



UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**PARAMETROS REPRODUCTIVOS DE BOVINOS
EN REGIONES TROPICALES DE MÉXICO**

MONOGRAFÍA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

ANDRÉS SÁNCHEZ SÁNCHEZ

ASESOR:

MVZ JOSÉ ALFREDO VILLAGOMEZ CORTÉS

VERACRUZ, VER.

JULIO 2010

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| Índice de cuadros----- | iii |
| Dedicatoria----- | iv |
| Agradecimientos----- | v |
| Resumen----- | vi |
| 1. Introducción----- | 1 |
| 2. Antecedentes----- | 3 |
| 3. Justificación----- | 5 |
| 4. Objetivos----- | 6 |
| 4.1. General----- | 6 |
| 4.2. Específicos----- | 6 |
| 5. Metodología----- | 7 |
| 6. Valor nutritivo de los pastos tropicales----- | 8 |
| 6.1. Características de las plantas C3----- | 9 |
| 6.2. Características de las plantas C4----- | 10 |
| 7. Ganadería de doble propósito----- | 11 |
| 8. Manejo reproductivo de ganado de doble propósito----- | 13 |
| 8.1. Métodos para evaluar la eficiencia reproductiva de los bovinos--- | 15 |
| 9. Parámetros reproductivos----- | 17 |
| 9.1. Edad a la pubertad (EP)----- | 19 |
| 9.2. Edad al primer servicio (EPS)----- | 19 |
| 9.3. Edad al primer parto (EPP)----- | 19 |
| 9.4. Días del parto al primer estro (DPPE)----- | 20 |
| 9.5. Días del parto al primer servicio (DPPS)----- | 20 |
| 9.6. Intervalo parto concepción (IPC)----- | 21 |
| 9.7. Intervalo entre partos (IEP)----- | 22 |
| 9.8. Días en servicio (DS)----- | 22 |
| 9.9. Porcentaje de concepción (PC)----- | 23 |
| 9.10. Porcentaje de concepción al primer servicio (PCPS)----- | 23 |

| | |
|--|----|
| 9.11. Servicios por concepción (SC)----- | 24 |
| 9.12. Porcentaje de fertilidad total (PFT)----- | 25 |
| 10. Factores que afectan la eficiencia reproductiva de los hatos----- | 26 |
| 10.1. Regiones tropicales: factores climáticos y su relación con los bovinos----- | 26 |
| 10.2. El papel de la nutrición en el comportamiento reproductivo----- | 28 |
| 10.2.1. Nivel de energía----- | 28 |
| 10.2.2. Suplementación----- | 29 |
| 10.3. Condición corporal----- | 29 |
| 10.3.1. Evaluación de la condición corporal----- | 29 |
| 10.3.2. Importancia de la condición corporal----- | 31 |
| 10.3.3. Condición corporal óptima----- | 31 |
| 10.3.4. Relación de la condición corporal y la eficiencia reproductiva----- | 32 |
| 10.4. El estado de salud del hato y su influencia sobre la eficiencia reproductiva----- | 34 |
| 10.5. Manejo y su influencia en la eficiencia reproductiva----- | 35 |
| 10.5.1. Tipo de empadre----- | 36 |
| 10.5.2. Tipo de destete----- | 36 |
| 11. Parámetros reproductivos observados en diferentes zonas tropicales de México----- | 37 |
| 12. Conclusiones----- | 42 |
| 13. Recomendaciones----- | 43 |
| 14. Literatura citada----- | 44 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Forrajes C3 más comunes para zonas templadas..... | 9 |
| Cuadro 2. Forrajes C4 más comunes para zonas tropicales..... | 9 |
| Cuadro 3. Razas de bovinos existentes en el trópico de México..... | 11 |
| Cuadro 4. Medidas de la eficiencia reproductiva en bovinos..... | 16 |
| Cuadro 5. Índices reproductivos más comunes y sus valores óptimos bajo circunstancias ideales..... | 18 |
| Cuadro 6. Parámetros reproductivos (edad) de vacas en hatos del trópico..... | 20 |
| Cuadro 7. Parámetros reproductivos de vacas en hatos del trópico..... | 23 |
| Cuadro 8. Porcentajes de concepción de vacas en hatos del trópico..... | 25 |
| Cuadro 9. Equivalencia de valores de condición corporal en dos escalas diferentes..... | 30 |
| Cuadro 10. Relación del parto y la condición corporal con tasas de preñez (%)...... | 33 |
| Cuadro 11. Relación entre la condición corporal al comienzo del período de inseminación y la gestación en el Trópico..... | 34 |

DEDICATORIAS

A DIOS

Por darme la vida, acompañarme siempre en todos mis sueños, guiándome por el camino del bien y permitirme llegar a la culminación de este proyecto de vida.

A MIS PADRES

Por estar siempre para mí cuando los necesito y por siempre apoyarme en mis decisiones. Andrés Sánchez Ruano e Isabel Sánchez Panamá a quienes quiero demasiado gracias.

A MI NOVIA

Sandra Rosario Fernández. Que amo y quiero mucho. Gracias por estar conmigo incondicionalmente y creer siempre en mí hasta el final de mi carrera.

A MI HERMANO

Reymundo Sánchez Sánchez. Gracias por brindarme tu amistad, apoyo incondicional y muestra de cariño.

A MIS SOBRINOS Alejandro y Raymundo S. R. Por regalarme sonrisas que me alegran cuando estoy preocupado.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS de la FMVZ, por los inolvidables buenos momentos que compartimos y sus grandes enseñanzas.

A LA FMVZ por brindarme una profesión tan hermosa.

AGRADECIMIENTOS

Con admiración al honorable jurado. MVZ. Lamothe Zavaleta Carlos, MVZ. Villagómez Cortés José A. y el ME. García Gonzales Rubén.

A MI ASESOR y profesor de experiencia recepcional,

MVZ. JOSÉ ALFREDO VILLAGOMEZ CORTÉS, gracias por las facilidades brindadas para realizar este trabajo, por la confianza y apoyo incondicional.

A MIS CATEDRÁTICOS

Quienes con su amplia sabiduría, transmitieron conocimiento para mi formación académica. En especial al medico Roberto Castillo T. por creer en mi y apoyarme.

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Por haber abierto las puertas de esta institución y brindarme la oportunidad de estudiar medicina veterinaria.

RESUMEN

SÁNCHEZ SÁNCHEZ ANDRÉS, 2010. Parámetros reproductivos de bovinos en regiones tropicales de México. Monografía de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. Veracruz, Ver. Asesor: MVZ José Alfredo Villagómez Cortés.

El objetivo del presente trabajo fue compendiar información sobre los parámetros reproductivos del ganado bovino en la región tropical de México. En la ganadería de doble propósito se utiliza la cruce de las razas *Bos indicus* que brinda la resistencia y adaptación al clima tropical con las razas de *Bos taurus*, la cual proporciona una mayor producción de leche y carne. Los indicadores reproductivos que se mencionan son: Servicios por concepción (SPC), Porcentaje de concepción al primer servicio (PCPS), Porcentaje de fertilidad total (PFT), Intervalo entre partos (IEP), Intervalo parto concepción (IPC), Días del parto al primer servicio (DPPS), Días del parto al primer estro (DPPE), Edad a primer parto (EPP), Días en servicio (DS), Edad al primer servicio (EPS), Edad a la pubertad (EP), Porcentaje de concepción (PC). Se agrega información de factores que afectan la eficiencia reproductiva de los hatos como: factores climáticos, nutricionales, condición corporal del ganado, la salud del hato y el manejo del hato.

Palabras clave: Parámetros reproductivos, *Bos indicus*, *Bos taurus*, regiones tropicales.

1. INTRODUCCIÓN

En América Latina y México, la ganadería de doble propósito constituye el principal sistema de producción bovino en las regiones tropicales (Macedo *et al.*, 2003). Este sistema productivo confronta problemas importantes entre los que destaca su marcada dependencia de las condiciones climáticas, reflejada en la producción forrajera como fuente principal de alimento, la cual resulta estacional e insuficiente para cubrir las necesidades nutricionales del ganado durante todo el año (Ramírez-Avilés *et al.*, 2007).

La ganadería en México es una actividad agropecuaria importante; ocupa más del 50% del territorio nacional y mantiene cerca de 32 millones de cabezas de ganado bovino (Magaña Monforte *et al.*, 2006). Las entidades con regiones que tienen clima tropical son: Durango, Zacatecas, Coahuila, San Luis Potosí, Guanajuato, Tamaulipas, Puebla, Veracruz, Tabasco, Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Chiapas, Oaxaca, Nayarit, Jalisco, Hidalgo, Colima, Guerrero y Morelos (González y Saldaña, 1990). El estado de Veracruz destina a la producción de bovinos el 50% de la superficie con 3.3 millones de Ha, y un total de 4.6 millones de cabezas (González *et al.*, 1999).

En estas regiones tropicales, la producción se basa en el uso de cruza de ganado lechero especializado (principalmente holstein y pardo suizo) y el ganado productor de carne (razas de ganado cebú) que posee mayor adaptación y resistencia a las condiciones de calor y humedad persistentes en el trópico (Ochoa *et al.*, 1998).

El objetivo del manejo reproductivo en bovinos es mantener un intervalo entre partos que resulte en una producción máxima a través de la vida productiva de cada animal. Es deseable que la mayoría de las vacas respondan a ese

intervalo, de ahí la importancia de determinar ese y otros parámetros que permitan señalar y predecir la eficiencia reproductiva y determinar los causales de la infertilidad individual como colectiva en el hato (Jainudeen y Hafez, 2000). Estos métodos van desde la obtención de parámetros simples como el intervalo entre partos hasta índices más complejos desde el punto de vista de su estructura, las cuales al incluir un mayor número de parámetros o medidas, buscan entregar un reflejo más fiel de la fertilidad real y comparable entre los distintos ambientes y tipos animales (Córdova *et al.*, 2005).

2. ANTECEDENTES

El trópico de la república mexicana tiene una extensión de 494.182 km², que representan aproximadamente el 25% del territorio nacional, donde se encuentra el 31.5% de los bovinos del país. La necesidad de intensificar la producción pecuaria en el trópico del país y la relación que tiene con la eficiencia reproductiva de los animales, provoca la inquietud de conocer las características reproductivas del ganado criado en este clima, así como los factores que influyen en su desempeño (Córdova y Pérez, 2002).

Los elementos climáticos más importantes que afectan el desarrollo de los animales domésticos y de las plantas son: la temperatura del aire, la humedad relativa, la radiación neta, la precipitación, el movimiento del aire y la luminosidad (Córdova *et al.*, 2009). El desempeño reproductivo de los bovinos, en condiciones tropicales, depende en gran parte de su adaptación a las condiciones climáticas del ambiente (Montiel y Ahuja, 2005). Los índices de reproducción de los bovinos en el trópico son en general bajos (porcentaje bajo de nacencias, edad avanzada al primer parto y períodos interpartos muy prolongados). Esto se explica por el sistema extensivo de producción utilizado, a pesar de ello se estima que en el trópico se produce aproximadamente el 45% de la leche y más del 50% de la carne de los totales nacionales (Román, 1981).

El desempeño reproductivo del ganado bovino, es fundamental para tomar una decisión de la viabilidad económica productiva en las unidades de producción animal. Las condiciones medio ambientales son de vital importancia para el bienestar y buen desempeño de los animales.

Es necesario un funcionamiento reproductivo satisfactorio, lo que está directamente relacionado con la producción diaria, el progreso genético, y la política de reemplazo. Los factores de mayor importancia involucrados en el manejo de la reproducción son: la fertilidad, el intervalo entre partos, los días abiertos, la detección de calores y el primer servicio después del parto, entre otros. La meta ideal de todo programa reproductivo en un hato de ganado bovino es lograr que todas las hembras tengan el primer parto a los 24 meses de edad y de ahí en adelante, una cría cada 12 meses (Córdova *et al.*, 2005).

3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, uno de los mayores problemas que afectan los parámetros económicos en los hatos lecheros, son los índices de eficiencia reproductiva (López, 2006). La mayoría de ranchos en condiciones tropicales no lleva registros continuos y adecuados, y solo en muy pocos de ellos pueden ser utilizados para cumplir una de sus finalidades básicas: evaluar el estado reproductivo del hato. La entrada de datos es irregular, olvidada, errada, sea en la introducción al servicio, fechas de servicio o de retornos en celo, diagnóstico de preñez o de problemas reproductivos. Son estos datos al igual que el de los demás eventos de la vida productiva de los animales, los que nos permitirán evaluar la eficiencia reproductiva (González, 1985).

Debido a que la información de parámetros reproductivos en el trópico mexicano se encuentra dispersa en diferentes fuentes documentales, es necesario realizar una recopilación para tener una referencia cuando se necesita implementar un manejo reproductivo en bovinos que se crían en condiciones tropicales.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Compendiar en un solo documento la información sobre parámetros reproductivos del ganado bovino criado en el trópico mexicano.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Describir parámetros reproductivos más utilizados en la ganadería tropical mexicana.

Puntualizar problemas al emplear parámetros reproductivos en el trópico mexicano.

5. METODOLOGÍA

La información se recopiló de la biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana, también de la biblioteca USBI-UV. Donde se buscó en diferentes fuentes como: libros, tesis, revistas veterinarias, artículos, memorias de congresos de buiatría, simposia de ganadería tropical, revistas electrónicas y otros documentos que se encuentren al alcance.

La secuencia que lleva el trabajo es la siguiente: descripción del trópico mexicano su efecto sobre los animales y plantas, estados con regiones tropicales y su clima, manejo reproductivo en el trópico, razas de animales utilizadas y puntualizar parámetros reproductivos y sus problemas al ser utilizados en zonas tropicales.

6. VALOR NUTRITIVO DE LOS PASTOS TROPICALES

Los pastos constituyen el principal recurso para la alimentación bovina en el trópico. Uno de los factores limitantes de las gramíneas tropicales es su bajo contenido de proteína y tienen una mayor tasa de lignificación, lo que también disminuye su digestibilidad, lo cual influye negativamente en el consumo y por ende en la producción animal (Pirela, 2005).

La calidad del forraje está asociada con el estado de crecimiento de la planta, el tipo de planta y los factores del medio ambiente. Con base en los diferentes procesos metabólicos por los que las plantas fijan el carbono a partir de la atmósfera, los pastos tropicales se clasifican como plantas C4 y los pastos templados como plantas C3, mientras que las leguminosas, tanto tropicales como templadas son C3. Debido a esta diferencia, las plantas C3 tienen una estructura adventicia más densa que conduce a un mayor valor nutritivo y tienen en general una diferencia en Total de Nutrientes Digestibles (TND) de alrededor de 15 unidades. El 52 % de los pastos tropicales está por abajo de 55 % de TND en contraste con solo 4 % de los pastos templados (Van Soest, 1994a).

Más del 90% de las plantas terrestres son C3 y de ellas se derivan las C4 (Raya-Pérez y Aguirre-Mancilla, 2008), en el cuadro 2 se mencionan algunos forrajes comunes de zonas templadas C3 y en el cuadro 3 algunos forrajes comunes de las zonas tropicales C4.

La disponibilidad de forraje o materia seca (MS) en las praderas tiene un efecto determinante en el comportamiento reproductivo del ganado bovino en pastoreo. Cuando aumenta la calidad y disponibilidad de MS los indicadores productivos mejoran; aumenta la condición corporal, fertilidad y eficiencia

reproductiva, la producción de leche y ganancia de peso (Van Soest, 1994a). Las consecuencias indeseables de fallas en el manejo de las praderas y recursos forrajeros en las temporadas críticas, son: comprar insumos alimenticios a costo elevado, o venta de animales a precios muy bajos (Basurto, 1997).

Cuadro 1. Forrajes C3 más comunes para zonas templadas (Pirela, 2005; Borrajo, 2007).

| Nombre común | N. Científico |
|----------------------|----------------------|
| Bromo | <i>Bromus sp.</i> |
| Zacate azul | <i>Poa sp.</i> |
| Festuca | <i>Festuca sp.</i> |
| Orchard | <i>Dactylis sp.</i> |
| Ballicos (Rye grass) | <i>Lolium sp.</i> |
| Alfalfa | <i>Medicago sp.</i> |
| Trébol blanco | <i>Trifolium sp.</i> |

Cuadro 2. Forrajes C4 más comunes para zonas tropicales (Pirela, 2005; Borrajo, 2007).

| Nombre común | N. Científico |
|----------------|--------------------------------|
| Bermuda | <i>Cynodon dactylon</i> |
| Buffel | <i>Cenchrus ciliaris</i> |
| Maíz | <i>Zea mays</i> |
| Kikuyo | <i>Pennisetum clandestinum</i> |
| Caña de azúcar | <i>Sacharum officinarum</i> |

6.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS C3

Estructura foliar con parénquima en empalizada, sin vaina.

Cloroplastos con grana y almidón.

Primer producto estable de la fijación del CO₂: fosfoglicerato (PGA) y fosfoglicolato, de tres carbonos (C3).

Poseen fotorrespiración

Temperatura óptima de crecimiento 25-30 °C.

Punto de compensación del CO₂ a más de 50 ppm.

Aumento de la tasa fotosintética de fijación de CO₂ por remoción de O₂ (Borrajo, 2007).

6.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS C4

Vaina vascular de células parenquimáticas envolviendo los haces vasculares.

Cloroplastos de las células de la vaina sin grana y presencia de almidón en los mismos.

Primer producto estable de la fijación del CO₂: malato y/o aspartato, compuestos de cuatro carbonos (C4).

Sin fotorrespiración es aparente o nula

Temperatura óptima de crecimiento 35-40 °C.

Punto de compensación del CO₂ a menos de 5 ppm.

No aumento de la tasa fotosintética de fijación de CO₂ por remoción de O₂ (Borrajo, 2007).

7. GANADERÍA DOBLE PROPÓSITO

El doble propósito es la producción simultánea, armónica y sostenible de carne y leche en una sola unidad económica: la vaca. Es un sistema de producción; no de raza ni de cruce (Pérez-Hernández y Rojo, 2003). Se desarrolla principalmente en las regiones tropicales del país utilizando razas cebuinas y sus cruces con suizo, holstein y simmental, presenta la característica de que el ganado de las explotaciones tiene como función zootécnica principal el producir carne o leche dependiendo de la demanda del mercado. Las razas de bovinos más utilizadas en el trópico mexicano se mencionan en el cuadro 3. El manejo de los animales se efectúa en forma extensiva, basando su alimentación en el pastoreo a base de pastos inducidos y en menor grado mejorados (Glauber, 2007).

Cuadro 3. Razas de bovinos existentes en el trópico de México (Román, 1981)

| Mayor proporción | Menor proporción |
|------------------|------------------|
| Brahman | Simmental |
| Indobrasil | Charolais |
| Gyr | Angus |
| Pardo suizo | Santa Gertrudis |
| Holstein | Nelore |
| criollo | Guzerat |

* El 90% de la población bovina actual es un mosaico de cruzamientos entre estas razas.

Este sistema de producción presenta fuertes problemas de sanidad animal, comercialización, conservación y transporte. En la mayoría de los casos, se cuenta con instalaciones adaptadas, que emplean para su construcción materiales de la región; la ordeña la realiza por lo general en forma manual y es

de tipo estacional, la reproducción es por proceso natural y solo en algunos casos por inseminación artificial, se utilizan en forma intensiva la mano de obra, principalmente la familiar (Ortiz *et al.*, 2005). La leche se vende en su estado natural (leche bronca), constituyendo la principal fuente de ingresos para mantener la operación de la unidad de producción hasta la venta de los animales para carne (Glauber, 2007).

El ganado cebú (*Bos indicus*) se caracteriza por su adaptabilidad a los ambientes con temperaturas y humedad elevadas, su tolerancia a las enfermedades y a los parásitos, y su habilidad en la utilización de forrajes con alto contenido de fibra. El ganado europeo (*Bos taurus*) se caracteriza por ser altamente especializado, con los más altos índices de producción lechera. La raza holstein, la primera raza lechera del mundo, es originaria de climas templados, no está adaptada a las regiones de clima tropical y es muy exigente en alimentación y manejo. Es por eso el amplio uso del ganado con diferentes porcentajes de razas europeas y cebuinos o acebuados para la producción de carne y leche en regiones tropicales y subtropicales (Román, 1981).

8. MANEJO REPRODUCTIVO DE GANADO DE DOBLE

PROPOSITO

El manejo reproductivo de cualquier hato bovino se fundamenta en un programa de diagnóstico, control reproductivo y buenos registros, donde existan visitas periódicas de parte de un veterinario para tomar decisiones, con apoyo del propietario. La mayoría de las vacas bien manejadas deben empezar sus ciclos entre la 2ª y 4ª semanas postparto. En vacas que han experimentado problemas de salud durante el parto o que se encuentran en balance energético negativo se prolonga el retorno al ciclo reproductivo (Roa, 2006).

En general, en el sistema de doble propósito, las prácticas de manejo son escasas. Cada uno de los factores del sistema de producción del bovino en cada hato es un caso particular, y en general, debe considerarse y corregirse para hacer más eficiente la producción. Un aspecto muy importante que debe considerarse es la formación de un equipo de trabajo, donde juega un papel importante el propietario y/o administrador de la unidad de producción quien junto con personal técnico (medico veterinario) y el personal manual desarrollarán el programa de actividades, planificado y elaborado previamente, de acuerdo con la definición de objetivos y metas planteadas para la empresa ganadera (Basurto, 2007). Es necesario también elaborar un cronograma de las actividades que se realizarán, con la finalidad de analizar los resultados y corregir los errores en el momento en que se presenten. En el deben incluirse las actividades genéticas, administrativas, de sanidad animal, nutrición, manejo de potreros, manejo del hato y reproducción (Roa, 2006).

El sistema de registro en hatos para los aspectos reproductivos es básico. Desde el nacimiento, todos los eventos reproductivos deben registrarse; fecha

y condición del parto, exámenes clínicos reproductivos, celos, servicios, diagnóstico de preñez, fecha probable del parto y comienzo del período seco, entre otros (Basurto, 2007). Para asegurar que una unidad de producción se beneficie, se tiene que realizar un manejo adecuado en diferentes aspectos y tener un programa de manejo reproductivo con metas como las siguientes (Ávila, 1993):

Mortalidad

1. Al nacimiento = becerros nacidos muertos /becerros nacidos, la meta es de menos de 5%.
2. 0-30 días= becerros muertos (0-30 días)/becerros nacidos, la meta es de menos del 5%.
3. 1-24 meses= becerros muertos (1-24 meses)/becerros nacidos, la meta es del 2%.
4. Total= becerros muertos del parto a 24 meses/becerros nacidos, la meta es menos del 10%.

Empadre

1. Edad= intervalo del nacimiento al 1er servicio/total de vaquillas, la meta es de 15 meses.
2. Peso= peso al primer servicio/total de vaquillas, la meta es de 340 kg.

Parto

1. Edad= intervalo del nacimiento al parto/ total de vaquillas, la meta es de 24 meses al parto.
2. Peso= peso al parto/ total de vaquillas, la meta es de 545 kg al parto (Ávila, 1993).

8.1. MÉTODOS PARA EVALUAR LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE LOS BOVINOS

1. Con los índices de no retorno al estro a los 60 y 90 días se evalúa la fecundidad de los toros y la eficiencia de los inseminadores en centros de inseminación artificial (IA).
2. Las tasas de concepción a primer servicio se basan en un diagnóstico rectal de la preñez realizado seis a ocho semanas después de la inseminación.
3. El intervalo entre parto y concepción, o “días abiertos”, es un índice valioso que refleja la eficiencia en la detección del estro y la fertilidad tanto de las hembras como de los machos en un hato.
4. El porcentaje de vacas preñadas, es un índice ampliamente adoptado en hatos de ganado de carne, y tiene mayor importancia cuando la temporada de empadre es limitada.
5. Con el número de becerros logrados se miden las pérdidas en la preñez y a mortalidad durante el parto, mientras que el porcentaje de becerros destetados refleja la eficiencia reproductiva de la temporada de apareamiento, la facilidad del parto, la capacidad materna y la supervivencia de los becerros (Jainudeen y Hafez, 2000).

El cálculo de los indicadores antes mencionados se presenta en el cuadro 4.

Cuadro 4. Medidas de la eficiencia reproductiva en bovinos (Jainudeen y Hafez, 2000)

| Características | Definición |
|---|---|
| Primer parto | Edad (meses) al primer parto |
| Días abiertos | Días entre el parto y la concepción |
| Tasa de Concepción al Primer Servicio (%) | $TCPS = \frac{\text{No. preñeces al 1er servicio}}{\text{No. apareamiento de 1er servicio}} \times 100$ |
| Intervalo Entre Partos (días) | $IEP = \frac{\text{días entre parto y parto}}{\text{No. total de vacas}}$ |
| Servicios por Concepción | $SC = \frac{\text{No. servicio en todas las vacas}}{\text{Total de concepciones}}$ |
| Tasa de Preñez (%) | $TP = \frac{\text{No. vacas preñadas}}{\text{Total vacas en el hato}} \times 100$ |
| Tasa de Partos (%) | $TP = \frac{\text{No. becerros nacidos}}{\text{Total vacas en el hato}}$ |
| Producción Neta de Becerros (%) | $PNB = \frac{\text{Total becerros destetados}}{\text{Total vacas en el hato}} \times 100$ |

9. PARÁMETROS REPRODUCTIVOS

Los índices reproductivos son indicadores del desempeño reproductivo del hato. Los índices se calculan cuando los eventos reproductivos del hato han sido registrados adecuadamente. Estos índices nos permiten identificar las áreas de mejoramiento, establecer metas reproductivas realistas, monitorear los progresos e identificar los problemas en estadios tempranos. Los índices reproductivos sirven para investigar la historia de los problemas (infertilidad y otros). La mayoría de los índices para un hato son calculados como el promedio del desempeño individual (Ortiz *et al.*, 2005).

La eficiencia reproductiva es el parámetro de producción alcanzado por el animal considerado como óptimo para su especie, en el caso de los bovinos, es la producción de una cría al año (Anta, 1987).

Los principales indicadores utilizados normalmente para definir el estado reproductivo de un hato son: el intervalo entre partos, los días abiertos, la tasa de concepción, el número de servicios por concepción, el intervalo entre servicios, la eficiencia en la detección de calores, los días entre el parto y la primera inseminación, el número de vacas en calor antes de los 45-60 días postparto y la edad al primer parto, entre otros. De éstos, el intervalo entre partos, los días abiertos y los servicios por concepción son los que mejor describen la eficiencia reproductiva de un hato (Pérez-Hernández y Rojo, 2003).

La eficiencia reproductiva de un animal a lo largo de su vida está determinada por la edad a la cual tiene su primer cría y por el intervalo entre cada parto subsecuente. En ganado productor de leche, para lograr una óptima eficiencia se debe lograr que las vaquillas alcancen la pubertad a una edad de 15 a 21

meses, para que queden gestantes lo más rápido posible y que tengan su primer parto entre los 2 y 2.5 años de edad; además que las vacas tengan un intervalo entre partos de 365 días o menos, considerando que la gestación tiene una duración de 275 a 290 días; las vacas deben quedar gestantes entre los 75 y 90 días posparto para conservar un intervalo entre partos de 12 meses (Córdova y Pérez, 2002).

CUADRO 5. Índices reproductivos más comunes y sus valores óptimos bajo circunstancias ideales (Ortiz *et al.*, 2005; Wattiaux, 2009).

| Índice Reproductivo | Valor Óptimo | Valor que Indica problemas |
|---|-----------------|----------------------------|
| Intervalo entre partos | 12.5 - 13 meses | > 14 meses |
| Promedio de días al primer celo observado | < 40 días | > 60 días |
| Promedio de días de vacía al primer servicio | 45 a 60 días | > 60 días |
| Servicios por concepción | < 1.7 | > 2.5 |
| Índice de concepción al primer servicio en novillas | 65 a 70 % | < 60 % |
| Índice de concepción al primer servicio en vacas en lactancia | 50 a 60 % | < 40 % |
| Vacas que conciben con menos de tres servicios | >90 % | < 90 % |
| Vacas con un intervalo entre servicios de 18 a 24 días | > 85 % | < 85 % |
| Promedio de días de vacía | 85 a 110 días | > 140 días |
| Vacas vacías por más de 120 días | < 10 % | > 15 % |
| Duración del periodo seco | 50 a 60 días | < 45 o > 70 días |
| Promedio de edad al primer parto | 24 meses | < 24 o > 30 |

Para evaluar la eficiencia reproductiva de un animal o de un hato productor de leche se han desarrollado una serie de parámetros los cuales se mencionan en el Cuadro 5, y que permiten conocer mediante cálculos aritméticos sencillos, el

nivel alcanzado en los diferentes eventos reproductivos en la vida del animal comparándolos con los parámetros considerados como óptimo para su especie (Anta *et al.*, 1989).

9.1. EDAD A LA PUBERTAD (EP)

Se considera que la pubertad se alcanza cuando el animal produce por primera vez gametos viables para la fecundación, que en el caso de las hembras es cuando ocurre la primera ovulación; en la práctica, esto ocurre cuando se detecta o manifiesta el primer estro, o al identificarse por primera vez un cuerpo lúteo mediante la palpación rectal. Las vaquillas criadas en el trópico alcanzan la pubertad tardíamente con relación a las hembras de las razas europeas que se encuentran en un clima diferente al tropical, la edad a la que alcanzan la pubertad está en relación con el grado de crecimiento y desarrollo corporal, los que a su vez están determinadas por otros factores como la raza y el nivel nutricional. Las vaquillas alcanzan la pubertad a los 17 meses, con variaciones de 12-21 meses (Anta, 1987; Menéndez, 1989).

9.2. EDAD AL PRIMER SERVICIO (EPS)

Es la edad en que la vaquilla es servida por primera vez, se realiza después de que haya alcanzado la madurez sexual. Este parámetro está estrechamente relacionado con el peso y desarrollo corporal del animal así como con la edad en que se alcanza la pubertad. En condiciones óptimas el primer servicio se realiza entre los 15 y 20 meses de edad (Bulbarela, 2001).

9.3. EDAD A PRIMER PARTO (EPP)

Es la edad en que las vaquillas llegan a tener su primera cría, considerándose que esto ocurra entre los 2.5 y los 3 años de edad. Guarda relación con la edad en que las vaquillas alcanzan la pubertad y con la edad a la primera

concepción. Este parámetro tiene un efecto determinante en la producción de becerros en la vida productiva del animal (Anta, 1987; Bulbarela, 2001). En el Cuadro 6 se mencionan los valores óptimos de edad que los hatos deben alcanzar en regiones tropicales.

Cuadro 6. Parámetros reproductivos basados en la edad de bovinos en regiones tropicales (Anta, 1987).

| Parámetros | Promedio (rango) | Desviación estándar |
|------------------------------|------------------|---------------------|
| Edad a la pubertad | 17 (12-21) | 4.4 |
| Edad al primer servicio | 24 (20-27) | 3.5 |
| Edad a la primera concepción | 25.5 (21-29) | 4.4 |
| Edad al primer parto | 34.7 (30-39) | 4.4 |

9.4. DÍAS DEL PARTO AL PRIMER ESTRO (DPPE)

Es el intervalo que transcurre entre el parto y la detección del primer calor. En bovinos productores de carne el reinicio de la actividad ovárica se retrasa con respecto a las vacas lecheras, esto se debe, entre otras causas, a la inhibición causada por el amamantamiento y a las deficiencias nutricionales, dando como resultado que la primera ovulación y el primer estro postparto tarde meses en presentarse, que en condiciones tropicales, puede ser de 3 meses o más (Anta, 1987; Bulbarela, 2001).

9.5. DÍAS DEL PARTO AL PRIMER SERVICIO (DPPS)

Es el tiempo transcurrido desde el parto hasta que se da el primer servicio, lo ideal es que este indicador no sea mayor de 85 días. Las causas más comunes por las que se alarga, son las infecciones uterinas que ocasionan retraso en la

involución uterina y por la mala detección del estro. Se recomienda iniciar la monta después de los 45 días del parto y lo ideal sería lograr la preñez 80 días después del parto para que sumados a los 285 días que en promedio dura la gestación, se tengan periodos de intervalos entre partos de 365 días (Anta, 1987).

Fórmula:

$$DPPS = \frac{IPC \text{ en días}}{NVP}$$

Donde:

IPC: intervalo parto a concepción

NVP: número de vacas preñadas

Ejemplo: Número de días acumulados a partir del parto a la concepción en 10 vacas = 812

$$DPPS = \frac{812 \text{ días}}{10 \text{ vacas}} = 81.2 \text{ días}$$

9.6. INTERVALO PARTO-CONCEPCIÓN (IPC)

Se denomina días abiertos, es el tiempo en que las vacas permanecen vacías, es el periodo que transcurre entre el parto y la nueva gestación. Lo ideal es que éste indicador no exceda más de 100 días, influyen en los días interparto por lo que debe ser lo menos largo posible, evitando que la vaca permanezca improductiva por largo tiempo (Anta, 1987).

9.7. INTERVALO ENTRE PARTOS (IEP)

Es el periodo transcurrido entre un parto y otro en la misma vaca. Se calcula contando los días a partir de la fecha del último parto a la fecha del parto inmediato anterior, lo óptimo es tener un periodo interparto de 365 días este indicador influye en el número de partos en la vida productiva. La duración es muy variable dependiendo de factores como prácticas de manejo, raza, edad, duración del anestro posparto y método de detección de calores entre otros. En condiciones de trópico, por lo común comprende más de un año (Kruif, 1978; Bulbarela, 2001).

Fórmula:

$$IEP = \frac{\text{Días entre parto y parto}}{\text{Total de vacas}}$$

Ejemplo: Número de días acumulados entre parto y parto en 10 vacas = 4260

$$IEP = \frac{4260 \text{ días}}{10 \text{ vacas}} = 426 \text{ días}$$

9.8. DÍAS EN SERVICIO (DS)

Es el intervalo que transcurre entre el primer servicio y el servicio efectivo. El alargamiento de los días en servicio indica la existencia de problemas de infertilidad, este parámetro está influenciado por la raza, la nutrición, el clima, el tipo de empadre y la técnica de inseminación, entre otros factores. Los días en servicio influyen sobre la edad a la primera concepción en vaquillas y sobre el intervalo entre el parto y la concepción en vacas adultas (Anta, 1987).

En el cuadro 7 se mencionan los parámetros reproductivos ya mencionados antes, dándoles un valor para las regiones tropicales tomando en cuenta que existe un rango dentro del cual deben estar los hatos.

Cuadro 7. Parámetros reproductivos de vacas en hatos del trópico (Anta, 1987).

| Parámetros | Promedio | Rango | Desviación en días estándar |
|--|----------|---------|-----------------------------|
| Intervalo parto primer estro | 78 | 44-112 | 34 |
| Intervalo parto primer servicio | 102 | 60-143 | 41,5 |
| Intervalo parto concepción | 149 | 92-205 | 56,1 |
| Intervalo entre partos | 447 | 389-505 | 57,8 |
| Número de servicios por concepción | 1,8 | 1,3-2,3 | 0,5 |
| Número de montas por concepción | 1,7 | 1,2-2,2 | 0,5 |
| Número de partos por vida reproductiva | 3,4 | 2,3-4,5 | 1,1 |

9.9. PORCENTAJE DE CONCEPCIÓN (PC)

Se calcula dividiendo el número de gestaciones entre el número total de servicios que se han realizado, es una medida importante para evaluar la fertilidad del hato; se considera que del 55 al 60% de concepción es adecuado (Kruif, 1978).

9.10. PORCENTAJE DE CONCEPCIÓN AL PRIMER SERVICIO (PCPS)

La mayoría de los autores lo citan como fertilidad a primer servicio, debido a que la fertilidad de las vacas se va reduciendo conforme han recibido varios servicios sin quedar gestantes. Se puede calcular el porcentaje de concepción a primer servicio para evaluar la fertilidad de los animales en condiciones más homogéneas, lo cual se lleva a cabo, dividiendo el número de vacas que quedaron gestantes entre las que recibieron dicho servicio, ya sea por monta

natural o por inseminación artificial, generalmente el PCPS es más elevado que el porcentaje de concepción del hato. El PCPS en el trópico húmedo mexicano es del 52% en promedio (Kruif, 1978; Bulbarela, 2001).

Fórmula:

$$PCPS = \frac{NVP \text{ al 1er servicio}}{NVS} \times 100$$

Donde:

NVP: número de vacas preñadas

NVS: número de vacas servidas

Ejemplo: se tienen 5 vacas preñadas de 10 que fueron servidas lo que indica un 50% de preñez

$$PCPS = \frac{5}{10} \times 100 = 50\% \text{ preñez}$$

9.11. SERVICIOS POR CONCEPCIÓN (SPC)

Es el número de inseminaciones necesarias para que una vaca quede gestante, este parámetro se calcula al dividir el número de vacas gestantes entre el número de inseminaciones necesarias para que quedaran gestantes. Se considera como aceptable de 1.5 a 1.8 servicios por concepción, depende entre otros factores de la eficiencia en la detección de estros, calidad del semen, técnica de inseminación, manejo del semen, así como reabsorciones embrionarias, etc. (Kruif, 1978; Bulbarela, 2001).

Fórmula:

$$SPC = \frac{\text{No total de servicios}}{NVP}$$

Ejemplo: se tienen 10 vacas y se les dieron 23 servicios hasta quedar gestante cuanto servicio se dieron por vaca:

$$\text{Ejemplo: } SPC = \frac{23}{10} = 2.3$$

9.12. PORCENTAJE DE FERTILIDAD TOTAL (PFT)

Es el número de vacas que quedan gestantes durante un periodo determinado dividido entre el total de vacas en el hato elegibles para ser servidas, depende del porcentaje que son inseminadas y del porcentaje de concepción en dichas inseminaciones. Está influenciado por el método de detección de calores, tipo de empadre, técnica de inseminación, calidad del semen, tamaño del hato, raza, edad, enfermedades infecciosas, reabsorciones embrionarias y muerte fetal. El PFT es de 60% en promedio (Anta, 1987; Lozano *et al.*, 1992; Segura *et al.*, 1989).

Como se menciona anteriormente la concepción es importante para evaluar la fertilidad del hato, en el cuadro 8 se menciona los valores ideales que se deben tener en hatos productivos en regiones tropicales.

Cuadro 8. Porcentajes de concepción de vacas en hatos del trópico (Anta, 1987).

| Parámetro | % |
|-------------------------------|------|
| Concepción al primer servicio | 52.1 |
| Concepción con IA | 44.7 |
| Concepción con monta natural | 54.2 |
| Fertilidad total | 60.4 |

10. FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA

REPRODUCTIVA DE LOS HATOS

Para lograr una máxima eficiencia de los sistemas de producción animal se debe lograr una interacción armónica de los animales con el medio ambiente que los rodea. El ambiente que rodea al animal tiene influencia marcada sobre la reproducción, refiriéndose al medio, y a sus aspectos sanitarios, nutricionales, climáticos y de manejo. La más evidente de estas influencias resulta en la supresión de las funciones reproductivas; la reproducción no es prioritaria dentro de las funciones esenciales de todo organismo; es secundaria al crecimiento y tiende a suprimirse en muchos estados patológicos, fisiológicamente la supervivencia y homeostasis del animal son la función primordial. El medio externo ya sea el clima o la nutrición frecuentemente perjudica a la reproducción sin embargo se considera que como consecuencia de la repetición de las condiciones desfavorables, los animales se logran reproducir en un grado mínimo en beneficio de la perpetuación de la especie (Román, 1981).

10.1. REGIONES TROPICALES: FACTORES CLIMÁTICOS Y SU RELACIÓN CON LOS BOVINOS

Las altas temperaturas son un grave problema para la producción animal. Existe una correlación altamente significativa entre temperatura ambiental y la concepción. La humedad relativa, es posible que actué en combinación con la precipitación pluvial o afecte individualmente la manifestación del estro, En los bovinos disminuye la duración del estro, en las épocas donde hay mayor precipitación pluvial y humedad relativa, estas condiciones están presentes en el verano y el otoño (Villagómez *et al.*, 2000).

Las áreas del trópico se caracterizan por presentar a través del año valores altos de éstos elementos climáticos, los que en forma directa o indirecta afectan en menor o mayor proporción, diferentes procesos fisiológicos en animales y plantas. En forma directa, las altas temperaturas favorecen la conversión de los productos fotosintéticos de las plantas a materiales fibrosos de poca digestibilidad. El efecto de la temperatura es hasta cierto punto antagónico al de la radiación solar, la cual aumenta el contenido de carbohidratos solubles y la digestibilidad de los zacates a través de la acumulación de carbohidratos en la fotosíntesis (Román, 1981). En el trópico húmedo, las plantas forrajeras alcanzan su estado de madurez a más temprana edad en especial durante el verano en el que el crecimiento de los zacates es en forma violenta. Esto hace difícil el máximo aprovechamiento de los forrajes en el momento óptimo de su calidad nutritiva. Sobre los animales las altas temperaturas, la humedad y la radiación solar, disminuyen el consumo de alimento y la eficacia de su utilización, retardan el crecimiento, disminuye la producción de leche, alteran la composición de la leche y disminuyen la eficiencia reproductiva de los rumiantes, al alterar diferentes procesos metabólicos y funciones fisiológicas. La precipitación en el trópico, es irregularmente distribuida causando épocas críticas de escasez o de excesos de agua, alterando en ambos casos el crecimiento de las plantas. En los animales el efecto más importante, es a través de la calidad y cantidad del forraje disponible (Van Soest, 1994b). Cuando los bovinos en pastoreo tienen oportunidad de consumir nutriente en proporción mayor a sus requerimientos basales, entonces crecen, se reproducen y producen leche y carne (Villagómez *et al.*, 2000). En forma indirecta, el ambiente tropical afecta a los bovinos

debido a que existe ambiente propicio para la proliferación de ectoparásitos y microorganismos que causan o transmiten diferentes enfermedades en los animales. La alta temperatura y humedad ambiental favorecen el desarrollo de diferentes especies de garrapatas que afectan a los bovinos en forma directa, o al transmitirle la Piroplasmosis y Anaplasmosis (Román, 1981). El clima es el factor ambiental más importante, cuando se pretende criar animales en ambientes tropicales.

10.2. EL PAPEL DE LA NUTRICIÓN EN EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO

Cuando en los sistemas de producción el programa de alimentación está bien diseñado los problemas con el comportamiento reproductivo son menores. La nutrición y la suplementación minera adecuada son esenciales para la salud animal, para la obtención de altos niveles productivos, disminución de enfermedades y de problemas reproductivos (Román, 1981).

10.2.1. NIVEL DE ENERGÍA

La cantidad de energía que consume el animal en el periodo prepuber, influye directamente sobre la presentación de la pubertad, así mismo la disponibilidad de energía antes y después del parto, influye sobre reinicio de la actividad ovárica postparto y la consiguiente presentación del primer estro. Las vacas que pierden peso antes y después del parto entran en anestro prolongado, lo cual representa una mayor dificultad para quedar gestantes, ocasionando pérdidas económicas por reducción del número de crías durante su vida útil, este efecto se agudiza en vacas primerizas sobre todo bajo condiciones de alimentación deficiente. Existe una notable mejoría en la eficiencia reproductiva

cuando los animales aumentan de peso después del parto (Anta, 1987; Segura, 1989).

10.2.2. SUPLEMENTACIÓN

En épocas de escasez de forraje, se presenta un bajo nivel nutricional, que causa anestro y reducción en el porcentaje de concepción. La función reproductiva mejora al proporcionar suplementación alimenticia antes y después del parto. En el trópico la suplementación más empleada es la combinación de melaza con urea al 2% y en menor proporción forrajes de corte y ensilado, así como suplementación con sales minerales (Córdova, 2002).

10.3 CONDICIÓN CORPORAL

La condición corporal es básicamente una medida para estimar la cantidad de tejido graso subcutáneo en ciertos puntos anatómicos, o el grado de pérdida de masa muscular en el caso de vacas flacas con muy poca grasa. Por lo tanto, es un indicador del estado nutricional de la vaca. Otros autores, definen la condición corporal como un método subjetivo para evaluar las reservas energéticas en vacas lecheras (Zarate, 1999; López, 2006).

10.3.1. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL

A lo largo del ciclo anual de producción y reproducción de una vaca lechera, la demanda y suministro de energía debe estar en balance. Durante un momento específico del ciclo, el balance puede variar y mostrar un exceso o deficiencia de energía. Cuando el suministro de energía es mayor que la demanda, el exceso es almacenado en forma de grasa corporal. Este banco de energía puede ser consumido durante períodos de balance energético negativo cuando lo consumido no satisface las necesidades de producción y mantenimiento del animal (Zarate, 1999; López, 2006).

Al aumentar la calificación de la condición corporal, disminuyen los contenidos de agua, proteína y cenizas mientras que la grasa se incrementa, ésta reemplaza el agua en los tejidos orgánicos. Por ello, los registros de condición corporal son una medida subjetiva del almacenamiento de grasa corporal. El sistema típico usa una escala de 1 a 5 para el registro de la condición corporal en vacas lecheras. Una vaca con una condición de 1 es considerada emaciada, 2 delgada, 3 promedio, 4 grasosa y 5 obesa. Sin embargo, el registro por ser de naturaleza subjetiva surgen ciertas discrepancias en cuanto a la repetibilidad de la condición corporal entre observaciones (López, 2006). Dicho registro abarca la composición corporal y balance de energía animal. Por otra parte, investigadores, idearon un sistema diferente de evaluación de la condición corporal, utilizando una escala de 1 a 9, pero con el mismo fundamento y característica de evaluación (Zarate, 1999). Dicho sistema se puede extrapolar al normal (1 a 5) como se muestra en el cuadro 9 (Ruegg y Milton, 1995).

Cuadro 9. Equivalencia de valores de condición corporal en dos escalas diferentes (Ruegg y Milton, 1995).

| Condición Corporal (1 a 5) | Condición Corporal (1 a 9) |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1.0 | 1 |
| 1.5 | 2 |
| 2.0 | 3 |
| 2.5 | 4 |
| 3.0 | 5 |
| 3.5 | 6 |
| 4.0 | 7 |
| 4.5 | 8 |
| 5.0 | 9 |

10.3.2. IMPORTANCIA DE LA CONDICIÓN CORPORAL

La variación de la condición corporal de un animal en forma individual, o de la totalidad del hato, tiene varias implicaciones que pueden ser utilizadas para la toma de decisiones de manejo. La condición corporal además sirve, para determinar la cantidad y tipo de suplemento que requiere la vaca durante la lactancia. Las vacas en buen estado corporal pueden movilizar sus reservas sin que sufran problemas metabólicos y sin que se vea afectado su desempeño reproductivo. Por el contrario, vacas flacas con pocas reservas corporales, requieren de una mayor suplementación reducción en la producción de leche y tasa de preñez (López, 2006).

La condición corporal y sus cambios son más confiables como indicadores del estado nutricional que el peso corporal; ya que el peso esta afectado por la fase de gestación y la cantidad de alimento en el tracto gastrointestinal. Por todo lo anterior, la evaluación de la condición corporal es una herramienta importante para la toma de decisiones de manejo (Zarate, 1999).

10.3.3. CONDICIÓN CORPORAL ÓPTIMA

La condición corporal ideal esta dentro de un rango y es una función de la etapa de lactación. Las vacas secas necesitan suficientes reservas corporales para soportar la lactación y la producción de leche. Sin embargo, observaciones repetidas demuestran que vacas secas excesivamente grasosas deben perder condición corporal y para ello bajar su consumo de materia seca. En adición, las vacas grasosas tienen mayor riesgo de presentar problemas metabólicos después del parto (López, 2006).

Una condición corporal razonable al parto debería ser aquella que provea las reservas suficientes para el parto y la lactación. Una condición corporal óptima

en vacas secas debe ser de 3.0 a un máximo 3.75, el riesgo de problemas posparto puede ser abolido cuando las vacas tienen una condición corporal de 3.25 a 3.50. La condición corporal baja en el período seco está asociada con incrementos en distocias. En algún momento de cada lactación, las vacas presentan baja condición corporal. La merma en la condición corporal debe ser menor de 1 unidad, y en cada lactación deben estar por encima de 2.5. La condición corporal baja debe tener un tope máximo de 4 a 6 semanas posparto. Las vacas en los primeros 100 a 120 días de lactación deben obtener un registro entre 2.5 a 3.5. La producción de leche y el parto no tienen efectos significativos de una condición corporal baja. Las vacas enfermas bajan ligeramente más su condición que las vacas sin problemas, cerca de 0.25 unidades (Ruegg y Milton, 1995).

10.3.4. RELACIÓN CONDICIÓN CORPORAL Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA

La utilización de los registros de condición corporal permite que los productores puedan observar la eficiencia nutricional y reproductiva de un hato. La reanudación de los ciclos estrales después del parto guarda relación con los cambios de peso al final de la gestación y el estado de carnes al momento del parto. Las vacas que se encuentran en estado de carnes de medio a bueno (índice de condición corporal > 2.5 dentro de la escala de 1 a 5) presentan el celo en un tiempo mínimo; por el contrario, las que tienen peores índices o han perdido peso al final de la gestación tardan progresivamente mas tiempo (Ferguson *et al.*, 1994).

Las tasas de concepción son generalmente bajas (42 - 63%) al primer servicio en los extremos de la condición corporal menor a 1.0 y mayor a 4.0 respectivamente.

La condición corporal está directamente relacionada con la eficiencia reproductiva. Se considera que las vacas con una condición corporal mayor a 3, tienen un 29% más tasas de preñez en comparación con vacas con una condición corporal menor a 2.5, como se muestra en el cuadro 10. La pobre condición corporal afecta no solo la tasa de preñez sino el intervalo entre partos, la edad del becerro al destete y la ganancia diaria del becerro. Igualmente, se ha observado que la pérdida de peso después del parto parece retrasar la reanudación de los celos, pero en grado muy inferior a los cambios de peso y condición corporal antes del parto y los cambios en la condición corporal al parto (Ruegg y Milton, 1995).

Cuadro 10. Relación del parto y la condición corporal (en escala de 1 a 5) con tasas de preñez (%), (Ruegg y Milton, 1995).

| Parto | Condición corporal | | |
|-------|--------------------|-----|------|
| | < 2.0 | 2-3 | >3.0 |
| 1 | 20% | 53% | 90% |
| 2 | 28% | 50% | 84% |
| 3 | 23% | 60% | 90% |
| 4-7 | 48% | 72% | 92% |
| > 8 | 37% | 67% | 89% |

Como se muestra en el cuadro 11, existe una relación entre un porcentaje bajo de gestación en las vacas lecheras que pierden peso y la condición corporal al comienzo de la lactación (perder > 10% del peso, es igual a 1 unidad de condición corporal), o el seguir perdiendo peso en el momento de la cubrición (> 1% semanal). Se ha señalado que las vacas lecheras en mal estado de

carnes y las vacas de razas de carne con índices de condición corporal inferiores a 2.5 (escala 1 - 5) en el momento de la cubrición tienen menor fertilidad (Ruegg y Milton, 1995).

Cuadro 11. Relación entre la condición corporal al comienzo del período de inseminación y la gestación en el Trópico (Ruegg y Milton, 1995).

| Condición Corporal | Gestación % |
|---------------------------|--------------------|
| < 1 | 45 |
| 1-2 | 64 |
| 2-3 | 72 |

10.4. EL ESTADO DE SALUD DEL HATO Y SU INFLUENCIA SOBRE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA

La salud general del hato es un factor que interviene en la eficiencia reproductiva. Se atribuye a las enfermedades reproductivas mayor pérdida económica que cualquier otro grupo de problemas de salud en las vacas. Estas pérdidas son producidas por el desecho prematuro, la baja manifestación del potencial genético, la disminución de la producción de leche y los costos de los diagnósticos y tratamientos veterinarios. Dentro de la gama de enfermedades que interfieren en el comportamiento reproductivo eficiente están: la distocia, la metritis, la piómetra, la retención de membranas fetales, los quistes ováricos, el anestro, la pérdida embrionaria temprana y el grupo de enfermedades infecciosas que afectan la reproducción, como la Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IBR) - en su presentación vaginal y uterina llamada Vulvovaginitis Pustular Infecciosa (VPI)- , la Diarrea Viral Bovina (DVB), la Leptospirosis *por los serovares L. pomona, L. canicola, L. hardjo, L. icterohemorrhagiae y L.*

grippothyphosa; *Haemophilus somnus*, la Brucelosis, la Campilobacteriosis y la Tricomonirosis (Flores, 1990; Bulbarela, 2001).

10.5. MANEJO Y SU INFLUENCIA EN LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA

El estro es la serie de cambios fisiológicos y de conducta que se presentan en la vaca antes de la ovulación; su duración es de 4 a 24 horas, con un promedio de 18 horas. En unidades bovinas productoras en las cuales se realiza la inseminación o la monta controlada, la detección de estros es el principal factor que determina el logro de una adecuada eficiencia reproductiva (Jainudeen y Hafez, 2000). La falla en la detección de vacas en estro en los periodos pre-servicio, servicio y post-servicio, afecta directamente la edad a primer servicio, el intervalo parto primer servicio, el intervalo parto concepción y el intervalo entre partos. Un problema especial es que tanto los primeros estros de la vida del animal, como los que ocurren en los primeros 75 días postparto son menos intensos y más cortos que los que ocurren posteriormente, lo que complica la detección de calores. Otras causas que provocan una mala detección del estro es el desconocimiento de los signos del estro y el no dedicar el tiempo suficiente para su detección (Kruif, 1978; Basurto *et al.*, 1997). Los principales signos de una vaca en estro son: se queda quieta cuando sus compañeras la montan (se deja montar), la vulva presenta edema, la vagina secreta moco transparente y elástico, se forman grupos, monta a otros animales, disminuye su consumo de alimento y la producción de leche. De todas las características anteriores, dejarse montar es el principal indicador objetivo de que una vaca se encuentra en estro.

10.5.1. TIPO DE EMPADRE

Una época de monta restringida es más favorable que la presencia permanente de los toros con las vacas, ya que de esta manera se puede controlar el periodo de pariciones y lograr que este vaya de acuerdo con un periodo de abundancia de forrajes (Anta, 1987).

10.5.2. TIPO DE DESTETE

En hatos de vacas productoras de carne se alarga el intervalo entre partos al prolongarse el periodo del destete. El amamantamiento alarga el anestro postparto, debido al bloqueo lactacional que sufren los animales; el efecto del amamantamiento ha sido señalado como factor importante en el retraso de la presentación del primer calor después del parto. Se ha demostrado que a las vacas que se les han destetado los becerros de forma precoz presentan periodos más cortos entre el parto y el primer estro, se obtiene un mayor porcentaje de vacas gestantes y se acorta el intervalo entre partos (Kruif, 1978; Magaña *et al.*, 1996).

11. PARÁMETROS REPRODUCTIVOS OBSERVADOS EN DIFERENTES ZONAS TROPICALES DE MÉXICO

En Paso del Toro, Veracruz en el Campo Experimental “La Posta” se realizó un estudio de índices reproductivos en vacas holstein (H) y vacas suizo pardo (SP). Donde se observó lo siguiente: días del parto al primer estro, 42 días para vacas H y 65 para vacas SP; el intervalo parto concepción fue de 126 para H y 166 para SP; los servicios por concepción fueron 2.3 para H y 3.4 para SP; el periodo interparto fue de 422 para H y 451 para SP (Flores, 1979).

En el municipio de Tlapacoyan, Veracruz se realizó un estudio con el objetivo de determinar las variaciones que existen en los índices reproductivos entre vacas cebú, criollas y cruzadas. La edad al primer parto en vacas criollas y cruzadas fue de 35.86 meses \pm 86.2 días y 33.64 meses \pm 178.4 días. El intervalo entre parto y servicio por concepción en vacas indobrasil fue de 486.5 \pm 97.4 días y 2.63 servicios, en criollas 418.5 \pm 95.7 días y 1.78 servicios y para las cruzadas 385.4 \pm 53 días y 1.50 servicios (Escobar *et al.*, 1982).

En el Campo Experimental Pecuario Balancán en San Pedro, Tabasco se obtuvieron en el módulo bovino de doble propósito los índices reproductivos por grupo racial: la edad al primer parto en meses para cebú (C) 40, holstein x cebú (Hs x C) 34, suizo pardo x cebú (SP x C) 33 y simmental x cebú (SM x C) 36. Días abiertos para (C) 206, para (Hs x C) 179, para (SP x C) 168 y para (SM x C) 143. El periodo interparto en días para (C) 490, para (Hs x C) 482, para (SP x C) 458 y para (SM x C) 453. Estos resultados, sin ser todavía los ideales, son muy superiores a los que se obtienen en las rejeguerías tradicionales (Leal *et al.*, 1984).

En el módulo de doble propósito “La Doña”, del Campo Experimental “Las Margaritas”, en el municipio de Hueytamalco, Puebla se obtuvieron los siguientes parámetros con ganado suizo pardo (SP), holstein (Hs), Simmental (Sm) y cebú (C): primer calor posparto, 140.9 días para vacas SP, 108.4 para SP x C, 111.4 para Hs x C, y 84.7 para Sm x C. Los días abiertos para vacas SP fueron 195, para SP x C 143, para Hs x C 173, y para Sm x C 121. El número de servicios por concepción para vacas SP fue 1.7, para SP x C 1.9, para Hs x C 1.7, y para Sm x C 1.9. El porcentaje de concepción para vacas SP fue 58.8, para SP x C 52.9, para Hs x C 57.8, y para Sm x C 51.3. El intervalo entre partos para SP fue de 395 días, para SP x C 393, para Hs x C 432, y para Sm x C 373 (Gleaves *et al.*, 1984).

En el módulo de producción de leche Santa Elena del Campo Experimental “Las Margaritas”, en el municipio de Hueytamalco, Puebla se obtuvieron los siguientes índices de fertilidad para los años 1979-1985 con vacas suizo pardo. Se obtuvieron 48.7 días a primer calor, 56.6 días a primer servicio, 85.6 días abiertos, 374.4 días de periodo interparto, dos servicios por concepción y una fertilidad del hato de 50%. Se puede apreciar que estos valores son muy cercanos a las metas óptimas y que superan ampliamente a la mayoría de los índices reproductivos reportados para ganado mantenido en clima tropical y subtropical (Herrera *et al.*, 1985).

En el Campo Experimental Pecuario “La Posta”, ubicado en Paso del Toro, Veracruz los parámetros reproductivos obtenidos con vacas del módulo de doble propósito de grupos raciales, holstein (Hs), suizo pardo (SP) x cebú (C) fueron: días del parto al primer servicio 48 para vacas $\frac{1}{2}$ Hs- $\frac{1}{2}$ C, 104 para $\frac{3}{4}$ Hs-

$\frac{1}{4}$ C, 59 para $\frac{1}{2}$ SP- $\frac{1}{2}$ C, y 65 para $\frac{3}{4}$ SP- $\frac{1}{4}$ C. El periodo de días abiertos para $\frac{1}{2}$ Hs- $\frac{1}{2}$ C fue de 96, para $\frac{3}{4}$ Hs- $\frac{1}{4}$ C de 122, para $\frac{1}{2}$ SP- $\frac{1}{2}$ C de 72, y para $\frac{3}{4}$ SP- $\frac{1}{4}$ C 88. El número de servicios por concepción para vacas $\frac{1}{2}$ Hs- $\frac{1}{2}$ C fue 1.8, para $\frac{3}{4}$ Hs- $\frac{1}{4}$ C 1.7, para $\frac{1}{2}$ SP- $\frac{1}{2}$ C 1.2, y para $\frac{3}{4}$ SP- $\frac{1}{4}$ C 1.7. El intervalo interparto en días para vacas $\frac{1}{2}$ Hs- $\frac{1}{2}$ C fue 380, para $\frac{3}{4}$ Hs- $\frac{1}{4}$ C 424, para $\frac{1}{2}$ SP- $\frac{1}{2}$ C 351, y para SP- $\frac{1}{4}$ C 364. Estos resultados indican que el módulo bovino de doble propósito tiene parámetros muy cercanos a los ideales y superan a los índices reproductivos reportados en la zona (López *et al.*, 1986).

En la zona norte del estado de Veracruz, se realizó un estudio de los índices reproductivos en ganado cebú dando lo siguiente: en la raza brahman edad al primer parto, 39 meses; periodo interparto, 539 días; días abiertos, 289; servicios por concepción, 2; y porcentaje de fertilidad, 67.3%. En la raza indobrasil, la edad al primer parto fue 35.6 meses; el periodo inter-parto, 623.2 días; el periodo de días abiertos, 334.7; con 2.5 servicios por concepción y un porcentaje de fertilidad del 61% (Gómez, 1988).

En el Campo Experimental "La Posta" de Paso del Toro, Veracruz, se analizó la información de los aspectos reproductivos utilizando diferentes grupos genéticos: holstein (Hs) x cebú y suizo (SP) x cebú. El intervalo entre partos fue de 395 días para $\frac{1}{2}$ HS, de 390 para $\frac{1}{2}$ SP, de 430 para $\frac{3}{4}$ Hs, y de 448 para $\frac{3}{4}$ SP. El intervalo parto concepción fue de 106 días para $\frac{1}{2}$ HS, de 96 para $\frac{1}{2}$ SP, de 143 para $\frac{3}{4}$ Hs, y de 127 para $\frac{3}{4}$ SP. El número de servicios por concepción fue de 1.6 para $\frac{1}{2}$ HS, de 1.4 para $\frac{1}{2}$ SP, de 1.6 $\frac{3}{4}$ para Hs, de 1.7 para $\frac{3}{4}$ SP (Sánchez *et al.*, 1989).

En el GGAVATT Jamapa, en Veracruz, se evaluaron algunos índices reproductivos obteniendo un periodo interparto de 502 días y un intervalo de 222 días del parto a la concepción en ganado doble propósito (Rodríguez *et al.*, 1994).

En el Campo Experimental Pecuario "Playa Vicente", en Lealtad de Muñoz, Veracruz, se compararon los parámetros reproductivos de un rancho comercial (RC) y del Campo Experimental (CE) obteniéndose lo siguiente: edad al primer parto de 40 meses en RC y de 34 meses en CE, porcentaje de concepción de 40% en RC y de 75% en CE, el periodo interparto fue 20 meses para RC y de 14 meses para CE. Estos datos demuestran la factibilidad de incrementar la productividad en los sistemas bovino de doble propósito (Hernández, 1996).

En el GGAVATT "San Andrés Tuxtla", ubicado en el municipio de San Andrés Tuxtla, se obtuvieron indicadores reproductivos de mayor relevancia, fertilidad del hato 66.9%, intervalo interparto de 545 días, número de servicios por concepción 1.7 vacas de desecho 9.7%. Los parámetros mencionados son susceptibles a mejorar (Gómez, 1998).

En el GGAVATT "Chinampa", ubicado en el municipio de Chinampa de Gorostiza, Veracruz. A continuación se presentan algunos resultados con respecto a los indicadores reproductivos del GGAVATT, obtenidos en el trabajo efectuado por tres productores, los días abiertos fueron 119 y el periodo interparto 409 días (González *et al.*, 1999).

En el estado de Colima se realizó un trabajo para medir los parámetros reproductivos de un GGAVATT, teniendo el resultado siguiente: el intervalo

entre partos de 439 ± 53 días, días abiertos de 160.4 ± 58.2 días, porcentaje de hembras gestantes de 62.7% y 86 ± 22 días a reinicio de actividad ovárica (Esperón, 2000).

En Huatusco, Veracruz, se estudio el comportamiento reproductivo de un hato holstein en clima semicálido donde se obtuvieron los siguientes índices reproductivos: el intervalo entre partos fue de 481 ± 140 días; el periodo de días abiertos fue de 201 ± 138 días; el intervalo de días del parto al primer servicio de 130.07 ± 81.32 ; el porcentaje de concepción al primer servicio de 53%; los servicios por concepción de 2.42; la edad al primer servicio de 28 ± 6 meses; la edad al primer parto de 41.07 ± 9.5 meses, lo que indica que para iniciar la vida reproductiva la hembra requiere entre 3.4 a 4.2 años (Bulbarela, 2001).

12. CONCLUSIONES

Para que la ganadería de doble propósito sea rentable, las vacas deben tener un intervalo entre partos de 12 a 13 meses, destetar la mayor cantidad de los becerros nacidos y producir adecuada cantidad de leche para su venta.

En el trópico uno de los principales problemas que se tiene es el prolongado periodo entre partos (16-20 meses), causado principalmente por el retardo de las vacas en restablecer su actividad ovárica cíclica después del parto. Éste es el principal factor que afecta el intervalo entre partos, pues se estima que determina en 70% la duración del periodo parto-concepción y es la causa de 50% de los problemas reproductivos.

El gran desafío al que se enfrentan los ranchos en el trópico es el manejo reproductivo del mismo, pues no se lleva un control de los registros desde que el animal nace, durante su vida productiva y reproductiva y hasta su desecho. La falta de capacitación de los ganaderos y la carencia de asesoría profesional por un médico veterinario que tome decisiones sobre el manejo reproductivo del hato, son factores que tienen gran importancia negativa en la eficiencia reproductiva.

13. RECOMENDACIONES

Se recomienda mejorar los sistemas de registros mediante la creación de una base de datos versátil con la finalidad de detectar vacas problemas (repetidoras, con más de 90 DA, etc.), así se llevará un control individual y del hato completo.

Es conveniente revisar en forma periódica el manejo general del hato, pues muchas veces se pasan por alto factores como la alimentación, ya que los pastos tropicales no cubren las necesidades nutricionales del ganado. Llevar control zoonosanitario del hato también es importante para evitar enfermedades que afecten la salud de este, principalmente la reproductiva pues en ella se basa el éxito y rentabilidad de un rancho.

14. LITERATURA CITADA

Anta JE 1987. Análisis de la información publicada sobre la eficiencia reproductiva del ganado bovino en el trópico mexicano. Tesis de licenciatura. Facultad de Veterinaria, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Anta JE, Rivera JA, Galina C, Porras A, Zarco L 1989. Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos. II. Parámetros reproductivos. Vet Méx 20: 11-18.

Ávila DA, 1993. Manejo reproductivo en el ganado bovino. Aportaciones tecnológicas para la ganadería veracruzana. 30 años al servicio de la ganadería. INIFAP Paso del Toro, Veracruz. 10: 15-22.

Basurto CH, 2007. Programa estacional de reproducción: una alternativa para la producción bovina en pastoreo en el trópico mexicano. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Martínez de la Torre, Ver., México.

<http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgz00g031.pdf>

(Consultado el 20 de julio de 2010)

Borrajo IC, 2007. Pasturas subtropicales en el noreste argentino (NEA). Curso internacional en ganadería bovina subtropical. Argentina. INTA: 1-8.

Bulbarela GG 2001. Comportamiento reproductivo de un hato holstein en clima semicálido. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. Veracruz, México.

Córdova IA, Córdova JM, Córdova JC, Pérez GJ 2005. Comportamiento reproductivo de ganado lechero. Red Vet 7: 1-4.

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070705.html>

(Consultado el 20 de julio de 2010)

Córdova IA, Murillo MA, Castillo JH 2009. Efecto de factores climáticos sobre la conducta reproductiva bovina en los trópicos. Una revisión. Red Vet 11: 1-12.

<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010110.html>

(Consultado el 20 de julio de 2010)

Córdova IA, Pérez GJF, 2002. Indicadores reproductivos de bovinos en el trópico mexicano y factores que lo determinan. Med Vet 19 (3): 47-56.

Escobar F, Fernández-vaca S, Jara SL, 1982. Memorias de la reunión de investigación pecuaria en México 1982. Comportamiento reproductivo de vacas Cebú, criollas y cruzadas en trópico húmedo. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Martínez de la Torre, Ver., México: 661-665.

Esperón SA, 2000. Efecto de la transferencia de tecnología y su impacto en la reproducción en el sistema de producción bovina de doble propósito en el oriente de Colima. Universidad de Colima. Tesis de Doctorado. Colima, México. Pp. 80-85.

Ferguson JD, Galligan DT, Thomsen N, 1994 .Principal descriptors of body condition score in dairy cattle. J Dairy Sci 77: 695-703.

Flores CR, 1990. Enfermedades infecciosas que limitan la eficiencia reproductiva del ganado. Memorias del X simposium de ganadería tropical. Bovinos productores de carne. INIFAP. Veracruz, México. 8: 77-85.

Flores TL, 1979. Comportamiento reproductivo de vacas holstein y suizo pardo en clima tropical. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Glauber EC, 2007. Manejo reproductivo en el rodeo bovino lechero: propuestas y reflexiones. Monografía. Facultad Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires, Argentina: 1-5.

<http://www.produccion->

[animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial)

(Consultado el 20 de julio del 2010)

Gleaves OG, Torrano JC, Ortega OJ, Barradas LH, Castillo RH, 1986. Fase de producción. Módulo de doble propósito "La Doña". Demostración con ganado suizo pardo, suizo pardo x cebú, holstein x cebú, simmental x cebú en pastoreo rotacional. Centro Experimental Pecuario "Las Margaritas". INIFAP. Hueytamalco, Puebla. Pp. 34-36.

González AF, Rodríguez CM, Méndez OM, Aguilar BU, Bueno DH 1999. Indicadores reproductivos. GGAVATT Chinampa 1ª Evaluación Anual. Grupo Ganadero de Validación y Transferencia de Tecnología. INIFAP. Chinampa de Gorostiza, Veracruz. Pp 1-2, 11-13.

González PE, Saldaña AR 1990. Producción de carne de bovino en el trópico mexicano: situación actual y perspectivas. Memorias del X simposium de ganadería tropical, bovinos productores de carne. INIFAP. Veracruz, Ver. 8: 1-15.

González Stagnaro C 1985. Evaluación de la eficiencia reproductiva en hatos bovinos. IV Congreso Venezolano de Zootecnia. Facultad de Agronomía, Universidad de Zulia. Maracaibo, Venezuela.

<http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/ivcongreso/taller/articulo5.pdf>

(Consultado el 22 de julio de 2010).

Gómez EG, 1998. Índices reproductivos. 4ª Evaluación anual del GGAVATT San Andrés Tuxtla. Unión Ganadera regional de la Zona Centro del Estado de Veracruz. San Andrés Tuxtla, Veracruz, México. Pp. 10.

Gómez VL, 1988. Parámetros reproductivos del Ganado Cebú de registro en la zona norte del estado de Veracruz. Tesis de licenciatura. Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. Veracruz, México.

Hernández HV, 1996. Ganadería de doble propósito en el trópico. X día del ganadero. Experiencias de manejo para aumentar La eficiencia productiva de la ganadería tropical. Campo Experimental Pecuario "Playa Vicente". Playa Vicente, Veracruz. INIFAP 1: 3-5.

Herrera SJ, Torrano JC, Rosete FJ, Rodríguez SB, Ortiz OG, Castillo RH, 1985. Fase de producción. Módulo de producción de leche Santa Elena con ganado suizo pardo en pastoreo. IV demostración. Campo Experimental Pecuario "Las Margaritas". Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Hueytamalco, Puebla. Pp. 51-53.

Jainudeen MR y Hafez ESE, 2000. Ciclos reproductivos en bovinos y búfalos. Hafez ESE y Hafez B. Reproducción e inseminación artificial en animales. Séptima Edición. Mc Graw Hill. México. Pp. 163-167.

Kruif A 1978. Factors influencing the fertility of a cattle population. J Reprod Fert; 54: 507-518.

Leal SM, Espinoza AJ, Román PH, Castillo RH, Ortega SJ, 1984. Resultados de fertilidad. Manejo y avances de investigación con ganado bovino de doble propósito. VI muestra ganadera. INIP. San Pedro, Tabasco. Pp. 25-27.

Lozano DRR, Leyva RG, Moreno FLA 1992. Efecto del medio ambiente sobre el comportamiento reproductivo y la fertilidad de vacas de la raza suizo americano en el trópico subhúmedo. Tec. Pec. Méx. 30 (3): 208-222.

López GI, Olivares CE, Villagómez CJ, 1986. Fase de producción. Memoria del XIV día del ganadero. Campo Experimental Pecuario "La Posta". Paso del Toro, Veracruz. Pp. 27-29

López FJ 2006. Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas Holstein. Facultad de Ciencias Agropecuarias 4(1): 77-86.
<http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol4/9.pdf>
(Consultado el 22 de julio de 2010).

Macedo R, Galina MA, Zorrilla JM, Palma JM y Pérez-Guerrero J 2003. Análisis de un sistema de producción tradicional en Colima, México. Arch Zootec 52: 463-474.

Magaña Monforte JG, G Ríos Arjona, JC Martínez González. 2006. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 14(3): 105-114.

Magaña MJ, Valencia HE, Delgado LR, 1996. Efecto del amamantamiento restringido y la crianza artificial sobre el comportamiento de vacas Holstein y sus crías en el trópico subhúmedo de México. Vet Méx 27 (4): 271-277.

Menéndez TM 1989. Comportamiento reproductivo de diferentes genotipos de ganado bovino de doble propósito. Memorias del VIII Simposium de Ganadería Tropical. Aspectos reproductivos de ganado de doble propósito. INIFAP. Veracruz, Ver. 2: 5-7.

Montiel F and Ahuja C 2005. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. *Animal Reproduction Science* 85: 1-26.

Ochoa FR, Anderson PD, Outlaw LJ, Richardson WJ, Knutson DR, Schwart BR, Miller WJ 1998. Granjas lecheras representativas en México - Panorama económico 1998. AFPC Working Paper. Pp 1-38.

Ortiz SJA, García TO, Morales TG 2005. Manual para el manejo de bovinos productores de leche. Secretaria de la Reforma Agraria. México. Pp. 4-5.

Pérez-Hernández P, Rojo RR, 2003. Informe del Proyecto programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología de la cadena de bovinos de doble propósito en el estado de Veracruz. FUNPROVER y Colegio de Postgraduados. Tepetates, Veracruz. Pp. 3-40, 85-100.

Pirela FM, 2005. Valor nutritivo de los pastos tropicales. Manual de ganadería de doble propósito. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. GIRARZ, Grupo de Investigadores de la Reproducción Animal en la Región Zuliana. Pp.176-182.

Ramírez-Avilés L, Ku-Vera JC y Alayón GJ 2007. Follaje de árboles y arbustos en los sistemas de producción bovina de doble propósito. *Arch Latinoam Prod Anim* 15: 251-264.

Raya-Pérez CJ y Aguirre-Mancilla LC, 2008. Aparición y evolución de la fotosíntesis C4. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente. Universidad autónoma de Chapingo. Chapingo, México* 14: 45-50.

Roa AN, 2006. Manejo reproductivo de bovinos de doble propósito en las condiciones del llano venezolano. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Maracay, Venezuela 7: 50-54.

Rodríguez CM, Maldonado GO, Pérez SJ, Bueno DH, Aguilar BU, Román PH, 1994. Grupo Ganadero de Validación y Transferencia de Tecnología. II evaluación anual. Índices productivos y reproductivos del GGAVATT-Jamapa. Campo Experimental "La Posta", Veracruz, Ver. 2: 20-22.

Román PH 1981. Potencial de producción de los bovinos en el trópico de México. *Ciencia veterinaria* 3: 394-429.

Ruegg PL, Milton RL, 1995. Body condition scores of holstein cows on Prince Edward Island, Canada: Relationship with yield, reproductive performance, and disease. *J Dairy Sci* 78:552-64.

Sánchez RS, Rebolledo AM, Castillo RH, 1989. Comportamiento reproductivo de vacas. 15 años de investigación con ganado cruzado holstein por cebú y suizo pardo por cebú en pastoreo. Módulo de doble propósito del Campo Experimental "La Posta". Paso del Toro, Veracruz. 3: 39-42.

Segura CVM, Rodríguez RO, Segura CJC 1989. Factores que modifican la fertilidad en hembras cebú y encastadas con europeo, bajo un programa de inseminación en el trópico. Tec. Pec. Méx. 27 (3): 129-137.

Van Soest JP, 1994a. Evaluación de forrajes y calidad de los alimentos para ruminantes. Departamento de Ciencia Animal. Universidad de Cornell. Ithaca. Nueva York. Pp. 85-108.

Van Soest JP 1994b. Nutritional ecology of the ruminant. Second Edition. Cornell University Press, Ithaca, New York. Pp 476.

Villagómez AM, Castillo RH, Villa-Godoy A, Román PH y Vázquez PC 2000. Influencia estacional sobre el ciclo estral y el estro en hembras cebú mantenidas en clima tropical. Tec Pec Méx 38 (2): 89-103.

Wattiaux AM, 2009. Manejo de la eficiencia reproductiva. En: Esenciales lecheras. Instituto Babcock para la investigación y desarrollo internacional para la industria lechera. Universidad de Wisconsin-Madison.
http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/babkcoc/13_s.pdf
(Consultado el 22 de julio de 2010).

Zarate MJ, 1999. Manejo reproductivo del ganado bovino de doble propósito. Día del ganadero 1999. Campo Experimental La Posta, INIFAP. Veracruz, Ver. Memoria Técnica núm. 5: 41-53.