

FISIOLOGIA Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA
DEL GANADO VACUNO 2/

Carlos U. León Velarde 2/

1.- INTRODUCCION

La reproducción constituye uno de los procesos naturales más importantes dentro del ciclo de vida de una especie, ya que juega un papel determinante en la perpetuación de ella; sin embargo, en el caso de los animales domésticos, el hombre trata de regular este proceso natural para cumplir los objetivos de la producción animal, los que involucran parte de su alimentación.

En la producción animal intervienen factores nutricionales, reproductivos, sanitarios, genéticos y de manejo, los que tienen igual importancia dentro de ella. Sin embargo, en una explotación existen prioridades, las que deben ser afrontadas una a una para llegar a la solución total del problema y obtener una eficiente producción.

Dentro de la producción animal, la reproducción constituye la clave necesaria para mantener y asegurar un nivel alto y continuo de producción de leche y carne, así mismo, es necesaria para conseguir los suficientes animales que expandarán el hato o reemplazarán a los no adecuados.

El presente documento describe en forma resumida los conceptos anatómo-fisiológicos del proceso reproductivo, el comportamiento sexual y las medidas de la eficiencia reproductiva de un hato.

1/ Tema presentado en el "Curso de Producción Animal" Convenio BCH-CATIE. Danlí, Honduras 8,9 y 10 de 1979

2/ Ingeniero Zootecnista, M.S. Especialista en Capacitación. CATIE Turrialba, Costa Rica.

2.- ANATOMIA Y FISILOGIA REPRODUCTIVA DEL BOVINO

Para el cumplimiento del proceso reproductivo existe una diferencia anatómica y fisiológica en los órganos reproductivos. Los nombres y localización de las diferentes partes del aparato reproductor del toro y de la vaca se pueden apreciar en la figura 1.

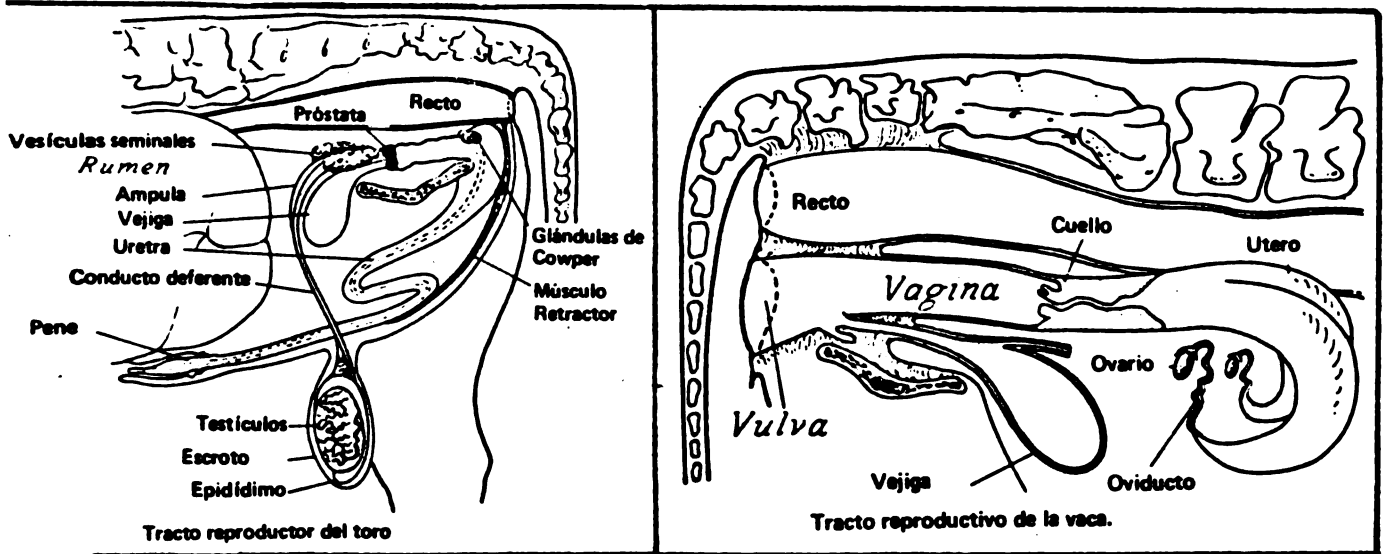


Fig. 1. Organos reproductivos en el bovino.

En el toro, el escroto cumple una función de termoregulación y de protección de los testículos, los que tienen la función principal de producir espermatozoides, que son la contribución del macho a la formación del nuevo ser, y producir la testosterona, hormona que controla el funcionamiento del aparato reproductor masculino y da al macho la conformación y comportamiento sexual.

Los espermatozoides se forman al completarse el proceso de espermatogénesis en el interior de los testículos, dentro de cada túbulo seminífero. Este proceso es continuo; sin embargo, la concentración de espermatozoides varía de acuerdo al número de eyaculaciones a que es sometido el toro. Cuadro 2.

CUADRO 2. Efecto del intervalo de eyaculación sobre el volumen y concentración de espermatozoides del semen de toros Holstein.

	Volumen c.c.	Concentración espermatozoides 10 ⁹	Motilidad inicial %	Espermatozoides tot./eyaculado 10 ⁹
Intervalo entre dos eyaculaciones: 5 días	5.7	1'5	52.2	8.8
2 días	5.1	1'3	52.6	6.4
Eyaculaciones				
primera	5.6	1'7	52.5	9.6
segunda	5.2	1'0	52.3	5.6

Seidel y Foote. J. Dairy Sci. 1969

Los espermatozoides producidos son almacenados en el epidídimo donde terminan su maduración. Al momento de la eyaculación los músculos de las paredes del epidídimo se contraen y los espermatozoides son forzados hacia el conducto deferente; en la unión de los dos conductos deferentes se forma la ampolla seminal y se tiene una sola vía al exterior, la uretra, que es un conducto común genitourinario. Esta se extiende a través del pene, que es el órgano de la cópula. Las tres glándulas seminales: vecícula seminal, próstata y glándulas bulbouretrales, producen un plasma seminal rico en carbohidratos, el cual proporciona nutrientes a los espermatozoides y actúa como un vehículo para su transporte.

Actualmente, la práctica moderna para lograr la concepción es a través de la inseminación artificial, la cual presenta grandes ventajas, sin embargo, su utilización depende del grado de tecnología dentro de una explotación. De esta manera, la forma tradicional en ganado de leche es la utilización de uno o más toros dependiendo del tamaño del hato y en ganado de carne el uso de toros bajo monta continua o estacional; en este caso la edad del toro tiene influencia sobre la fertilidad. Toros jóvenes tienden a obtener un menor porcentaje de crías que toros de mayor edad, bajo las mismas condiciones de apareamiento; el

uso de un toro dependerá de su fertilidad y condición física, en la que se debe tener en cuenta que una excesiva alimentación es contraproducente.

Las dos funciones principales del tracto reproductor femenino son la producción de células sexuales (óvulos) y proporcionar un lugar para el desarrollo del óvulo fertilizado. El ovario es el órgano principal de la reproducción y del comportamiento sexual, ya que produce óvulos y hormonas que regulan el ciclo reproductor, características y comportamiento femenino.

En la vaca, el ciclo estral se presenta cada 21 días después de aparecer la pubertad, excepto durante la gestación. Posee 4 fases: proestro, estro, metaestro y diestro; en los cuales se presenta la atracción, aceptación y repulsión del macho para las tres primeras fases; siendo el diestro de inactividad sexual.

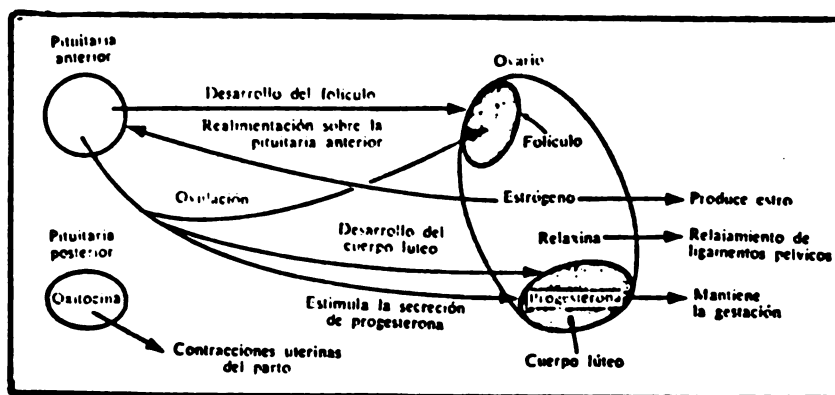


Fig. 2. Relación de las hormonas de la glándula pituitaria y del ovario en el proceso de la reproducción.

En la figura 2 se observa las relaciones hormonales, bajo las cuales se produce el proceso de la reproducción.

Es importante considerar que las hormonas son las que controlan el comportamiento de la vaca dentro del hato, redundando en su eficiencia reproductiva.

La fase sexual más clara de identificar, es el estro, el cual dura 18 horas y es donde se presenta la única oportunidad de aceptación al macho o la posibilidad de lograr una concepción por medio de la inseminación artificial. En

la figura 3 se presenta el momento óptimo de servir a las vacas.

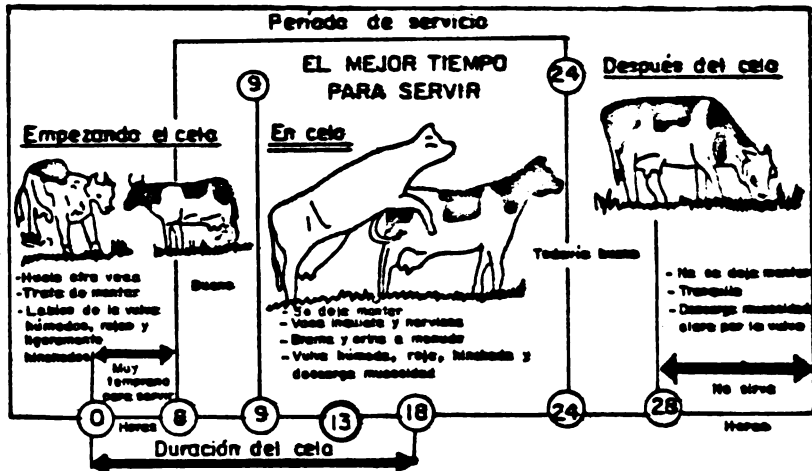


Figura 3. Momento óptimo de servir a las vacas.

El servicio o monta debe ser realizado dentro del último tercio del celo ya que la ovulación se realiza diez horas después de pasado ésta y es necesario un tiempo de capacitación del espermatozoide para lograr una adecuada fertilización. Si el óvulo no es fertilizado, será absorbido en el tracto reproductivo, caso contrario, descenderá hasta el útero, donde se desarrollarán las membranas y placenta. El tiempo de gestación, desde la fertilización hasta el parto es de 283 días. Hacia el final de la gestación, el feto cambia de posición en el interior del útero para que su cabeza aparezca entre las extremidades anteriores; en el momento del parto, el feto es expulsado por contracciones de los músculos uterinos y abdominales. El parto debe ser natural y la intervención del hombre será sólo en caso necesario.

3.- COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO

Desde el proceso de la gestación, el animal presenta un comportamiento reproductivo de tipo-anato-fisiológico; primero con la diferenciación de sexos a nivel celular y posteriormente con la longitud de gestación y peso del ternero. Dentro de cada raza, los machos presentan un promedio de 1.5 días y 1.8 Kg. más de gestación y peso de nacimiento respectivamente.

Al nacer el animal se encuentra en un medio que ejerce influencia sobre su comportamiento en general; en el aspecto reproductivo puede interferir en

lo que se refiere a presentación de celos, ovulación, fecundación, implante, gestación o al momento del parto.

Solamente una parte del comportamiento reproductivo es debido a la variación genética, como lo indica la baja heredabilidad y repetibilidad de las medidas de fertilidad, las que presentan heredabilidad con valores cercanos a cero. En consecuencia el mejoramiento por selección sobre estas características es casi nulo. Cuadro 3.

CUADRO 3. Indices de herencia y de constancia para algunas medidas de fertilidad.

CARACTERISTICAS	h^2	r
Regularidad del ciclo estral	0.05	
Número de servicios	0.07	0.12
Intervalo primer servicio/concepción	0.07	
Intervalo entre partos	0.00 - 0.10	0.13
Servicio por concepción	0.01 - 0.09	
Intervalo parto primer celo	0.31 - 0.10	0.29

de Alba 1964, Salazar 1970

Lasley 1963, Legates 1954.

Los factores climáticos y nutricionales cuando actúan en forma desfavorable al animal, tienen un efecto sobre su reproducción, llegando ésta a estacionalizarse o a suprimirse en casos extremos; estos factores pueden ser modificados, especialmente los nutricionales. Los factores ambientales son difíciles de cambiar o modificar, sin embargo, deben ser conocidos para amoldar el comportamiento reproductivo a la forma de explotación pecuaria.

Una nutrición no adecuada conduce a un bajo rendimiento en la reproducción. Es difícil encontrar casos claros de deficiencia de un sólo factor en la dieta que afecte el comportamiento reproductivo; generalmente a la baja disponibilidad

de pastos se asocia una baja calidad de éstos, con lo cual a la deficiente energía se suma la falta de algún nutrimento específico.

En novillas con un bajo nivel nutricional se encuentran ovarios y útero faltos de desarrollo y generalmente no presentan celo. Las vacas durante su primera lactación y que no reciben suficiente energía, pueden dejar de presentar manifestaciones de celo hasta que el equilibrio energético sea más favorable. La deficiencia de proteína en la ración no ejerce una influencia directa sobre la reproducción aunque origina una deficiencia en el consumo de energía.

El problema nutricional es complejo debido a la estrecha relación existente entre los diferentes factores, por ejemplo, la deficiencia en un mineral puede alterar el equilibrio de otros minerales y vitaminas, como es el caso de la vitamina D y su efecto en la absorción del calcio y fósforo.

El ambiente, involucrado por temperatura, altitud, estaciones, cantidad de luz y períodos de lluvias, tienen efecto sobre el comportamiento reproductivo de determinadas especies. Una temperatura alta afecta la producción de espermatozoides y la fecundación; este efecto es también observado en caso de elevadas altitudes especialmente en ganado llevado desde zonas bajas.

Ciertas especies son estacionales, es decir que el celo se presenta en cierta época del año. Las yeguas y ovejas presentan una mayor estacionalidad, especialmente las razas que están en mayor latitud norte; esta estacionalidad tiende a disminuir conforme se avanza hacia el trópico. La cantidad de luz está relacionada a la latitud y tiene efecto sobre la reproducción de las aves en mayor proporción que en otras especies; este hecho es utilizado en la producción de huevos. En el caso de cabras y ovejas, el efecto es contrario ya que entran en época de celo al disminuir la cantidad de luz.

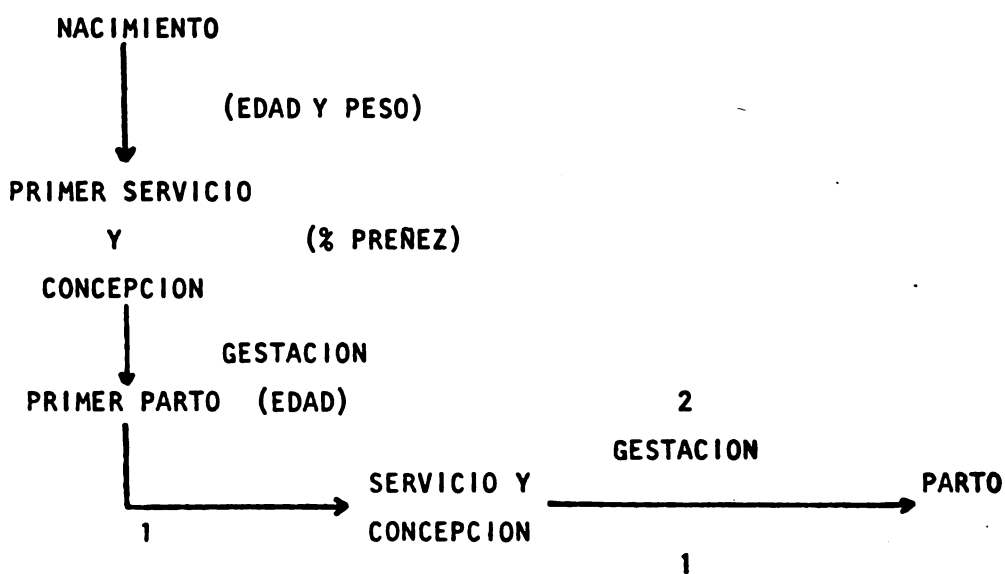
Las especies que no presentan estacionalidad, son llamadas poliéstricas, caso de la cerda y vaca; este hecho implica la presentación de celos regulares durante todo el año siempre y cuando no estén preñadas. En el ganado vacuno existen diferencias en la tasa de fertilidad de acuerdo a la disponibilidad de

forraje, efecto que se observa en la producción de terneros en la ganadería de carne; en el caso de la producción de leche, en que se debe tener pariciones a través de todo el año, el efecto de estación no es observado en detalle, sin embargo, si es necesario mantener un nivel nutricional que permita el menor intervalo entre parto y concepción a fin de asegurar la producción continua de leche.

4.- PARAMETROS REPRODUCTIVOS

La permanencia de una vaca dentro del hato está en función de su fertilidad y producción, en relación al resto de vacas. En el caso del ganado de carne, se usa con mayor frecuencia la fertilidad, ya que interesa la mayor preñez y porcentaje de nacimiento.

En el ganado de leche, la producción de leche entra en un primer plano, considerando, en muchos casos, la permanencia de una vaca dentro del hato solo por su nivel productivo. De esta manera, es común observar establos que poseen un gran número de vacas secas sin estar preñadas ó vacas con largo tiempo de lactancia, baja producción y que no están preñadas ó con poco tiempo de gestación. Este problema puede ser solucionado con medidas que controlen el comportamiento reproductivo de cada vaca y del hato en general.



1 INTERVALO PARTO-CONCEPCION

2 INTERVALO ENTRE PARTOS

Fig. 4.- Etapas que se consideran en la medida de la eficiencia reproductiva.

La figura 4 representa, en forma esquemática, las etapas sobre las cuales se cuantifica el aspecto reproductiva. El término de eficiencia reproductiva no es un valor absoluto, aunque en terminología aparente serlo; en este se involucra las siguientes características.

Edad al primer parto

Intervalo parto - concepción

Intervalo entre partos

Los valores de estas características son variadas de acuerdo a raza, lugar, nivel nutricional otros factores. En cuadro 5 se presenta un resumen de estos valores, para diferentes razas dentro de diferentes condiciones.

4.1.- Edad al Primer Parto

La edad al primer parto involucra la aparición de la pubertad y la presentación del primer celo. Estos hechos son determinantes en obtener un parto a edad temprana; sin embargo, es necesario considerar la relación entre peso, edad y madurez fisiológica.

La nutrición juega un papel importante en la aparición de la pubertad y por consiguiente en una edad temprana para el parto. Animales sometidos a dietas altas de alimentación alcanzan mayores pesos y se acelera la pubertad.

En la literatura se reportan valores promedios de 18, 20 y 22 meses al primer parto; sin embargo, dentro de las condiciones tropicales estos valores son del orden de 26 a 36 meses; en algunos de estos se señala, que una edad temprana al primer parto tiene un efecto sobre el primer intervalo de parto, el cual es más largo que los subsiguientes. Este aspecto se presenta, generalmente, cuando las vaquillas son sometidas al primer servicio con una edad y peso no adecuados a su madurez fisiológica, y por su crecimiento sacrifica su reproducción alargando el primer intervalo de parto.

4.2.- Intervalo Parto-Concepción

Después de ocurrido el parto, es necesario que el útero inicie una regresión hacia su estado inicial antes de la gestación, este proceso tiene un rango de 30 a 60 días.

El intervalo parto-concepción involucra parte importante en el intervalo entre partos ya que entre dos partos el período de gestación se considera constante entre razas.

Existe una correlación positiva entre períodos de servicio e intervalo entre parto, siendo esta mayor cuando se relaciona con el intervalo del primer servicio a la concepción. Durante este período es necesario considerar el nivel nutricional de la vaca, así como su estado de lactancia; en ciertos casos el nivel reproductivo disminuye a consecuencia de la lactación. El período de intervalo de parto a concepción es generalmente del rango de 35 a 90 días dependiendo de las condiciones fisiológicas y ambientales. Una práctica adecuada es someter a las vacas a servicio después de 35 días del parto.

4.3.- Intervalo entre Partos

En toda explotación de carne o leche resulta conveniente un intervalo de un año entre dos partos. La producción de leche alcanza su máximo entre la 4 y 6 semanas después del parto y posteriormente desciende gradualmente; por lo tanto, para conseguir una producción elevada en el transcurso de la vida útil de la vaca, conviene obtener el mayor número de producciones.

En términos teóricos, el período de gestación es ligeramente superior a los 9 meses (280 días) y al requerirse de 30 a 60 días para que el útero esté en condiciones de iniciar una nueva gestación, quedan 25 días para lograr una concepción, por lo que en la mayoría de los casos los intervalos de parto, en la práctica, son mayores al año. Un intervalo de parto considerado como excelente es dentro del rango de 350 a 380 días, bueno de 381 a 410 días y malo cuando supera los 410 días.

El conseguir un valor entre 350 a 380 días de intervalo entre partos nos permite obtener animales de reemplazo, en la medida que se eliminen vacas

por baja producción u otra causa. Dado a que solo la mitad de los terneros nacidos son hembras, se requiere un número grande de ellas para reponer, previa selección, a las vacas madres en el hato; el nacimiento continuo de terneros nos asegura los dos objetivos de la reproducción dentro de la producción animal. Producción carne ó leche y aumentar ó mantener el crecimiento del hato considerando un mejor potencial genético.

En el cuadro 4 se observa que el rango de intervalo entre partos, para varias razas en diferentes condiciones tropicales, es de 13 a 15 meses y en algunos casos hasta de 18 meses.

5.- Eficiencia Reproductiva

La eficiencia reproductiva de un hato puede ser medida teniendo en cuenta cada parámetro reproductivo. En ganado de carne existen valores como lo referente al crecimiento de crías (porcentaje de nacimientos), el cual es un valor que involucra la producción de terneros y el porcentaje de preñez. En ganado de leche, la reproducción y producción es por lo general evaluada en términos de individuo, y solo en algunos casos en términos de conjunto.

El tener un valor que integre los parametros reproductivos y productivos nos indica en forma más precisa, la actuación de cada animal en particular y del hato en general. De esta manera se tiene en ganado de leche la siguiente ecuación:

$$ER = 12 \times \frac{N}{A-B+3} \times 100$$

donde:

12 = meses del año

3 = número de meses para completar el período de gestación de 9 meses

N = número de terneras nacidas

A = edad de la vaca (meses)

B = edad de la vaca al primer servicio (meses)

En ganado de carne es posible usar la misma ecuación bajo la siguiente forma:

$$EP = \frac{(N-1) \times 365}{\text{Vida productiva}} \times 100$$

donde:

N = número de partos

Vida productiva = días entre el último parto y la edad al primer parto

365 = días del año

Con estas fórmulas es posible calcular la eficiencia reproductiva de un hato; lógicamente será imposible obtener un hato con 100% de eficiencia reproductiva, de tal forma que esta cifra servirá solo como una meta.

Una cifra que ayuda a comparar la productividad de un hato de carne y a la vez refleja el potencial en eficiencia reproductiva, viabilidad y crecimiento pre-destete es la producción de kilogramos de becerro destetado por vaca. En el cuadro 4 se observa el cálculo de este valor.

CUADRO 4.- Explicación del concepto kilogramo de becerro destetado por vaca en el rabaño

CONSIDERACIONES	HATO A	HATO B
Vacas expuestas (N)	100	100
Terneros destetados (%)	60	85
Peso promedio destete (Kg)	160	180
Peso total destetado por 100	60x160	85x180
Vacas (Kg)	9,600	15,300
Peso de becerro destetado por vaca expuesta a toro (Kg)	96	153

Los valores de becerro destetado por vaca expuesta a toro varían desde 90 a 120 Kg. según las condiciones en que se manejan los animales.

CUADRO 5.- Rango en que se presenta la edad al primer parto, Intervalo entre Partos, Intervalo Parto-Conceptión y Servicios por Preñez en Varias Razas Dentro de Condiciones Tropicales*.

RAZA	EDAD AL PRIMER PARTO (MESES)	INTERVALO ENTRE PARTO (MESES)	INTERVALO PARTO CONCEPCION (DIAS)	INTERVALO PARTO SERVICIO (DIAS)	SERVICIO POR CONCEPCION
BRAHMAN	39-45	15-16	-	-	-
SANTA GERTRUDIS	39-47	15-18	-	-	-
CRIOLO	35-37	13-15	-	26	1.7
HIBRIDOS	29-50	13-17	95-99	18.23	1.5-1.7
JERSEY	21-33	13-14	43-86	42-95	2.2
PARDO SUIZO	28-35	14-15	92-104	28-45	1.9
GUERNSEY	29-30	14-15	84-129	17-41	1.7
RED POLL	40	15	92	19	1.8
HOLSTEIN	30-37	16-18	105-106	26-93	1.9-3

* Valores mínimos y máximos reportados por varios autores.

REFERENCIAS

- 1.- Bazan, O. Diagnóstico del comportamiento reproductivo del ganado de carne en fincas de Costa Rica.
Tesis Mg. Sc. IICA Turrialba, Costa Rica 1974. 47 p.
- 2.- Barrientos, B. Comportamiento reproductivo de varios grupos sociales de ganado lechero en el trópico húmedo.
Tesis Mg. Sc. IICA, Turrialba, Costa Rica 1972. 52 p.
- 3.- Centro Internacional de Agricultura Tropical. Seminario sobre El potencial para la producción de carne en América Tropical.
CIAT, Colombia 1974. 307 p.
- 4.- Commission of the European Communities. The early calving of heifers and its impact on beef production. Editado por J.C.Taylor.
National Institute of Animal Science. Denmark. 1975. 295 p.
- 5.- de Alba, Jorge. Reproducción y genética animal. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba-Costa Rica.
1964. 446 p.
- 6.- Ensminger, M.E. Zootecnia general - Ateneo - Buenos Aires. 1973. 912 p.
- 7.- Foley R. C. et al. Dairy Cattle. Principles, Practices, Problems, Profits.
Lea & Febiger. Philadelphia. 1972. 693 p.
- 8.- León Velarde, R.C. Manejo de ganado lechero. Secretaría de Estado de Agricultura. República Dominicana 1978. 39 p.
- 9.- _____ y Romero F. Evaluación del cruce por absorción del Brahman en la zona atlántica del Costa Rica I. Caracteres de reproducción. ALPA. Memoria Vol. 11. 1976. 59 pp.
- 10.- _____ Comportamiento reproductivo y productivo del Brahman, Charolais y Santa Gertrudis en un hato en República Dominicana. ALPA. Sexta Reunión. La Habana, Cuba 1977.

- 11.- Morales, J. Estudio de las características de reproducción y producción en un hato guernsey en la zona alta de Costa Rica. Tesis Mg. Sc. IICA, Turrialba, Costa Rica. 1972 46p.
- 12.- Negron, A. Características de producción y reproducción de un hato lechero en la zona húmeda de Costa Rica. Tesis Mg. Sc. IICA, Turrialba, Costa Rica. 1974. 65 p.
- 13.- Preston T. R. y Willis, M.B. Intensive Beef Production. Pergamon Press New York. 1970 544 p.
- 14.- Reaves, Paul M. y Henderson, H.O. La Vaca Lechera, Alimentación y Crianza. UTEHA, Mexico 1969. 473 p.
- 15.- Rodriguez, R. Producción de leche y reproducción de un hato Jersey en la zona alta de Costa Rica. Tesis Mg. Sc. IICA. Turrialba - Costa Rica. 1976. 46 p.
- 16.- Schmidt, G.H. Bases científicas de la producción lechera. Acribia. 1974 589p.
- 17.- Wiltbank, J.N. Management program for improving reproductive performance. In. Improving reproductive efficiency in beef cattle. Proceeding 21 & 22nd. Beef Cattle Short Course, Texas A & M University, Texas Agriculture Extension Service. 1972.