en el rastro municipal.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Importancia del diagnóstico de gestación.

El saber si una hembra está o no preñada, conlleva un considerable valor económico; para esto se requiere de un diagnóstico temprano para detectar a las vacas que no están gestantes poco después de la monta o la inseminación artificial (IA), y así disminuir el tiempo de producción perdido como resultado de esterilidad temporal mediante un tratamiento adecuado. También sirve para detectar vacas vacías y evitar vender vacas gestantes que van día con día al matadero (Robles, 2009).

En bovinos, el diagnóstico de gestación tiene mucha importancia económica para las unidades de producción, ya que facilita la toma de decisiones relacionadas con las medidas de manejo en los animales durante las épocas de baja disponibilidad de alimento, estas decisiones tendrán que ser tomadas para optimizar la fertilidad y la rentabilidad de los sistemas de producción (Galina y Valencia, 2010).

El diagnóstico de gestación dejará en claro, ante todo, si la vaca se encuentra gestante o no, pero también dirá si la gestación es normal, el tiempo que lleva gestante, si la vaca se encuentra ciclando, si se encuentra en anestro, si tiene capacidad para quedar gestante o si padece cualquier otro trastorno de reproducción (Robles, 2009).

Es importante contar con la información respecto a las condiciones reproductivas en las que se encuentran las vacas; si se encuentran vacías, debemos considerar si está parida y cuántos días tiene de lactancia, así como también si trae cría al pie; si es una vaca que está vacía y seca, sin cría al píe, si es una vaquilla de más de tres años de edad, esta información permitirá tomar medidas necesarias para hacer que se preñe, o bien desecharla (Robles, 2009).

Dentro de los métodos de diagnóstico de gestación, la palpación transrectal de los genitales de las vacas es el procedimiento más sencillo y económico, siendo

posible con una muy buena precisión en su ejecución. Otro método de diagnóstico es el del no retorno a celo, útil para informar al productor que los animales cubiertos no retornaron al estro en un periodo de 18 – 23 días, lo cual sugiere que podrían estar gestantes, pero la baja precisión de las observaciones de los celos es un factor fundamental en su uso práctico (Galina y Valencia, 2010).

La concentración de progesterona en el plasma sanguíneo o en la leche es un método auxiliar bastante efectivo a partir del día 30 de gestación, sobre todo en bovinos dedicados a la producción de leche (Galina y Valencia, 2010).

Las principales metas de cualquiera de los métodos usados son determinar con un 100% de efectividad que no haya falsos positivos ni falsos negativos, diagnosticar la preñez tan pronto sea posible, poder determinar la edad, viabilidad, y posiblemente el sexo del feto (Robles, 2009).

2.1.1. Métodos de diagnóstico de gestación.

A partir de los 28 días posteriores al servicio es posible confirmar la gestación por cualquier de los siguientes métodos: Diagnóstico por palpación transrectal o ultrasonografía. Cualquiera que sea el método que se utilice, debe cumplir con las siguientes características:

1. Que permita diagnosticar la gestación en etapas tempranas y con la máxima confiabilidad posible.
2. Que no dé falsos positivos ni falsos negativos.
3. Que ayude a determinar la edad del feto y viabilidad, y si es posible el sexo (Rivera y Quintal, 2011).

2.1.2. Ventajas del diagnóstico de gestación.

El diagnóstico de gestación permite compensar problemas asociados a fallas en la detección de estros, (evitar la IA en vacas gestantes, detectar vacas vacías para que sean servidas de nuevo), además propicia la atención temprana de vientres con pérdidas embrionarias o fetales (diagnóstico clínico, tratamiento, re-

inseminación), vientres con fetos momificados y macerados, así como también ayuda a reducir el intervalo parto-concepción (días abiertos) (Robles, 2009).

2.2. Eventos importantes durante la gestación.

2.2.1. Endocrinología de la gestación.

El mantenimiento de la gestación depende en gran forma de un equilibrio apropiado de las hormonas, esto se confirma por el hecho de que cualquier trastorno del equilibrio normal conduce frecuentemente al aborto. El mantenimiento de un equilibrio apropiado de hormonas a través de toda la gestación depende de una interrelación entre la madre, la placenta y el feto (Bearden y Fuquay, 1982).

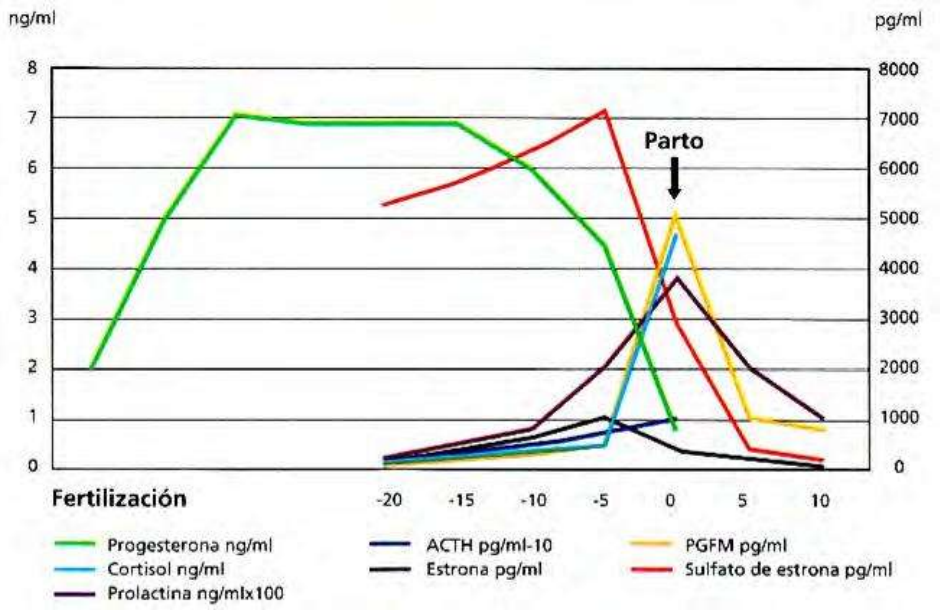
La prostaglandina $F_2\alpha$, señal luteolítica en la vaca, se libera primariamente desde la superficie epitelial del útero. Las señales de reconocimiento de la gestación, desde el trofoblasto de las vacas, son hormonas paracrinas antiluteolíticas que actúan sobre el epitelio uterino para inhibir la liberación de la prostaglandina luteolítica. La progesterona del cuerpo lúteo (CL) y el estradiol de los folículos ováricos parecen ser los responsables del desarrollo de receptores endometriales para la oxitocina, la cual se libera en la parte posterior de la hipófisis y en el cuerpo lúteo de la vaca, en forma pulsátil y tiene la propiedad de interactuar con los receptores endometriales del útero para estimular la secreción episódica de $PGF_2\alpha$, esencial para la luteolisis (Gordon, 1996; Hafez y Hafez, 2002).

La progesterona es indispensable para el desarrollo embrionario ya que es la responsable de regular la función de las glándulas uterinas encargadas de la secreción de sustancias que nutren al embrión (Hernández, 2012.), altos niveles de esta hormona disminuirán el tono del miometrio e inhibirán las contracciones uterinas, también altas concentraciones de progesterona detienen el ciclo estral evitando la liberación de gonadotropinas (Bearden y Fuquay, 1982).

La concentración sanguínea de la progesterona permanece constante durante toda la preñez en la vaca, alcanza un valor alto en una fase temprana (Gráfica 1). Durante los últimos meses de la gestación, contrario a lo que antes se pensaba, los niveles de progesterona aumentan de manera continua hasta alcanzar un segundo pico que es significativamente mayor que las concentraciones previas (Hafez y Hafez, 2002).

La Relaxina, un polipéptido producido por el cuerpo lúteo y la placenta, parece ser importante durante la gestación y en el transcurso de esta va aumentando su concentración, los niveles son mucho más altos durante la última parte de la gestación que al principio de la misma. Primariamente, la Relaxina suaviza el tejido conjuntivo, esto va a permitir a los músculos uterinos estirarse para acomodar al feto durante su crecimiento (Bearden y Fuquay, 1982).

Grafica 1. Niveles hormonales durante la gestación y el parto en la vaca.



(Cole y Cupps, 1984).

Las concentraciones de estrógenos son relativamente bajas durante la primera parte de la gestación, pero aumentan a la mitad y última parte de la misma. La fuente primaria de estrógenos es la placenta. La función principal de los

estrógenos durante la gestación parece ser un sinergismo con la progesterona al desarrollar y preparar la glándula mamaria para la síntesis de leche después del parto (Bearden y Fuquay, 1982).

La función normal de la glándula tiroides, paratiroides, corteza suprarrenal y otras glándulas endocrinas que producen hormonas secundarias de la reproducción, son importantes en el mantenimiento de un estado metabólico en la madre que permite un desarrollo embrionario y fetal apropiados (Bearden y Fuquay, 1982).

2.2.2. Reconocimiento materno de la gestación.

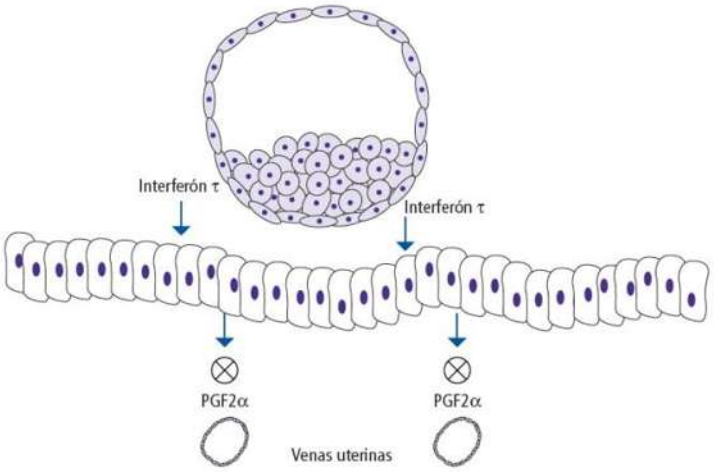
La mayoría de las especies de animales domésticos son ovuladoras espontáneas y muestran un ciclo estral que dependen del útero (Vaca, cerda, cabra, oveja, perra y yegua). Una coordinación cercana entre procesos dinámicos en el endometrio uterino y el ovario es decisiva para establecer un ambiente uterino apropiado para la preñez y que coincida con el momento de receptividad sexual y la ovulación (Hafez y Hafez, 2002).

El reconocimiento materno de la gestación se le denomina a la señal emitida por el embrión la cual permite el bloqueo de la luteólisis, la extensión de la vida del cuerpo lúteo (CL), y la formación de la placenta para el desarrollo de la gestación. Esto incluye la inhibición de la liberación de $PGF_2\alpha$, la modificación del ambiente uterino y los cambios que evitan el rechazo inmunológico del embrión. Las células mononucleares del trofoblasto secretan alrededor del día 16 el interferón-tau (Figura 2), el cual inhibe la síntesis de receptores para los estrógenos, receptores para la Oxitocina y por lo tanto inhibe la secreción de $PGF_2\alpha$, evitando la luteólisis y asegurando la permanencia del CL (Hafez y Hafez, 2002).

El embrión también modifica el flujo sanguíneo y la permeabilidad vascular, el movimiento de fluidos, la respuesta del CL a las prostaglandinas, la actividad secretoria y metabólica del útero, la transferencia de nutrientes, la actividad inmune y el desarrollo de la glándula mamaria. El feto presenta antígenos de histocompatibilidad que podrían originar una respuesta inmune con linfocitos-T por

parte de la madre, sin embargo esto no sucede (Bartolomé, 2009), en los rumiantes, el trofoblasto del embrión en desarrollo impide la degeneración del cuerpo amarillo mediante la producción de interferones que aseguran el reconocimiento materno de la preñez (Hafez y Hafez, 2002).

Figura 1. El interferón-τ inhibe la síntesis de PGF2α en el endometrio, con lo que se evita la regresión del cuerpo lúteo.



(Hernández, 2012).

El reconocimiento de la gestación en la vaca, es consecuencia de señales antiluteolíticas entre el trofoectodermo del concepto del embrión y capas celulares asociadas y el útero, estas señales garantizan la continuación de un cuerpo lúteo funcional, para la producción de progesterona; esta hormona estimula y soporta las funciones endometriales que se precisan para el desarrollo precoz del embrión, la implantación del mismo en el útero y otros acontecimientos que son esenciales para el nacimiento de un ternero sano, al término de la gestación (Gordon, 1996).

En la actualidad se acepta ampliamente que la gestación normal en un animal depende de que el embrión señale, en sus primeras etapas, su presencia al

sistema materno, este proceso recibe el nombre de reconocimiento materno de la gestación, además se sabe que este proceso implica los sistemas inmunológico, vascular y endocrino (Gordon, 2006).

La implantación de la gestación en la vaca depende en gran medida, del momento preciso de una relación funcional entre la madre y el embrión. El momento de los niveles de progesterona tiene una importancia crítica (Cuadro 1). Un embrión insuficientemente desarrollado es menos capaz de inhibir el mecanismo luteolítico, poniendo así en compromiso el desarrollo normal de la gestación. Se acepta que para la implantación de una gestación exitosa hay una necesidad crucial de ciertas interacciones entre los productos de la gestación, el endometrio y entre el epitelio y el estroma que mantengan al endometrio bajo el dominio de la progesterona (Gordon, 2006).

En la vaca, el reconocimiento materno de la preñez ocurre entre los días 16 y 19 de la preñez. El embrión bovino produce un número de proteínas acídicas de bajo peso molecular que incluye la proteína-1 trofoblástica bovina (bTP-1). El endometrio de las vacas gestantes produce un inhibidor de la síntesis de prostaglandina endometrial que específicamente reduce la síntesis de PGF2α, este inhibidor parece ser el ácido linoléico. La proporción de este ácido araquidónico (el precursor de PGF2α) es mucho más alta en vacas preñadas que en las no preñadas, lo que sugiere una función importante de las alteraciones en la composición de lípidos del tejido uterino en el reconocimiento materno de la preñez en la vaca (Hafez y Hafez, 2002).

Cuadro 1. Desarrollo del embrión en los estadios embrionarios.

Vaca (días)	Etapas de pre-implantación del embrión
4 – 8	Estadio mórula – blastocito.
9	Eclosión o hatching.
13	Elongación: periodo en el cual el corión llena los cuernos del útero.
17	Pre-contacto: el trofoblasto, con una capa de células tallo, produce interferón-tau o estrógenos.
18 – 19	Aposición: ocurre una interdigitación de las microvellosidades en la superficie entre la madre y el feto.
22	Adhesión: las membranas en las cercanías del embrión se han adherido.

(Adaptado de Galina y Valencia, 2010).

2.2.3. Desarrollo placentario.

Membranas Fetales**;** la morfogénesis de la placenta durante el inicio de la gestación está muy relacionada con las membranas extraembrionarias o fetales que se diferencian en el saco vitelino, amnion, alantoides y el corión. Estas membranas participan en la formación de la placenta, ya sea por separado o en ciertas combinaciones y dan origen a tres tipos básicos de placentación que difieren en la identidad de las membranas fetales implicadas: coriónica, corioalantoidea y vitelina, entre estos tipos, la placentación corioalantoidea deriva de la fusión del alantoides con el corion, es característica de los animales domésticos (Cuadro 2). El abundante aporte de sangre en el alantoides entra en estrecha aposición con las arterias y venas umbilicales localizadas en el tejido conectivo entre el alantoides y el corion (Hafez y Hafez, 2002).

Cuadro 2. Membranas fetales de los animales domésticos.

Membrana	Origen	Funciones
Saco vitelino	Capa endodérmica temprana	Vestigial
Amnios	Cavitación de la masa de células internas	Encierra al feto en una cavidad llena de líquido
Alantoides	Divertículo del intestino posterior	Vasos sanguíneos que conectan la circulación fetal con la placenta corioalantoidea
Corion	Cápsula trofoblástica del blastocisto	Rodea al embrión y otras membranas fetales.
Cordón umbilical	Envolturas de amnios en el pedúnculo vitelino	Envuelve los vasos alantoideos y constituye el vínculo vascular entre la madre y el feto.

(Hafez y Hafez, 2002.)

Solo después de la placentación, proceso por el cual el embrión inicia su adhesión al útero, el embrión puede derivar sus nutrientes y transferir sus productos de desecho a través de la sangre materna. El tiempo de placentación después de la fertilización, se inicia entre los 30 – 35 días en la vaca (Bearden y Fuquay. 1982).

Posterior a la eclosión del embrión (salida de la zona pelúcida), el Trofoblasto comienza a crecer aceleradamente. El Trofoblasto da origen al corion, el cual posee pequeñas prolongaciones conocidas como vellosidades coriónicas, las cuales se fijan al endometrio, para el intercambio de sustancias que van a nutrir al embrión. Aunque el tejido de origen fetal que establece relación íntima con el

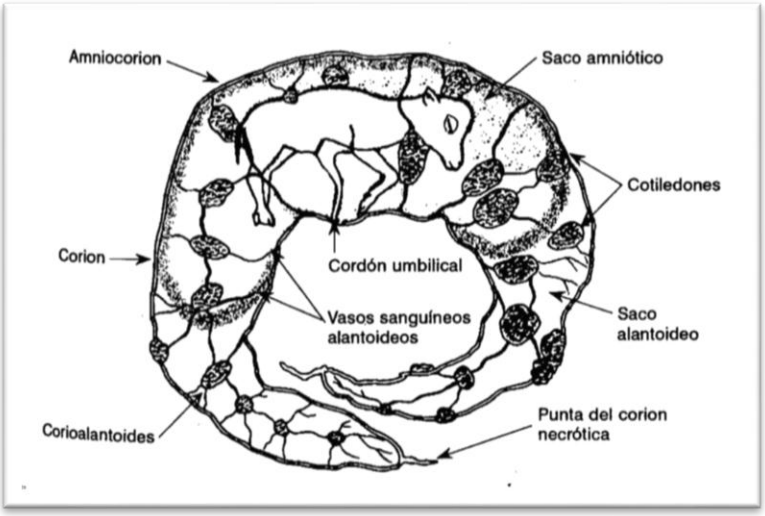
endometrio es el corión, también otras membranas de origen fetal forman la unidad feto – placentaria (Hernández, 2012).

Durante las primeras etapas del desarrollo embrionario, el embrión se mantiene gracias a los nutrimentos aportados por las secreciones del oviducto y del útero (leche uterina), proceso regulado por la progesterona. Durante este periodo, el embrión vive suspendido en la leche uterina y se puede mover con relativa libertad en el lumen del cuerno uterino, del lado donde ocurrió la ovulación, entre los días 17 – 18 el embrión se adhiere al endometrio (Hernández, 2012).

Después de la tercera semana de la fertilización, se desarrolla el alantoides, esta membrana comienza como un pequeño saco el cual rápidamente se expande y entra en contacto con el corion. El amnion forma un compartimento en el cual el embrión o feto se desarrolla y además provee una barrera que protege al embrión contra agresiones físicas. También es el medio en el que se depositan sustancias de desecho de origen fetal (Hernández, 2012).

La placenta realiza muchas funciones y sustituye al tubo digestivo, los pulmones, riñones, el hígado y las glándulas endocrinas del feto. Además separa los organismos materno y fetal, asegurando por tanto el desarrollo independiente del feto (Fig. 2). La sangre del feto y la de la madre nunca entran en contacto directo, aunque las dos circulaciones están lo suficientemente cerca en la unión de corion y endometrio para que pasen oxígeno y nutrientes de la sangre materna a la fetal, y los productos de desecho en la dirección opuesta (Hafez y Hafez, 2002).

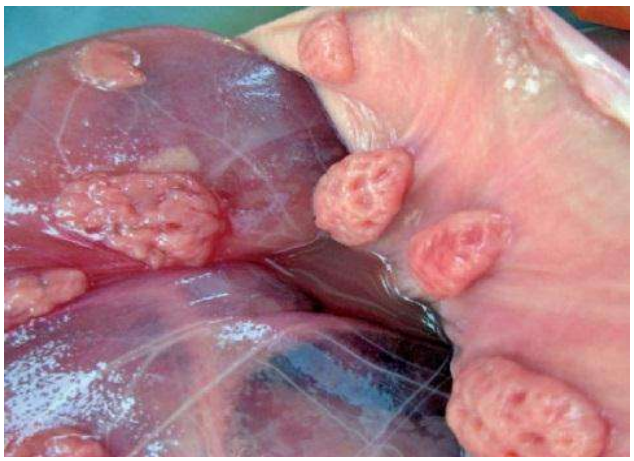
Figura 2. Diagrama de las membranas fetales de un feto bovino de 105 días, donde se muestran las cavidades alantoidea y amniótica.



(Hafez y Hafez, 2002)

La placenta en la vaca se clasifica como cotiledonaria, en la que el endometrio tiene áreas especializadas llamadas carúnculas, las cuales son regiones que carecen de glándulas y sirven para que se fijen las vellosidades coriónicas y se establezca el intercambio materno – fetal. La unión de las vellosidades coriónicas (cotiledón) y de las carúnculas constituye la unidad funcional conocida como placentoma (Fig. 3) (Hernández, 2012).

Figura 3. El placentoma es la unidad funcional de la placenta, el cual está formado por la unión del cotiledón, por el lado fetal y por la carúncula, del lado materno.



(Hernández, 2012).

2.2.4. Nutrición fetal.

El feto de las especies domésticas se nutre básicamente de 2 fuentes, las cuales en orden cronológico son: el **Histótrofo;** o leche uterina se compone de las secreciones de las glándulas endometriales, que son elementos de descamación o desechos del endometrio y cierta cantidad de sangre materna extravasada (Galina y Valencia, 2010), esta leche uterina se secreta en la luz uterina y se absorbe a través de las membranas fetales (Cole y Cupps, 1984). El **Hemótrofo** está constituido por materiales nutritivos que el alantocorión o el vitelocorión, en los puntos en que establecen contacto con los tejidos uterinos, absorben directamente en la circulación sanguínea materna (Cole y Cupps, 1984), es importante para el embrión durante el periodo de preadhesión o pre-implantación, ya que en todas las especies domésticas, a excepción de las aves, el vitelo no contribuye en forma importante en la nutrición del producto y por lo tanto, éste se debe nutrir de elementos histotróficos (Galina y Valencia, 2010).

Una vez que se efectúa la adhesión o implantación embrionaria, se establece la comunicación entre la madre y el feto mediante las membranas fetales, quedando

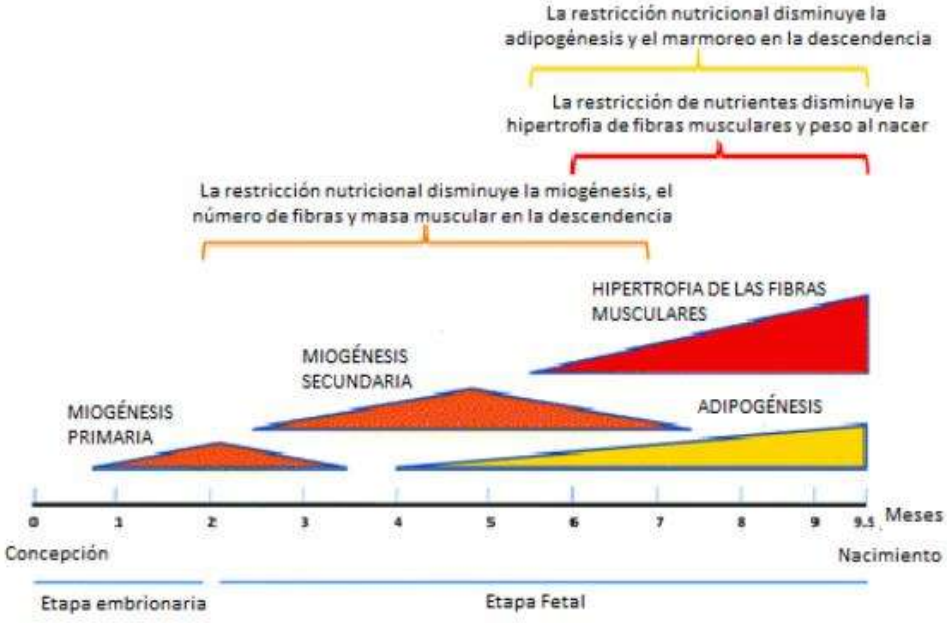
constituida la llamada unidad feto-placenta-madre, desde este momento el feto se nutre directamente de materiales absorbidos de la nutrición materna a los cuales se les denominan hemótrofo (Galina y Valencia, 2010).

La nutrición fetal durante la preñez tiene una función esencial en el desarrollo fetal y placentario, pero poco se sabe sobre cómo la nutrición materna afecta la salud y productividad de las crías. A pesar de que las exigencias nutricionales del feto son menores durante las primeras etapas del desarrollo, la nutrición materna puede influir en el desarrollo del sistema reproductivo del feto en todas las fases (Rhin, 2004).

Históricamente se han realizado esfuerzos considerables para entender como la nutrición afecta la salud en la productividad durante el periodo postnatal. El concepto de programación fetal fue originalmente desarrollado por David Baker de la Universidad de Southampton, en Inglaterra; mostrando mediante un estudio epidemiológico que el estímulo maternal en el periodo de desarrollo fetal tiene un impacto a largo plazo en las crías (Barker *et al*., 1993., y Godfrey y Barker, 2000). Algunas de las compilaciones reportadas incluyen aumento de la mortalidad neonatal, disfunciones respiratorias e intestinales, crecimiento neonatal retardado, aumento del depósito de grasa, diferencias en el diámetro de fibras musculares y baja calidad de la carne (Wu *et al*., 2006).

Trabajos publicados mostraron que el peso al nacimiento no fue afectado, mientras que el peso al destete de los becerros fue mayor en los hijos de vacas que fueron alimentadas en pasturas con suplementación proteica durante la fase final de la gestación, comparado con los crías de vacas alimentadas en pasturas sin suplementación (Stalker *et al*., 2006; Larson *et al*., 2009). En la Figura 4 se ilustran las fases del desarrollo fetal y las posibles complicaciones de la restricción alimentaria materna.

Figura 4. Efectos de la nutrición materna en el desarrollo de los tejidos muscular y adiposo fetal bovino.



(Granjas *et al.,* 2012).

Antes se creía que el transporte de nutrientes a través de la placenta se llevaba a cabo por un proceso de difusión de un gradiente de alta concentración (sangre materna) a uno de baja concentración (feto), hoy en día se ha comprobado que si existe un mecanismo de difusión pasiva de nutrientes, la placenta es un órgano temporal capaz de establecer mecanismos de transporte activo, con lo cual el término barrera placentaria, desde el punto de vista de nutrición fetal, ha caído en desuso (Galina y Valencia, 2010).

2.2.5. Crecimiento fetal.

Al crecer desde el óvulo fecundado esférico hasta el feto a término, el embrión no sólo aumenta de talla y peso, sino que también experimenta muchos cambios de forma. La velocidad de crecimiento, o sea el aumento porcentual en peso y dimensiones por unidad de tiempo (crecimiento relativo), es mayor en las fases tempranas y disminuye a medida que avanza la gestación. La rapidez del

crecimiento fetal depende principalmente del aporte de nutrientes y de la capacidad del feto de utilizarlos (Hafez y Hafez, 2002).

Después de que se ha completado la diferenciación, el producto de la concepción se llama *feto* en vez de embrión, durante esta parte de la gestación entre la diferenciación completa y el parto se ha denominado ¨periodo del feto¨. El acontecimiento principal en este periodo es el crecimiento fetal (Bearden y Fuquay, 1982).

La calcificación de la matriz ósea se inicia aproximadamente a los 70 días, con la formación extensiva de hueso a los 180 días, la formación de los dientes comenzara a los 110 días, el pelo comienza a verse alrededor de los ojos y el hocico a los 150 días y cubre completamente todo el cuerpo a los 230 días (Bearden y Fuquay, 1982).

Llegada la etapa en la cual existe muy poco desarrollo del feto, finalmente hacia el último tercio de la gestación hay evidencia de un crecimiento acelerado, con un desarrollo exponencial del feto y de su placenta (Cuadro 3). Los principales dos factores que son más importantes que determinaran el crecimiento fetal son la nutrición y el tamaño de la madre (Galina y Valencia, 2010).

La nutrición fetal es muy importante durante el último tercio de la gestación, ya que es cuando el feto se desarrolla de una forma acelerada, es por esta razón, que durante este periodo es prioritario que la madre este bien alimentada. El crecimiento fetal es importante para la producción animal, por su influencia en el peso al nacer, es decir, bajos pesos al nacer se encuentran asociados con la alta mortalidad perinatal; bajas tasas de crecimiento y bajo peso adulto. En contraste, fetos con altos pesos al nacer resultan en una mayor tasa de distocia y mayores intervalos entre partos (Galina y Valencia, 2010).

Cuadro 3. Cambios físicos del útero, del embrión y de las estructuras involucradas en las tres etapas de la gestación.

Días después del servicio	Diámetro del cuerno uterino grávido (cm)	Longitud de la vesícula amniótica (cm)	Longitud de los placentomas (cm)	Presencia de frémito arterial	Posición del útero
28		1.0	-	-	Cavidad pélvica
35	3.0	1.5	-	-	
42	5.0	2.5	-	-	
49	6.0	5.0	-	-	
60	7.5	-	-	-	
70	10.0	-	0.75	-	Comienza descenso
80	12.0	-	1.0	+	
90	14.0	-	1.5	+	Descenso
100	17.0	-	2.0		
120	-	-	2.5	+	
150	-	-	3.0	+	Piso del abdomen
180	-	-	4.0	+	
210	-	-	5.0	+	Ascenso
240	-	-	6.0	+	
270	-	-	8.0	+	

(Rivera y Quintal, 2011).

2.3. Cuerno uterino donde se desarrolla la gestación.

Los bovinos son únicos entre los demás animales domésticos en que la vaca ovula 10 a 12 horas después del final de la fase de inmovilidad estral o, en promedio, 30 horas después de iniciado el estro. Excepto el primer ciclo estral postparto, las ovulaciones son precedidas por signos de conducta de estro. Las vacas son de ovulación espontanea, pero la ovulación puede adelantarse unas 2 horas mediante el servicio con un toro vasectomizado. De modo similar, el masaje manual del clítoris por 10 segundos después de la inseminación artificial de las vacas para carne acorta el intervalo desde el inicio del estro hasta la oleada de LH

y la ovulación en más de 4 horas, e incrementa la tasa de concepción en un 6%. Normalmente, en la vaca sólo un folículo ovula cada ciclo estral. Alrededor del 10% de las veces ovulan 2 folículos y es raro que ovulen tres. La ovulación ocurre en el ovario derecho alrededor del 60% de las veces y el 40% restante en el ovario izquierdo. Sin embargo, en el posparto la primera ovulación se presenta más a menudo en el ovario opuesto al cuerno uterino que antes alojó el feto (Hafez y Hafez, 2002).

En un trabajo que se realizó en el estado de Guerrero por Vazquez en 1993, del total de las 870 vacas que se sacrificaron, 466 se encontraban en estado de gestación; en el cuerno uterino derecho se presentaron un 55.8% de las gestaciones equivalente a 260 embriones, mientras que en el cuerno uterino izquierdo se presentó un 44.2% que equivale a 206 gestaciones.

De igual forma Erales *et al*., (2008), encontraron que el 66.3% (130/196) de los tractos reproductores examinados presentaron gravidez y los restantes se encontraron vacíos. El 30% de las vacas gestantes que fueron sacrificadas se encontraron en el primer tercio de gestación, 60% (n=78) en el segundo y 10% (n=13) en el último tercio de la gestación. Del total de las gestaciones encontradas el 60.8% (n=69) de los fetos se localizaron en el cuerno uterino derecho y el 39.2% (n=51) en el cuerno uterino izquierdo.

2.4. Características de la gestación en sus diferentes etapas.

A continuación se describen las etapas de la gestación en vacas y sus principales características (Rivera y Quintal, 2011).

Gestación a los 35 días; el cuerno uterino grávido mide alrededor de 2.5 - 3.0cm de diámetro en su parte más ancha. La vesícula amniótica, signo positivo, se puede distinguir como una bolita que se mueve dentro del agua al deslizar los dedos a través del cuerno asimétrico. Las paredes de los cuernos están delgadas y se detecta la presencia de líquido que es la señal de que la vaca está gestante (Figura 5 y 6). Los cuernos uterinos permanecen en la cavidad pélvica y el cérvix,

que es el punto de referencia, es móvil, lo que permite cambiar la posición de la mano. La Membrana Fetal Deslizable (MFD) mide de 45 a 61cm de largo y abarca ambos cuernos; la MFD es palpable con relativa facilidad al deslizar los cuernos entre los dedos (Canabal, 2006; Rivera y Quintal, 2011).

Figura 5. Preñez de 35 días.

(López, 2011)

Figura 6. Preñez de 40 días

(Fernández, 2008)

Gestación a los 45 días; uno de los cuernos uterinos es ligeramente más alargado, y tiene paredes ligeras y prominentes; el embrión tiene el tamaño de un huevo de gallina (Fig. 7 y 8). A la palpación se detecta el desplazamiento de membranas dentro del útero (Rivera y Quintal, 2011).

Figura 7. Preñez de 50 días.

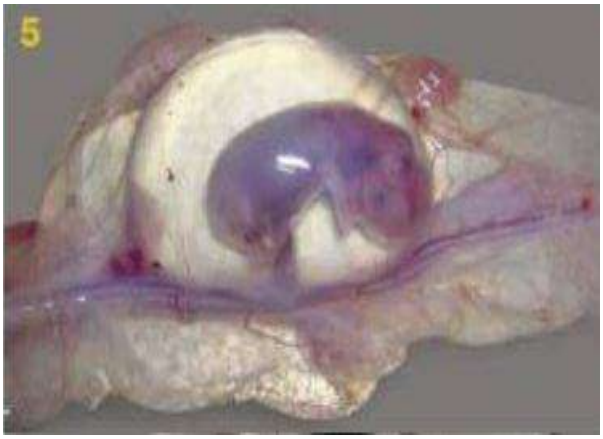
(Fernández, 2008).

Figura 8. Preñez de 55 días.

(Fernández, 2008).

Gestación a los 60 días; el cuerno uterino donde se desarrolla el producto es del tamaño de un plátano (mide de 6 - 7.5cm de diámetro), está lleno de fluido y es desplazado ligeramente hacia la cavidad abdominal (Fig. 9); el embrión y la MFD se palpan fácilmente. Una persona experta puede distinguir los cotiledones que miden 0.5cm de diámetro y las paredes del cuerno grávido se tornan cada vez más delgadas. El cérvix sigue siendo móvil y permanece en la cavidad pélvica (Canabal, 2006, Rivera y Quintal, 2011).

Figura 9. Preñez de 60 días



(López, 2011)

Gestación a los 70 días; el cuerno uterino grávido comienza a descender hacia la cavidad abdominal. Al deslizar entre los dedos la pared del útero se logran palpar los cotiledones, que miden 0.75cm de diámetro (Fig. 10). Con la mano ahuecada el producto se palpa fácilmente (Canabal, 2006, Rivera y Quintal, 2011).

Figura 10. Preñez de 70 días

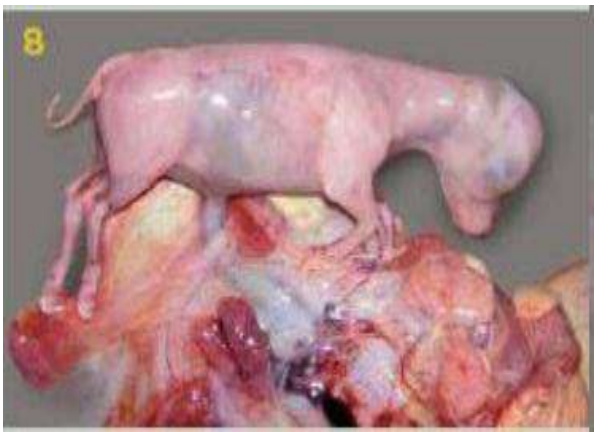
(López, 2011)

Gestación a los 80 días; el útero continúa descendiendo hacia la cavidad abdominal y el cérvix comienza a mantenerse fijo debido al peso del feto y sus estructuras. Los cotiledones miden 1.0cm y con frecuencia el ligamento ancho impide la manipulación correcta de los cuernos uterinos; este inconveniente se

soluciona desenrollando el cuerno gestante, que está oculto debajo del ligamento (Rivera y Quintal, 2011).

Gestación a los 90 días; el útero continúa descendiendo hacia la cavidad abdominal y su tamaño es parecido al de un guante de box. Los dos cuernos uterinos miden 14.0cm de diámetro (Fig. 11), están desplazados hacia la cavidad abdominal y el cuerno grávido generalmente se localiza en el reborde pélvico. Los cotiledones miden 1.5cm y el cérvix se mantiene fijo. En vacas muy grandes la palpación se puede dificultar debido a la distancia entre el contenido de la gestación y la entrada del recto. En vacas gestantes la arteria media uterina mide de 0.8 a 1.5cm de diámetro, mientras que en vacas vacías mide solo la mitad, por lo cual se puede confundir con la arteria femoral que siempre permanece fija. En esta etapa es posible que se cometa el error de confundir a la vejiga urinaria con una gestación de 90 días (Canabal, 2006 y Rivera y Quintal, 2011).

Figura 11. Preñez de 95 días



(López, 2011).

Gestación a los 100 días; los cotiledones miden 2.0 – 2.5cm y continúa el descenso del útero hacia la cavidad abdominal. Aún se puede delimitar el cuerno uterino grávido durante la palpación (Rivera y Quintal, 2011).

Gestación a los 120 días; los cotiledones miden 2.5cm de diámetro, continúa el descenso del útero hacia la cavidad abdominal y aún se puede diferenciar entre el

cuerno uterino grávido y el que no lo está. El feto mide de 24 a 30cm de largo y su cabeza es fácil de palpar. La arteria uterina media sigue creciendo y al tacto se percibe vibración (frémito). En esta fase de la gestación se puede confundir el saco ventral del rumen con una gestación de 120 días la cual, debido a la similitud en tamaño, también puede ser confundida con una preñez de 135 días (Rivera y Quintal, 2011).

Gestación a los 150 días; al finalizar el quinto mes de gestación la mayor parte del útero ya descendió al piso de la cavidad abdominal. Aún se puede delimitar el cuerno grávido; el cérvix está fijo y los cotiledones, que miden 3.0cm, se palpan con mayor precisión siguiendo el borde pélvico con la palma de la mano extendida y hacia abajo (como si se quisiera ubicar la ubre de la vaca). Las manipulaciones rectales por tiempo prolongado, o demasiado bruscas, pueden provocar desgarre del recto, por realizar manipulaciones muy bruscas. El error que se puede cometer en esta atapa es que debido al tamaño de los cotiledones, estos pueden ser confundidos con los ovarios. Existe una diferencia mínima en tamaño entre una gestación a los 150 y a los 170 días (Cuadro 4) (Rivera y Quintal, 2011).

Cuadro 4. Posición, diámetro del útero y estructuras palpables en diferentes días de la gestación.

Días de gestación	Peso total del útero y contenido Kg	Posición del útero	Diámetro del útero (cm)	Estructuras palpables
0 – 30	.9	-	-	-
35 a 40	1.6	Piso de la pelvis	Ligeramente alargado	Asimetría uterina/deslizamiento del feto
45 a 50	1.6	Piso de la pelvis	5.0 a 6.5	Asimetría uterina/deslizamiento del feto
60	1.6	Pelvis/abdomen	6.5 a 7.0	Deslizamiento de membranas.
90	2.3	Abdomen	8.0 a 10.0	Pequeños placentomas/feto de 10 a 15cm de largo.
120	4.0	Abdomen	12.0	Placentomas/feto de 25 a 30cm de largo/frémito.
130	10.1	-	-	-
150	14.6	Abdomen	18.0	Placentomas/feto de 35 a 40cm de largo/frémito.
190	23.8	-	-	-
220	37.4	-	-	-
250	53.8	-	-	-
280	67.8	-	-	-

(Bearden y Fuquay, 1982; Rivera y Quintal, 2011).

Gestación a los 180 días; en esta etapa el útero ya descendió completamente al piso del abdomen. Los cotiledones miden 4.0 cm de diámetro y es posible palpar el feto, el cual tiene un tamaño de un perro mediano, y a los 200 días, el de un perro de raza grande (Cuadro 5). Como ayuda en el diagnóstico de la gestación a los 180 días se recomienda dirigir la mano no solamente por el centro de la cavidad abdominal sino también por el lado izquierdo y por el derecho (Rivera y Quintal, 2011).

Cuadro 5. Tamaño comparativo del feto y edad de la gestación.

Tamaño comparativo	Meses de gestación
Ratón	2
Rata	3
Gato pequeño	4
Gato grande	5
Perro Beagle	6

(Hernández, 2012)

Gestación a los 210 días; el producto mide cerca de 60 a 80cm de largo, el tamaño de los cotiledones es de 5.0cm y la arteria uterina media mide 1.25cm de diámetro. A finales de los 210 días de la gestación y al inicio de los 225 días el feto comienza el ascenso a la cavidad pélvica, lo que permite la palpación fácilmente (Rivera y Quintal, 2011).

Gestación 240 días; los cotiledones miden 6.0cm y la arteria uterina media 1.50cm de diámetro. El feto se encuentra en la parte media de la cavidad pélvica y mide alrededor de 70 a 90cm de longitud (Rivera y Quintal, 2011).

Gestación a los 270 – 275 días; el tamaño de los cotiledones es de 8cm y la arteria uterina media mide 2.0cm de diámetro. El feto se encuentra en la cavidad

pélvica, y al introducir la mano al recto de la vaca, es posible palpar las extremidades anteriores ¨manos¨ (Rivera y Quintal, 2011).

Gestación a los 283 días o término de la gestación; cuando el feto está totalmente desarrollado se acomoda en posición de parto (Rivera y Quintal, 2011).

2.4.1. Duración de la gestación.

La duración de la gestación es el intervalo que va de la fecundación al parto (Hafez y Hafez, 2002), en los bovinos. Es un evento que se inicia con la fertilización y finaliza con el parto. El tiempo de gestación es de 282 días, el cual puede variar de 279 hasta los 290 días (Cuadro 6). En condiciones extensivas de cría, cuando mayor es la duración de la gestación, la frecuencia de distocia puede estar aumentada debido al mayor crecimiento fetal y de la placenta en los últimos 2 meses de la gestación (Galina y Valencia, 2010).

Cuadro 6. Variación de la duración de la gestación en las razas bovinas.

Raza	Duración de la gestación (días)
Aberdeen Angus	273 – 283
Cebú (general)	292 - 295
Charolais	285 – 288
Hereford	284 – 286
Holstein	278.9 – 284
Jersey	279 – 280
Pardo suizo	285 - 289.7
Shorthorn	281 – 283
Simmental	285 – 291

(Adaptado de Bearden y Fuquay, 1982; Noakes, 1997; Bartolomé, 2009; Galina y Valencia, 2010).

La gestación es un poco más prolongada en vacas adultas y en las vaquillonas se acorta en uno a cinco días. Si el ternero es hembra se acorta en un día con respecto a si es macho y en 3 a 6 días en los terneros mellizos (Bavera, 2000; Bearden y Fuquay, 1982). No se consideran deseables las gestaciones gemelares en las vacas, ya que aumenta la frecuencia de retención placentaria, reducción de la eficiencia reproductora futura, crías débiles que son más difíciles de criar y producción láctea reducida después del parto gemelar (Centeno y Marenco, 2007).

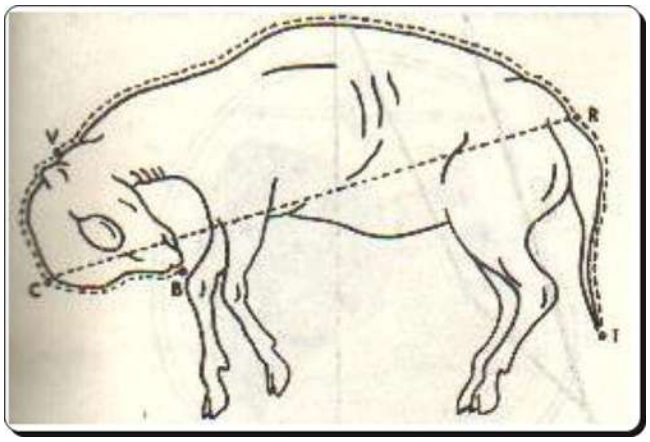
En los bovinos la variación del tiempo de la gestación puede incluir factores relativos a la propia vaca (edad), al feto (número de fetos y sexo) y al orden genético (raza y genotipo del feto) (Fig. 12), así como factores ambientales (nutrición, temperatura y estación del año) (Galina y Valencia, 2010).

Figura 12. Representación esquemática de las variaciones en la duración de la gestación.

(Hafez y Hafez, 2002).

2.4.2. Determinación de la edad fetal.

La manera de determinar la edad del feto es mediante 2 formulas muy sencillas donde lo fundamental es el largo occipito – sacral:



Una forma de calcular la edad del feto es mediante la siguiente fórmula:

$$X = 2.5\ (y + 21)$$

En donde ¨X¨ es el número de dias de gestación e ¨ Y¨ el largo oxipito sacral.

Ejemplo: $X = 2.5\ (24 + 21)$

$X = 2.5\ (45)$

$X = 2.5 \times 45$

$X = 112.5$ días de gestación.

(Centeno y Marenco, 2007).

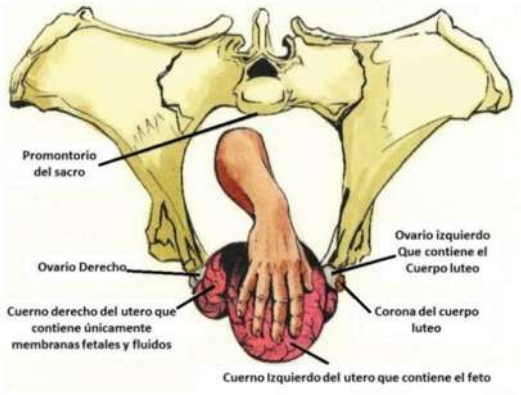
Por otro lado, mediante la observación visual del feto y sus características se puede determinar la edad del feto y es siempre aproximada. Está basada en diversos elementos tales como el peso, longitud, desarrollo relativo de las diversas regiones corporales, aparición del sistema piloso, erupción dentaria, aparición de botones córneos en los bóvidos. Mes 4 – 5 (Labios, mentón y cejas); Mes 6 (Cola y Rodete coronario); Mes 7 (Gato con botas); Mes 8 (Completa y corta) y Mes 9 (Pelaje normal).

2.5. Diagnóstico por palpación rectal.

La palpación transrectal o rectal, ha sido usada para el diagnóstico de gestación en bovinos durante muchos años, y ha seguido siendo uno de los métodos más sencillos y valiosos. Tiene la ventaja en comparación con otros métodos de que permite proporcionar una opinión inmediatamente (Gordon, 2006).

Este tipo de diagnóstico consiste en la evaluación clínica del aparato genital mediante un examen a través del recto, el cual se utiliza como si fuera un guante, aprovechando la posición paralela de los genitales y del recto. El diagnóstico de gestación se basa en la precepción al tacto de cambios a nivel del útero, lugar donde se asienta la gestación en la vaca (Figura 13). De ahí que algunos de los signos secundarios del diagnóstico se apoyan en la detección de asimetría de los cuernos uterinos (el gestante aumenta de tamaño, a partir de los 30 días), la fluctuación de líquidos fetales y un menor tono donde el gestante es más blando y gelatinoso (Loeza, 2012).

Figura 13. Técnica de diagnóstico de preñez



(Robles, 2009).

Es un método sencillo, confiable y rápido, no presenta riesgos para la vaca y el producto, esta técnica es la que más se utiliza en el ganado bovino (Rivera y Quintal, 2011). Con el fin de que el diagnóstico de preñez sea benéfico, es necesario elaborar un horario factible y seguirlo de una manera rígida. En los hatos donde se utiliza la inseminación artificial, la primera palpación se debe hacer

entre los 35 – 42 días después de la inseminación (Cuadro 7). Aun cuando la palpación en esta etapa requiere de una mayor experiencia, el principal interés debe ser identificar a aquellas vacas que no quedaron preñadas, para que se les pueda observar con más cuidado durante los siguientes días, que es cuando deberán entrar en estro (Bearden y Fuquay, 1982).

Muchas de estas vacas que están vacías, probablemente tuvieron el estro a los 21 días después del apareamiento, aunque este no fue detectado. Las vacas que no entren estro el día 60 después del apareamiento, se deben palpar por última vez. Algunas preñeces (1-2%) a los 30-35 días causarán muerte embrionaria, pudiendo ser consideradas como vacías en la revisión de los 60 días (Bearden y Fuquay, 1982).

Cuadro 7. Signos positivos de gestación reconocidos mediante la técnica de palpación rectal.

Estructuras	Días de Gestación
Deslizamiento de Membranas	35 - 50
Vesícula Amniótica	35 – 45
Feto	>65
Placentomas	>90

(Hernández, 2012).

La confiabilidad del diagnóstico de gestación por palpación rectal a los 50 días después del servicio es de 95.6%, a los 60 días es de 97% y su precisión se incrementa si este se efectúa a los 80 días posteriores al servicio (Rivera y Quintal, 2011).

El diagnóstico de gestación por medio de la palpación es sencillo y rápido. La palpación rectal para el diagnóstico de gestación se realiza máximo en 2 minutos; sin embargo, el tiempo y la facilidad para efectuar esta técnica dependerá de la infraestructura del rancho o establo, el tipo de ganado y el personal de apoyo (Rivera y Quintal, 2011).

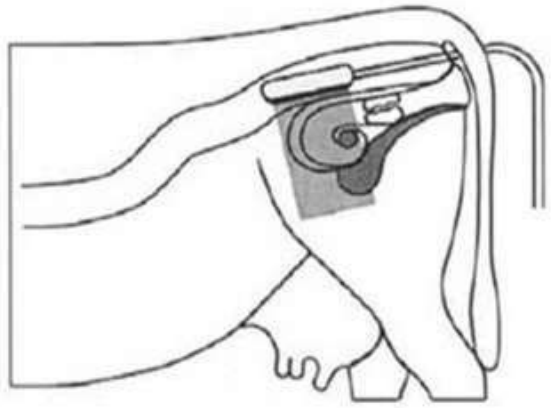
2.5.1. Ultrasonografía.

La llegada de las modernas técnicas de ecografía en tiempo real permitió la visualización de los órganos internos de varios mamíferos de abasto incluyendo los ovarios y el útero (Gordon, 2006).

La ultrasonografía emplea ondas de sonido de alta frecuencia para producir imágenes de los tejidos blandos y órganos internos, lo cual es posible visualizar a través de la pantalla del ecógrafo. La ampliación de la ultrasonografía en la especie bovina data de los años 80, sin embargo su desarrollo y perfeccionamiento para el estudio de los eventos reproductivos se ha acelerado en la presente década (Loeza, 2012).

El uso de la técnica de ultrasonografía en reproducción bovina se incrementa cada día a través del veterinario clínico y el especialista en biotecnología de la reproducción, ya que su utilización es demandada cada vez más por los ganaderos y los centros científicos, debido a su precisión, y a que su aplicación confirma o desestima la valoración realizada por palpación transrectal, constituyendo un medio diagnóstico de certeza y confirmativo en la dinámica de las ondas foliculares, desarrollo del cuerpo lúteo, la determinación del estado de gestación precoz (Fig. 14). Otra gran ventaja que ofrece la ultrasonografía es la posibilidad de determinar el sexo de los fetos a partir del día 57 basándose en la migración del tubérculo genital (próximo al ombligo en el macho y detrás de la cola en la hembra), a su vez también nos permite identificar aquellas vacas vacías con patologías en el tracto reproductivo y monitorear la actividad ovárica con alta precisión (Loeza, 2012).

Figura 14. Entrada del transductor vía transrectal.



(Pieterse, 1999).

El uso del ecógrafo, nos permite obtener información muy temprana de la gestación, a partir del día 20, así como el sexo de la cría y además, es útil para la detección de otros problemas reproductivos como quistes ováricos y contenidos uterinos anormales. Esta debería de ser la ayuda diagnóstica con la que todos los profesionales de la reproducción deberían contar, aunque en algunos de los países desarrollados su uso es cada vez más generalizado, por el momento resulta costoso y no muy práctico para el uso masivo en ganaderías comerciales en los países subdesarrollados (Loeza, 2012).

No obstante lo anterior, el interés por usar esta técnica se ha incrementado considerablemente a través de los años. Este método es sencillo, seguro y además no provoca efectos adversos para el embrión (Rivera y Quintal, 2011).

Esta técnica también detecta el latido del corazón fetal y los movimientos fetales, que son signos positivos de una gestación (Rivera y Quintal, 2011). Los resultados del ultrasonido dependen del equipo empleado, pero su elevado costo limita su uso en las unidades de producción.

El ecógrafo debe de estar equipado con un transductor lineal de 5 o 7MHz, el cual se protege con un guante de palpación que contiene gel (Figura 15) y se introduce

por vía rectal (Figura 14). En el día 30, se puede observar la vesícula amniótica y el latido cardiaco. La ventaja del diagnóstico de gestación en el día 30, post-inseminación, radica en que se identifican a las vacas vacías cuando muchas de ellas se encuentran en el diestro temprano (del día 6 al 8 del ciclo); esto va a permitir sincronizarlas con técnicas convencionales, como la inyección de $PGF_2\alpha$, o se puede someter a la sincronización de la ovulación e inseminación a tiempo fijo (Hernández, 2012).

El diagnóstico de gestación también se puede realizar con equipos como el Doppler, que tiene amplitud profunda y se efectúa en tiempo real. Estudios realizados con ultrasonografía indican que con el uso de una sonda de frecuencia de 3.5 o 5 MHz (ultrasonido de modo B), la resolución de la imagen obtenida es concluyente para diagnosticar la gestación (Rivera y Quintal, 2011).

Figura 15. Equipo de ecografía con un transductor lineal transrectal de 7mhz dentro de un guante de palpación que contiene gel.

(Hernández, 2012).

Para el diagnóstico de gestación la ultrasonografía transrectal es más precisa de los 35 a 120 días, y su confiabilidad aumenta conforme avanza el tiempo de la gestación; sin embargo, los resultados dependerán de la habilidad y experiencia del operador. Las ventajas de esta técnica están relacionadas con menos tensión

nerviosa tanto para el animal como par el técnico. Las imágenes del fluido uterino, de placentomas y del feto son evidencias de gestación a partir de los 45 a 60 días de la concepción, con un 90% de precisión; si el diagnóstico se realiza entre los 35 a 100 días de gestación se puede determinar la edad del feto a través de las mediciones del cráneo (Rivera y Quintal, 2011).

En ciertos casos su utilidad puede ser limitada principalmente durante el último tercio de la gestación debido a los movimientos fetales (un útero demasiado lleno y colgado restringe la visualización del mismo). Una ventaja de su uso es que distingue la diferencia entre una gestación, una piometra, una hidrometra y momificaciones fetales (Rivera y Quintal, 2011).

2.6. Condiciones de los animales antes, durante y después del sacrificio.

Las condiciones higiénico – sanitarias antes del sacrificio del ganado bovino en el matadero son factores en primer orden a tomar en cuenta como sistema de control que determina su destino final. Para asegurar que los ejemplares cuyo destino es el rastro cumplan con todas las condiciones de higiene y salubridad, deben seguirse algunos pasos:

- Presentación del acta de inutilidad para la cría, en el caso de hembras destinadas a sacrificio.
- Ayuno y reposo en corrales adecuados, por un tiempo no menor a 6 horas, en el cual no deben ingerir alimento alguno, esto pues para garantizar:
  - Una mejor sangría.
  - Evitar vómitos durante el faenado.
  - Aumento del glucógeno muscular perdido por el estrés del transporte, para asegurar un nivel óptimo de ácido láctico, incrementando el tiempo de la vida comercial del producto final (Rayo y Gutiérrez, 2009).

2.6.1. Inspección ante *mortem*:

Todo animal destinado al sacrificio debe ser sometido a una inspección ante –morten, la cual tiene por objeto el seleccionar solo aquellos animales debidamente descansados y que no presenten síntomas algunos que hagan sospechar la presencia de enfermedades (Rayo y Gutiérrez, 2009).

Baño de los animales antes del proceso de sacrificio, con el uso de una ducha de presión, para evitar cualquier tipo de contaminación, lo cual favorece un mejor rendimiento de la sangría y tranquiliza al animal (Rayo y Gutiérrez, 2009).

2.6.2. Insensibilización y desangrado.

Los métodos utilizados para manejar, insensibilizar, sujetar y desangrar deben ser en general, sanitarios y humanos. Los corrales de recepción y los pasadizos deben de mantenerse limpios, para evitar que se ensucie el ganado. No deben hacer sobrepoblación de animales, para evitar caídas, golpes, contusiones y atascamientos en los pasadizos. Los corrales de recepción, trampas de retención y cajones de insensibilización, deben ser limpiados a fondo antes del inicio de las operaciones del día. El ganado debe ser bañado (Fig. 16) y dejarse escurrir antes de pasar por el cajón de insensibilización (Fig. 17). El área seca donde caen los animales insensibilizados (Fig. 18) debe de mantenerse limpia, no deben de desangrarse a los animales en esta área. Es conveniente desangrar a los animales inmediatamente después de que se lleve a cabo la insensibilización, para evitar la contaminación cruzada entre las canales, no deberá de insensibilizarse a varios animales a la vez (Cano y Julio, 2006).

Fig. 16 Bañado de ganado

(Ronquillo, 2009)

Fig. 17 Cajón de insensibilización

(Ronquillo, 2009)

Fig. 18 Animal insensibilizado

(Ronquillo, 2009)

El área de insensibilización y el área seca deben estar construidas de tal manera que si algún animal no queda totalmente inconsciente, este no tenga posibilidad de pasar al área de sacrificio; por lo anterior debe haber una cerca de aproximadamente un metro de alto construida de material inoxidable, alrededor del área seca, para evitar eventualidades (Cano y Julio, 2006).

Una vez aturdido el animal, se procede a realizar un desangrado lo más completo posible, en un lapso de 3 a 5 minutos. Elevando el animal sobre el de sangría, se realiza el degüello, introduciendo una cánula, a través del cual se drena la sangre, recogiéndola en una bolsa con anticoagulante, manipulándola lo menos posible, y de la manera más higiénica. Normalmente se recoge más del 50% de la sangre, para el procesamiento industrial (Rayo y Gutiérrez, 2009).

2.6.3. Remoción y desollado.

Esta actividad, será después de que el animal este totalmente desangrado. Para dar inicio al desollado de las cabezas, estas ya deben estar separadas en las canales o colocadas de tal manera que se evite la contaminación (Cano y Julio, 2006).

El desollado es un conjunto de operaciones que se efectúan en rieles aéreos, en forma seriada, mediante un movimiento continuo por acción de una cadena que traslada al animal, suspendido a lo largo de la sala de beneficio. Comienza con el descornado y desollado de la parte frontal de la cabeza, eliminando luego la piel de muslos, nalgas, vientre, verija, costillas y partes genitales. Luego se realiza una apertura a lo largo de la línea ventral para el desuello del tórax, brazo, antebrazo, pecho, espalda y paleta (Rayo y Gutiérrez, 2009).

En el desollado se requiere de mucha práctica y experiencia, para no dañar la calidad de la canal en su acabado final y evitar cortes o rasgaduras que disminuyan el valor comercial del cuero. Es muy importante que inmediatamente después del desollado se proceda a realizar la evisceración, para evitar riesgos de contaminación en la canal, por fuga de bacterias del tracto gastrointestinal (Rayo y Gutiérrez, 2009).

2.6.4. Evisceración.

Después de llevado acabo el desollado, se procede a abrir el pecho y el resto de la cavidad abdominal, para proceder a la extracción de las vísceras pélvicas, abdominales y torácicas. Todas estas operaciones y la evisceración requieren de gran destreza por parte del personal que la realiza, a los fines de garantizar la limpieza de la canal (Rayo y Gutiérrez, 2009).

2.6.5. División y lavado de la canal.

Luego de la evisceración, la canal es dividida a lo largo de su línea media dorsal en dos medias canales, que luego son inspeccionadas por un médico veterinario y luego son lavadas a presión, con abundante agua (Rayo y Gutiérrez, 2009).

2.6.6. Inspección veterinaria post – *morten*.

Se realiza simultáneamente a las labores de desollado y evisceración, comprende:

- Inspección a nivel de cabeza (Lengua y ganglios linfáticos), vísceras rojas (ganglios, parénquima hepático y pulmonar, corazón y riñones) y canal (ganglio linfático).
- Supervisión y control de cueros.
- Supervisión y control de vísceras blancas (Rayo y Gutiérrez, 2009).

2.6.7. Clasificación e identificación de las canales.

Es realizada por personal capacitado y médicos veterinarios tomando en cuenta factores como: edad, sexo y peso de la canal en frío. Las canales aprobadas para el consumo humano directo son clasificadas bajo las siguientes categorías de acuerdo con Rayo y Gutiérrez (2009).

- ✓ Categoría A: optan por esta clasificación todos aquellos bovinos machos, menores a tres años y con peso en canal frío no menor de 230kg., las cuales deben tener una excelente conformación cárnica y cobertura de grasa. Se identifican con un círculo de color morado.
- ✓ Categoría B: Bovinos hembras y machos de hasta 5 años, con un peso en canal frío no menor a 180kg. Los animales pertenecientes a esta categoría son sellados con un triángulo de color amarillo.
- ✓ Categoría C: Bovinos hembras y machos, sin límites de edad, con un peso en canal frío mayor de 130kg., buena conformación cárnica y óptimas

condiciones higiénico – sanitarias. Son identificados con un cuadrado de color azul (Rayo y Gutiérrez, 2009).

Existe además, otra categoría llamada INDUSTRIAL, la cual se asigna a canales provenientes de animales machos o hembras, sin límite de edad y con un peso inferior a los 130kg., por esta razón estas canales NO deben ir al consumo directo, sino que son destinadas a la fabricación de embutidos (Rayo y Gutiérrez, 2009).

2.6.7.1. Rendimiento.

Tomando en cuenta las canales de manera integral, estas se dividen en carne, huesos y grasa, los cuales arrojan aproximadamente el siguiente rendimiento:

Cuadro 8. Rendimiento de la canal de bovino.

Partes de la Canal	Peso Kg.	Rendimiento
Carne	205	79%
Hueso	31	12%
Grasa	23	9%
Total	259	100%

(Rayo y Gutiérrez, 2009).

En el ganado bovino el rendimiento en calidad, representado por los cortes a nivel de minoristas, varían en función de la región del cuerpo, así:

Las carnes de primera calidad se localizan en el dorso, cuarto posterior y pierna. Las de segunda calidad corresponden al cuarto inferior y se localizan en el brazo. Las de tercera calidad incluyen las zonas restantes (Rayo y Gutiérrez, 2009).

2.6.8. Subproductos del sacrificio de bovinos.

Adicionalmente a la carne comercializada por canales en el proceso de beneficio se obtienen diversos productos, que complementan la comercialización del

ganado bovino y se clasifican en comestibles y no comestibles (Rayo y Gutiérrez, 2009).

- **Comestibles:** vísceras rojas, corazón, pulmón, hígado, bazo y riñones, vísceras blancas: incluyen panza, bonete, librillo, cuajar, intestino delgado e intestino grueso. Patas, sesos, rabo, lengua, cabeza, órganos genitales. Otros restos cárnicos: esófago y músculo subcutáneo, empleados en la fabricación de embutidos (Rayo y Gutiérrez, 2009).
- **No comestibles:** cueros; es el sub-producto de mayor valor. Se ejerce estricto control de calidad en su procesamiento para evitar cortes y rasgaduras que pudieran disminuir su valor comercial. Es enviado a las tenerías (Rayo y Gutiérrez, 2009).
- **Sangre:** es refrigerada y sometida a un proceso de centrifugación para separar la hemoglobina del plasma sanguíneo y someterlos a tratamientos térmicos mediante los cuales son desecados, y respectivamente empleados en la fabricación de alimentos como; concentrados para animales y embutidos. Además por ser fuente incalculable de proteínas, la hemoglobina y el plasma sanguíneo son utilizados por la formulación de productos en la industria farmacéutica (Rayo y Gutiérrez, 2009).
- **Cuernos y cascos:** de ellos se obtiene la denominada cacharían, producto rico en nitrógeno no proteico, empleado en la industria de los fertilizantes (Rayo y Gutiérrez, 2009).
- **Sebo:** es la grasa bruta obtenida en la extracción y limpieza de vísceras. Se utiliza en la formulación y fabricación de alimentos concentrados para animales (Rayo y Gutiérrez, 2009).
- **Huesos y restos de carne:** son sometidos a un complejo proceso que los transforma en harina de grano muy fina, la cual es utilizada en la fabricación de alimentos concentrados para animales (Rayo y Gutiérrez, 2009).

2.7. Normatividad para el sacrificio de bovinos.

Los rastros constituyen un servicio público el cual tiene como objetivo principal; proporcionar instalaciones adecuadas, para que se realicen sacrificios de animales mediante los procedimientos más convenientes para el consumo de la población. No existe control con relación al tipo de animales que son destinados a sacrificio, en los que se pueden encontrar animales de descarte, animales jóvenes con características que los hacen aptos para la reproducción e incluso vacas gestantes.

En cuanto al sacrificio humanitario de los animales existen normas las cuales hablan del sacrificio humanitario (NOM-033-ZOO-1995 y NOM-009-ZOO-1995), así como también Leyes que rigen cual debe ser el trato y tiempo que debe tener el animal antes de ser sacrificado, e incluso reglamentos interinos en los rastros los cuales se deben de cumplir, más sin embargo en algunos de ellos no los cumplen.

En el estado de Michoacán existe una normatividad denominada "Ley de Ganadería del Estado de Michoacán de Ocampo" con la Última Reforma Publicada el 6 de Agosto del 2010. En dicha ley mencionan en la cuarta sección, del tomo CXLIX, titulo cuarto, número 69, capitulo único referente al sacrificio del ganado.

A continuación se mencionan algunos artículos que hacen referencia a lo comentado:

Artículo 51.- Sólo podrá hacerse sacrificio del ganado en lugares debidamente acondicionados y legalmente autorizados, siendo indispensables la comprobación de la propiedad y el buen estado de salud de los animales que vayan a ser sacrificados y el cumplimiento de la normatividad aplicable, incluyendo disposiciones de sacrificio humanitario, disposición y tratamiento de residuos y otras aplicables.

Artículo 53.- En todo rastro habrá un administrador o encargado, que será nombrado por la autoridad municipal de la jurisdicción, quien podrá tomar en cuenta la terna propuesta por la Asociación Ganadera Local respectiva.

En poblaciones donde no se cuente con un rastro, la autoridad municipal habilitará un sitio para el sacrificio y podrá designar a un miembro de la Asociación Ganadera Local correspondiente, quien con el carácter de honorario vigilará el cumplimiento de los requisitos que establece la presente ley.

En ambos casos deberán cumplirse los requisitos señalados en la **NOM-033-ZOO-1995** (Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres) y la **NOM-009-ZOO-1995** (Proceso sanitario de la carne), así como los lineamientos en la materia, establecidos en la legislación estatal correspondiente.

Artículo 58.- La revisión del ganado que será sacrificado, se hará personalmente por los administradores o encargados de rastros en el momento inmediato anterior al sacrificio, certificando la propiedad de los animales, de acuerdo con los documentos tenidos a la vista, así como la ausencia aparente de parásitos, enfermedades infecciosas y los certificados sanitarios correspondientes.

Artículo 59.- Cuando exista la necesidad de sacrificar ganado mayor para la subsistencia de los vaqueros o cuando las condiciones de pastoreo exijan a causa de sequías, se podrá hacer por disposición del dueño del rancho o de su representante autorizado. Deberán conservarse las orejas del animal adheridas a la piel hasta que sean revisadas por la autoridad correspondiente.

Artículo 60.- Cuando los animales sean broncos o por cualquier otra circunstancia haya necesidad de sacrificarlos en el campo, por emergencia, fracturas irreductibles, siempre y cuando no padezcan una enfermedad infectocontagiosa de peligro para la especie humana o para la ganadería, deberá previamente recabarse permiso por escrito de la autoridad municipal y consumado el sacrificio se presentarán a la propia autoridad las orejas y las pieles de los animales sacrificados.

Por otro lado, de acuerdo a lo establecido en la Ley de Salud del Estado de Michoacán de Ocampo, en cuanto a Rastros y Mataderos, Capítulo VI, se cita lo referente al sacrificio de animales:

Artículo 82. La vigilancia del funcionamiento, aseo y conservación de los rastros municipales y unidades de sacrificio o matadero, concesionados o no, quedarán a cargo de la autoridad municipal competente; en ambos casos, quedan sujetos a lo dispuesto por esta Ley, el reglamento respectivo y demás normatividad aplicable. Queda prohibido el funcionamiento de establecimientos, que no cumplan con los requisitos mínimos sanitarios establecidos en el Reglamento de Ingeniería Sanitaria de (sic) y demás normatividad aplicable.

Artículo 83. Los animales deberán ser examinados en pie y en canal por los médicos veterinarios zootecnistas, conforme a las normas oficiales mexicanas correspondientes; este personal, bajo su responsabilidad, indicará qué carne y sus productos pueden destinarse al consumo humano; o bien, si el caso lo requiere, darle otro destino conforme a la legislación correspondiente. Lo anterior, estará sujeto a vigilancia por parte de la Secretaría.

Artículo 84. Queda prohibido el sacrificio de animales en domicilios particulares o en la vía pública.

Artículo 85. El sacrificio de los animales, estará sujeto a los métodos y técnicas señaladas en la Ley de Protección a los Animales del Estado de Michoacán y demás normatividad aplicable. La Secretaría, establecerá las especificaciones sanitarias que deben cumplir los rastros y mataderos.

Artículo 86. El sacrificio de animales en los rastros y unidades de sacrificio o mataderos, se efectuará en los días y horas que fijen las autoridades municipales.

Artículo 87. Cuando se sospeche o detecte la presencia de alguna enfermedad transmisible o sustancias tóxicas que contaminen la carne o sus productos, será obligación de los médicos veterinarios zootecnistas dar aviso inmediato a la

autoridad correspondiente, estableciendo las medidas de control respectivas y no podrá destinarse para consumo humano.

En el Reglamento del Rastro municipal de Ecuandureo, Michoacán. Publicado el 12 de julio del 2013 menciona en su **Artículo 17** que:

Corresponde al coordinador del rastro; Impedir el sacrificio de vacas gestantes próximas al parto, salvo que por razones médico - veterinarias o salud sean necesarias. Este mismo apartado lo contienen los reglamentos municipales de Jilotlán de los Dolores Jalisco, vigente del (2012 – 2015) y el de Poza Rica Veracruz (vigente desde el 4 de octubre del 2013) en sus artículos 20 y 7, respectivamente.

La ley de protección a los animales del estado de Michoacán menciona lo siguiente en cuanto al sacrificio de los animales:

Artículo 24. Los animales destinados al sacrificio deberán tener un periodo de descanso en los corrales del rastro de un mínimo de 12 horas, durante el cual deberán recibir agua suficiente, salvo los animales lactantes y los de la localidad que podrán sacrificarse inmediatamente.

Artículo 25. Antes de proceder al sacrificio de los animales deberán ser insensibilizados mediante las técnicas siguientes: anestesia con bióxido de carbono, anestesia por vía parenteral, pistolas de émbolo oculto o cautivo.

A pesar de que la normatividad nacional no impide el sacrificio de vacas gestantes, estas son sacrificadas, más sin embargo las pérdidas económicas por el sacrificio de vacas gestantes es elevado.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del área de estudio.

El presente estudio se realizó en el rastro Municipal de Apatzingán Michoacán, ubicado en las coordenadas 19º05´ de latitud norte y 102º21´ de longitud oeste, con una altura de 300 msnm. El lugar tiene una precipitación pluvial anual de 924 mm y temperaturas que oscilan de 8 a 39.8°C. Su clima es tropical con lluvias en verano y seco estepario en el centro del municipio.

3.2 Criterios de inclusión de animales.

Se examinaron un total de 500 vacas cruza *Bos Taurus x Bos Indicus* en diferente proporción, las cuales ingresaron al rastro del 8 de octubre del 2014 al 17 de enero del 2015, los días miércoles, viernes y sábado. Todas mostraban una edad ≥ 24 meses, determinada a través de la dentadura. Después del sacrificio de cada una de las vacas, se extrajeron las vísceras, se recolectó el aparato genital femenino completo, y se identificó para su evaluación posterior.

3.3 Estado reproductivo.

El aparato reproductor fue identificado como grávido por observación visual, especialmente en gestaciones de edad avanzada. Cuando la observación visual no era suficiente, el útero se extendió y se realizó una incisión en cada cuerno uterino a lo largo de su superficie dorsal, desde la unión útero - tubárica hasta la bifurcación del cuerpo del útero para exponer el lumen y examinar si existía la presencia o no de gestación de acuerdo a la metodología de Erales, *et al*., (2008). Se consideró a una vaca vacía cuando no se observó el embrión o feto en ninguno de los cuernos uterinos y gestante cuando se encontró un embrión o feto dentro del utero.

El porcentaje de vacas gestantes se obtuvo mediante la siguiente formula:

$$P=d/n$$

Donde

P = prevalencia,

d = número de vacas que resultaron gestantes

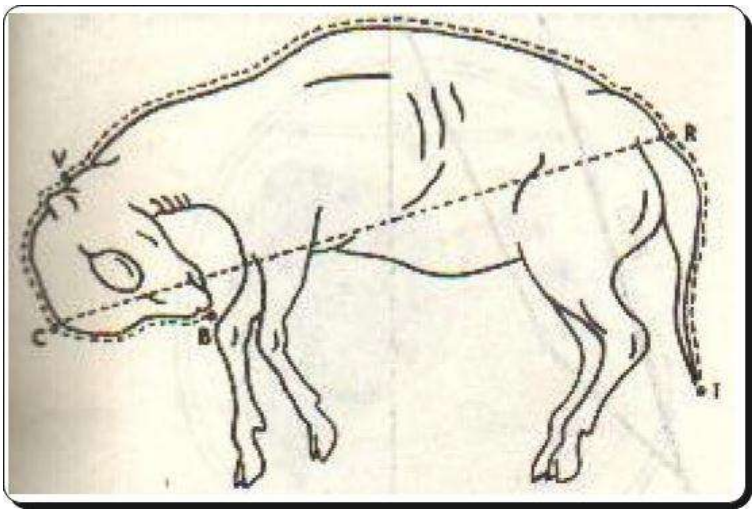
n= número de individuos de una población en un tiempo y momento dado.

3.4 Tiempo de gestación.

Para determinar el tiempo de gestación se utilizó la siguiente formula:

$$X = 2.5 (Y + 21)$$

En donde ´´X´´ es el número de días de gestación; y ´´Y´´ es el largo del occipito sacral (distancia entre C-R).



3.5 Cuerno uterino grávido y determinación del sexo.

Cuando el útero fue considerado como grávido, se registró el cuerno en el que se encontraba el producto de todas las vacas que tenían ≥ 25 días de gestación que es el tiempo en el cual se lleva a cabo la implantación (Gasque, 2008).

Posteriormente se procedió a identificar el sexo de la crías. En los conceptos que no se pudo diferenciar el sexo (< 26 días de gestación) debido al poco tiempo de gestación fueron considerados como embriones de acuerdo con Galina y Valencia (2010).

3.6. Estimación pérdidas económicas.

Para estimar las pérdidas económicas, se consideraron los precios actuales existentes en el mercado en la región de Apatzingán (cuadro 9).

Cuadro 9. Precios existentes del mercado en la región de Apatzingán.

CONCEPTO	VALOR	FUENTE
Leche (litro)	$ 8 pesos M.N.	Ramírez, 2015
Becerro en pie (kg)	$ 42 pesos M.N	SNIIM, 2015
Vaca de desecho (cabeza)	$8000 pesos M.N.	Ramírez, 2015
Producción de leche diaria/vaca	6 litros	Sánchez y Sánchez, 2005
Ternero recién nacido (cabeza)	$1 500 pesos M.N.	Ramírez, 2015
Peso promedio de becerros finalizados (cabeza)	350 kg	SNIIM, 2015

Las fórmulas utilizadas fueron las siguientes:

1. Perdidas por crías por vacas

PCV= Ctn * Vt

En donde:

PCV= pérdidas por crías por vacas

Ctn= cantidad de terneros nacidos

Vt= valor del ternero

2. Pérdidas en la producción de leche (PPL):

PPL= N * Lt días * Dl * Cp

En donde:

N= Número de vacas.

Lt= Litros de leche por día.

Dl= Duración de la lactación (260 dias).

Cp= Costo del producto.

3. Perdidas por engorde

PPE= N * Vn

En donde:

PPE= pérdida por engorde

N= número de animales

Vn= valor del novillo

4. Perdidas por descarte de hembra

PDH= N * Vd

En donde:

PDH= pérdida por descarte de hembra

N= número de animales

Vd= valor de la hembra

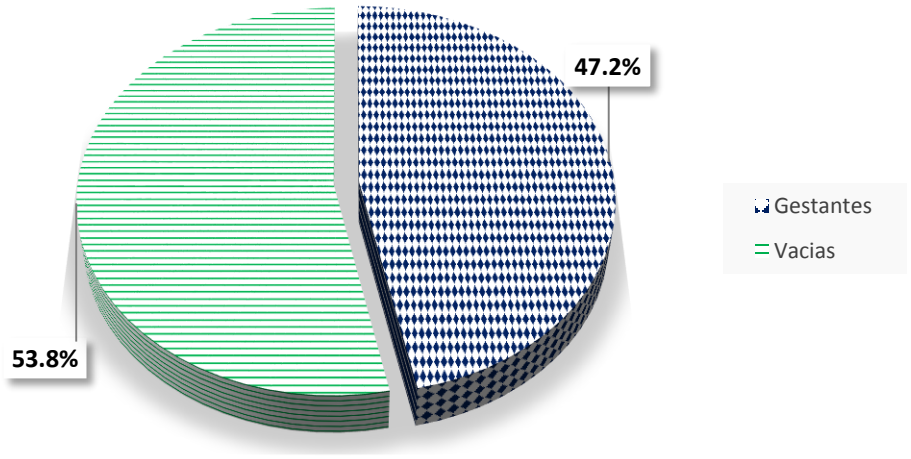
Análisis de la información:

Los resultados obtenidos fueron procesados para obtener estadística descriptiva en las variables consideradas en el estudio.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Porcentaje de gestación.

El porcentaje de gestación encontrado en los animales sacrificados (500) en el rastro municipal se muestra en la gráfica 2. Se observa que se encontraron 236 vacas gestantes.

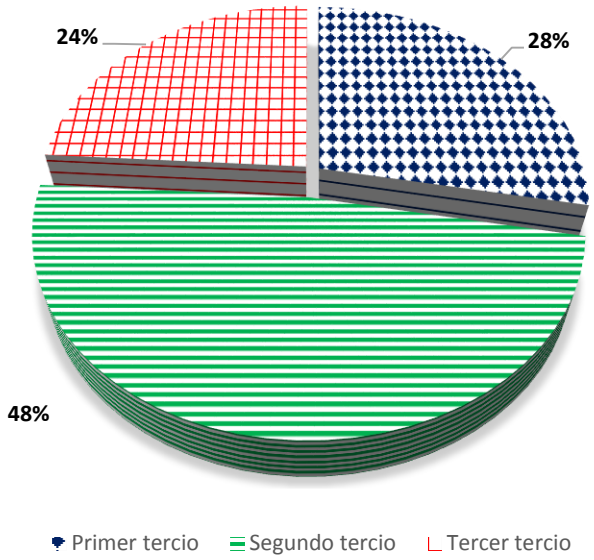


Grafica 2. Porcentaje del estado reproductivo de las vacas sacrificadas en el rastro municipal de Apatzingán.

Esta cantidad de vacas que resultaron gestantes es una cantidad alta, tomando en cuenta que se evitó la producción de 236 crías del total (500) de las vacas que se sacrificaron. En un estudio realizado en el estado de Guerrero por Vázquez (1993), se encontraron porcentajes similares (53.6% de gestantes vs 46.4%; vacías) a los obtenidos en el presente estudio. De acuerdo con el elevado número de vacas gestantes que fueron sacrificadas durante el periodo evaluado, es evidente que en la región de Apatzingán Michoacán no se tiene la cultura de realizar diagnósticos de gestación en sus hatos de producción, antes de vender o enviar las vacas a rastro, o se venden sabiendo que están gestantes por factores sociales y/o económicos (Jiménez, 2004).

4.2. Edad de la gestación.

En cuanto al tiempo de gestación de las 236 vacas gestantes que fueron sacrificadas, 66 animales (28%) se encontraban en el primer tercio de gestación, 114 (48%) estaban en el segundo tercio, y 56 (24%) en el último tercio de gestación (Gráfica 3).



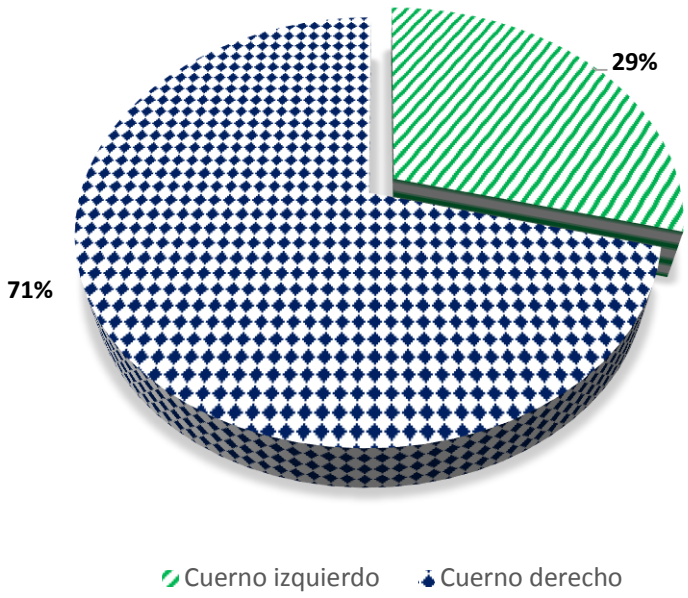
Gráfica 3. Distribución porcentual del tiempo de gestación de las vacas sacrificadas.

El menor porcentaje de vacas sacrificadas en el último tercio de la gestación observado en este muestreo, quizá se puede deber a que la gestación se puede identificar más fácilmente a simple vista por el productor, observando los cambios morfológicos de proximidad de parto y es por esa razón decide no enviarlas a sacrificio. El mayor porcentaje de vacas que fueron sacrificadas en el segundo tercio de la gestación, es posible que sea debido a que no se presentan cambios morfológicos inminentes de gestación para sugerir la permanencia de la vaca dentro de la explotación. Otra posible causa puede que al no llevar registros reproductivos se olvida y/o desconoce la fecha en la que la vaca fue observada en celo y montada o inseminada.

En un trabajo realizado en el estado de Guerrero por Vázquez en 1993, el 41.8% se encontraban en el primer tercio de gestación, 39.5% en el segundo tercio de gestación y 18.7% en el último tercio. Los resultados de Guerrero (1993), coinciden con los de la presente investigación en que en ambos estudios el porcentaje de gestación fue menor en el tercer tercio, respecto al segundo y primer tercio de gestación. De manera similar al presente estudio, Erales *et al*. (2008), reportaron un mayor porcentaje de vacas gestantes en el segundo tercio (60%), respecto a las del primero y tercero (30 y 10%; respectivamente).

4.3. Cuerno uterino gestante.

En la gráfica 4 se muestra la proporción de gestaciones desarrolladas en el cuerno uterino izquierdo fue de 29% (n=69) y de 71% en el derecho (n=167).



Gráfica 4. Distribución porcentual, según el cuerno uterino gestante.

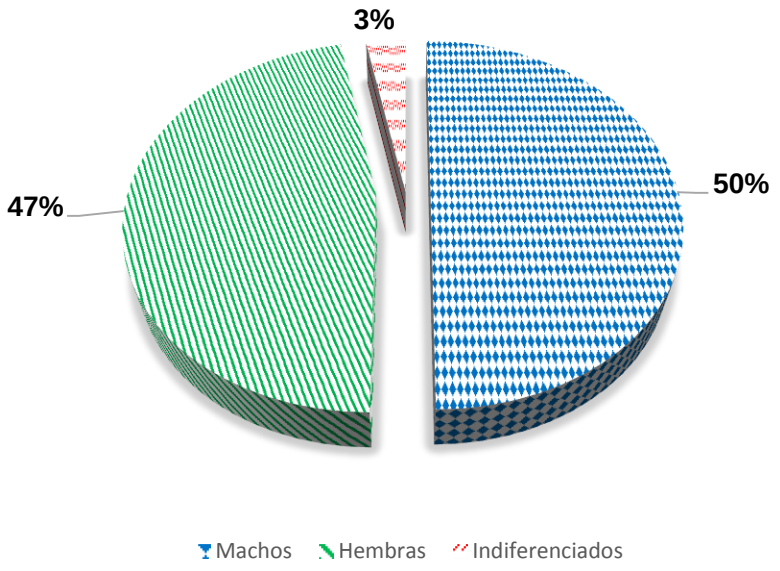
Varios autores (Hafez y Hafez, 2002, Galina y Valencia, 2010, Camargo, 2011 y Gonzalez *et al.*, 2014) consideran que en las vacas el ovario derecho no solo es

de mayor tamaño, sino que además es más activo que el izquierdo, esto respalda los resultados obtenidos de encontrar mayor porcentaje de gestaciones en el cuerno uterino derecho, ya que en este ovario se presenta un mayor número (60%) de ovulaciones (Hafez y Hafez, 2002), en especial si se tiene en cuenta que en bovinos el embrión se ubica en el cuerno ipsilateral al ovario que contiene el CL (Gereš *et. al*., 2011).

En la investigación en curso, el porcentaje de gestaciones desarrolladas en el cuerno uterino derecho fueron mayores respecto a las del cuerno izquierdo. Similarmente Vázquez (1993) encontró un mayor número de gestaciones en el cuerno derecho vs izquierdo (55.8 vs 44.2%; respectivamente). Sin embargo, en la presente investigación el porcentaje de gestación en el cuerno uterino derecho obtuvo un valor porcentual mayor (71%) a lo reportado por Vázquez (1993).

4.4 Sexo del feto.

En la gráfica 5 se muestra, el porcentaje de fetos machos (n=118), fetos hembras (n=110) e indiferenciados (n=8) encontrados en las vacas gestantes.



Gráfica 5. Distribución porcentual, según el sexo del feto.

Los porcentajes similares observados de fetos machos y hembras en el Rastro Municipal de Apatzingán, coinciden con la probabilidad esperada de acuerdo con lo mencionado por Galina y Valencia (2010), quienes haciendo referencia al sexo cromosómico indican que existen la misma probabilidad que sea fecundado un ovulo (el cual contiene un cromosoma X) por una cantidad similar de espermatozoides portadores la mitad de ellos de un cromosoma sexual X y la otra mitad cromosoma sexual Y. En el primer caso el complemento cromosómico sería XX, lo que originaría una hembra, y en el segundo caso daría como resultado un macho con la fórmula cromosómica XY.

Por otro lado, y desde el punto de vista productivo, el desecho de vacas gestantes con productos hembras provoca la pérdida de reemplazos, ya que por cada feto hembra, repercute en la falta de vientres para reemplazo en la unidad de producción y cada feto macho repercutirá en la falta de toretes para abasto de carne en el mercado.

Las proporciones de sexos encontradas en el actual estudio coinciden con las tres investigaciones previas reportadas (Vázquez, 1993; Centeno y Marenco, 2007; Rayo y Gutiérrez, 2009). Por otra parte Vázquez (1993), muestra que de las 466 vacas que se observaron gestantes, 46.3% eran fetos machos, 53.7% fetos hembras y 4% embriones (indiferenciados). De igual manera, Centeno y Marenco (2007) reportan que de las 2 131 vacas que fueron sacrificadas gestantes, 49% fueron hembras y 51% machos. Similarmente, Rayo y Gutiérrez (2009) en su investigación mencionan que las 3 141 vacas gestantes, 52% fueron hembras y 48% machos.

4.5 Resultados de pérdidas económicas.

Al evaluar las pérdidas económicas, dejaron de nacer 236 animales (Cuadro 10) por el sacrificio de las vacas que ingresaron al rastro. Además, se dejó de percibir la cantidad de $12 480 pesos por animal por concepto de la leche de estas mismas vacas que no se ordeñaron.

Si las 118 crías machos (que se evitó su nacimiento por interrupción de la gestación) se hubiesen vendido al final de la engorda se obtendría la cantidad de $14, 700 pesos por cada uno de ellos.

Si la hembras (110) hubiesen nacido, planificando la incorporación a la reproducción a los 2 años, se deja de percibir la misma cantidad en pesos por animal que la señalada por concepto de leche de las vacas gestantes sacrificadas. Las mismas crías hembras (no nacidas) al desecharse, en su conjunto, suman una buena cantidad (cuadro 10).

Finalmente, si las crías que no nacieron se hubieran dejado para reproducirse, considerando la vida útil de cada una de ellas en cuatro partos, se hubiesen percibido otra suma considerable (cuadro 9) por nacimientos.

Existen algunos estudios que han estimado las pérdidas económicas por sacrificio de vacas gestantes en rastros de Guadalajara y Nicaragua, respectivamente (Jiménez, 2004, Sosa y Pérez, 2007); reportando perdidas diferentes a las estimadas en la investigación en curso. Estas discrepancias observadas en las pérdidas económicas son debidas principalmente a los precios diferentes de litro de leche y kilogramo de carne y la variada producción de leche por vaca en los estudios referidos.

Por mencionar un ejemplo, en estudios similares, Jiménez (2004) reporta que por cada becerro que dejó de nacer (por envío de vacas gestantes a rastro) una vez finalizado con 400 kg de PV y con un precio a la venta en pie de $14.50/kg de PV se dejó de percibir la cantidad de $5800 por cada becerro. Sin embargo en el presente estudio por cada macho que hubiera nacido y finalizado se obtendría una cantidad mayor.

Los resultados referentes a las pérdidas económicas se presentan en el cuadro 10.

Cuadro 10. Pérdidas económicas por sacrificio de las vacas gestantes del rastro municipal de Apatzingán.

Descripción	Cantidad	Concepto que se dejó de vender	Lucro cesante $
Vacas gestantes sacrificadas	236	Crías no nacidas	354, 000
		Leche	2, 945 280
Crías totales (n=236)			
Crías machos	118	Toretes de engorda	1, 734 600
Crías hembras	110	Leche	1, 372 800
		Desecho	880 000
	440	Nacimientos	660 000
Total			**7, 946 680**

La estimación del lucro cesante se realizó de acuerdo a los criterios señalados en el cuadro 9.

5. CONCLUSIÓN.

Con base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede concluir que:

1. De las vacas que se sacrifican el rastro municipal de Apatzingán, casi la mitad de ellas están gestantes (47%).

2. De las vacas gestantes que se sacrificaron, el mayor porcentaje se encontraba en el segundo tercio (48%) y el resto se distribuyeron en el primer tercio y tercer tercio. La mayoría de las gestaciones se encontraron en el cuerno derecho (71%) y la relación macho: hembra fue similar.

3. Las pérdidas económicas por envió de vacas gestantes a rastro es de $7, 946 680 pesos y la disminución del hato estatal en 236 animales.

5.1 Recomendaciones

1. Revisión y actualización de la ley ganadera del estado de Michoacán, donde se prohíba el sacrifico de vacas gestantes en cualquier rastro municipal del estado de Michoacán.
2. Al rastro municipal o rastros municipales en general, se les recomienda realizar un diagnóstico de gestación a las vacas, horas antes del sacrificio.
   a) En caso de que alguna vaca resultara gestante en el último tercio de la gestación, se evitara su sacrificio.
3. Crear conciencia a los productores del estado de Michoacán, para que de esta manera se vea en la necesidad de realizar los diagnósticos reproductivos así como la elaboración de sus registros para evitar de que vacas gestantes sean enviadas a rastro.

6. LITERATURA CITADA.

1. Albarrán I. E. **1990**. Reproducción Animal. Ediciones ENPES.
2. Barker D. J. P. *et al.* **1993**. Growth in utero and serum cholesterol concentration in adult life. British Medical Journal 307:1524-1527.
3. Bartolomé J. A. **2009.** Endocrinología y Fisiología de la Gestación y el Parto en el Bovino. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Pampa, Argentina. Tandil, provincia de Buenos Aires.
4. Bavera G. A. **2000**. Curso de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC.
5. Bearden J. H., Fuquay J. **1982**. Reproducción Animal Aplicada. 2ª edición. El Manual Moderno. México, DF.
6. Biehl M. V. **2011**. Manejo Nutricional para la Maximización de Eficiencia Reproductiva en Hembras Bovinas. Pág. 335-364, 2011. VII Simposio Pecuario Internacional. Symposium of Beff Cattle. LAVRAS-MG, Brasil.
7. Camargo R. T. **2011**. Diagnóstico de gestación por palpación rectal en bovinos. Memoria de capacitación. SAGARPA. Fundación PRODUCE SINALOA.
8. Canabal N. C. A. **2006**. Descripción de las Preñeces en Bovinos. Córdoba, Colombia. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar
9. Cano C. J. P., Julio M. M. **2006**. Manual de Inspección del MVZ ¨Curso Teórico – Práctico para la capacitación de Médicos Veterinarios Responsables de Establecimientos Destinados al Sacrificio de los Animales.
10. Centeno V. A., Marenco A. E. G. **2007**. Estudio Descriptivo de Hembras Bovinas Gestantes Sacrificadas en el Matadero Central S.A. ¨MACESA¨, Juigalpa, Nicaragua. Tesis Profesional. Universidad Nacional Agraria (UNA) Facultad de Ciencia Animal (FACA) Departamento de Veterinaria.
11. Chávez G. O. J. **2005**. Evaluación Reproductiva de las Hembras Bovinas Sacrificadas.
12. Cole. H. H. y Cupps P. T. **1984**. Reproducción de los Animales Domésticos. 3era Edicion. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Pp.537.

13. Erales V. J. A., Ortega P. A., Rodríguez B. J. C., Segura C. J. C., **2008**. Estado y Alteraciones del Aparato Reproductor de Vacas Sacrificadas en el Rastro de UMÁN, Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán.
14. Fernández S. M. **2008**. El ciclo estral de la vaca. Diagnóstico Fotográfico. SERVET. Zaragoza, España.
15. Galina C., Valencia J. **2010**. Reproducción de Animales Domésticos. 3ª edición. LIMUSA. México, DF.
16. Gasque G. R. **2008**. Enciclopedia bovina. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Primera edicion. México, DF.
17. Gereš I. D., *et al*. **2011**. Asymmetrical functional activities of ovaries and tubular part of reproductive organs of dairy cows. Veterinarski Arhiv. 2011;81 (2):187-98.
18. Godfrey K.M., Barker D.J.P. **2000**. Fetal Nutrition and Adult Disease. American Journal of Clinical Nutrition. 71:1344S-1352S.
19. González T. M., Pastrana P. N., Barón P. F., Vertel M. M. **2014**. Frecuencia de presentación de gestación con relación al cuerno uterino en bovinos del trópico colombiano. Rev. Med. Vet. NO.28
20. Gordon I. **1996**. Reproducción Controlada del Ganado Vacuno y Búfalos. 2da Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
21. Gordon I. **2006**. Tecnología de la Reproducción de los Animales de Granja. 2da Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
22. Granjas S., Cerquera G. J., Fernández B. O. **2012.** Factores Nutricionales que Interfieren en el Desempeño Reproductivo de la Hembra Bovina. Universidad Estadual Paulista, Maestría en Producción Animal. Jaboticabal, Sao Paulo, Brasil. Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá, Colombia.
23. Hafez E.S.E. y Hafez B. **2002**. Reproducción é Inseminación Artificial en Animales Domésticos. 7ma. Edición. Editorial Mc Graw Hill. México, DF.

24. Hernández C. J. **2012.** Fisiología Clínica de la Reproducción de Bovinos Lecheros. Primera edición. México, D.F.
25. Jiménez G. M. A. **2004**. Importancia Económica de las Vacas Gestantes Sacrificadas en el Rastro Municipal de Tepic, Nayarit. Tesis Profesional. F.M.V.Z. Universidad Autónoma de Nayarit.
26. Larson D. M., Martin, J. L., Adams, D. C., y Funston, R. N. **2009**. Winter Grazing System and Supplementation During Late Gestation Influence Performance of Beef Cows and Steer Progeny. Journal of Animal Science 87:1147–1155.
27. Loeza D. D. **2012**. Manual de Diagnóstico de gestación en Hembras Bovinas a Través de Palpación Transrectal y Ultrasonografía. Tesis Profesional. Universidad Veracruzana. Veracruz, Ver.
28. López G. R. S. **2011**. Ultrasonografía Aplicada a la Reproducción Bovina. Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Tesis Profesional. Cuenca – Ecuador.
29. Noakes D. E. **1997**. Fertilidad y Obstetricia del Ganado Vacuno. 2da Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
30. Pieterse M. C. **1999**. El Ultrasonido en la Reproducción Bovina; Aplicaciones en Diagnóstico y Tratamiento.
31. Ramírez R. R. **2015**. Entrevista de Progan Productivo, 2014. Bovinos para la producción de carne y doble propósito. La Huacana, Michoacán.
32. Rayo H. C. J., Gutiérrez R. Y. A. **2009**. Prevalencia de Vacas Gestadas Sacrificadas en el Matadero PROINCASA Tipitapa, Managua en el Periodo de Diciembre 2008 a Junio 2009. Tesis Profesional. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal. Departamento de Veterinaria.
33. Reglamento del Rastro Municipal de Ecuandureo, Michoacán. H. Ayuntamiento Constitucional de Ecuandureo, Michoacán. Sesión número 11 del honorable ayuntamiento de Ecuandureo, Mich., décima primera ordinaria año **2013**. Pag.4

34. Reglamento del Rastro Municipal de Jilotlán de los Dolores, Jalisco. Acuerdo del pleno del H. Ayuntamiento Constitucional del Municipio de Jilotlán de los Dolores Jalisco. Vigente del **2012 – 2015**. Pag.5
35. Reglamento del Rastro Municipal de Poza Rica de Hidalgo, Veracruz. (México). H. Ayuntamiento Constitucional de Poza Rica Veracruz. 4 de Octubre del **2013**. Pag.5
36. Rennó F.P., Barletta, R. V., Freitas, J. E., Gandra, J. R., Verducio, L. C., Bettero, V. P., Mingoti, R. D., Calomeni, G. D., y Gardinal, R. **2011**. Calificación de la Condición Corporal y su Relación con la Productividad, Salud y Bienestar de Vacas en Lactación. Págs. 335-370. III Simposio Internacional de Bovinocultura, VIÇOSA-MG, 2011. Brasil.
37. Rhind, S.M. **2004**. Effects of maternal nutrition on fetal and neonatal reproductive development and function. Animal Reproduction Science 83: 169–181.
38. Rivera M. J. A., Quintal F. J. A. **2011**. Selección y Manejo Reproductivo de la Hembra Bovina Productora de Carne y de Doble Propósito en Pastoreo. Manual de Capacitación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Microbiología Animal. Cuajimalpa, D.F.
39. Robles C. T. **2009**. Diagnóstico de Gestación por Palpación Rectal en Bovinos. Fundación Produce. Sinaloa, México.
40. Roche J. R., Friggens N. C., Kay, J. K., Fisher M. V., Stafford, K. J., y Berry, D. P. **2009**. Invited Review: Body Condition Score and its Association With Dairy Cow Productivity, Health, and Welfare. Journal of Dairy Science 92:5769-5801.
41. Ronquillo P. J. E. **2009**. Manual de Buenas Practicas de Manejo en Rastros TIF en Ganado Bovino. Trabajo Recepcional en la modalidad de Trabajo Práctico Educativo. Universidad Veracruzana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

42. SAGARPA. 2014. Michoacán. 22 de Marzo del 2014. Disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Paginas/Inicio.aspx
43. Sánchez R. G., Sánchez V. A. **2005**. La ganadería bovina del estado de michoacán. Sistema de inteligencia de mercados. Primera edición.
44. Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM). Secretaria de Economía. 05 de Febrero de **2015**. http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/
45. Sosa J. M. A., Pérez A. A. S. **2007.** Estudio descriptivo de hembras bovinas gestantes sacrificadas en el matadero nuevo CARNIC, Managua, Nicaragua. Tesis profesional. Universidad Nacional Agraria. Facultad de ciencia animal. Departamento de veterinaria. Managua, Nicaragua.
46. Stalker L. A., Adams, D. C., Klopfenstein V., Feuz D. M., y Funston, R. N. **2006**. Effects of Pre- and Postpartum Nutrition on Reproduction in Spring Calving Cows and Calf Feedlot Performance. Journal of Animal Science 84:2582 - 2589.
47. Stephani S. J., Costa A. E., Quintela, L. A., Becerra, J. J., Cainzos, J., Rivas, A. F., Prieto A., y Herradón, P. G. **2010.** Incidencia de Alteraciones en el Aparato Reproductor de Vacas Sacrificadas en un Matadero Comercial de la Provincia de Lugo (Noroeste de España). Departamento de Patología Animal. Facultada de Veterinaria de Lugo. Campus Universitario.
48. Vazquez, M. M. **1993.** Determinacion del estado reproductivo del ganado bovino sacrificado en tres rastros municipales del estado de Gerrero. *Vet. Mex., 24 (2)*.
49. Wu, G., Bazer, F. W., Wallace, J. M., Spencer, T. E. **2006**. Board invited review. Intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences Journal of Animal Science 84:2316-2337.