



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

LICENCIATURA EN ZOOTECNIA

**PARÁMETROS REPRODUCTIVOS OBTENIDOS EN RESPUESTA A
INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A CELO DETECTADO-RECELADO O A TIEMPO
FIJO-RESINCRONIZACIÓN EN GANADO BOVINO DE DOBLE PROPÓSITO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

PRESENTA:

GUMARO RIVERA RIVERA

DIRECTOR: M. C. CECILIO UBALDO AGUILAR MARTÍNEZ

CO-DIRECTOR: M. P. A. ADRIANA SAHARREA MEDINA

LOMA BONITA, OAXACA, 2018



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

CAMPUS LOMA BONITA

LA PRESENTE TESIS TITULADA "PARÁMETROS REPRODUCTIVOS OBTENIDOS EN RESPUESTA A INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A CELO DETECTADO-RECELADO O A TIEMPO FIJO-RESINCRONIZACIÓN EN GANADO BOVINO DE DOBLE PROPÓSITO" PRESENTADA POR EL C. GUMARO RIVERA RIVERA, HA SIDO REVISADA Y ACEPTADA POR EL JURADO EXAMINADOR PARA SER DEFENDIDA EN EL EXÁMEN PROFESIONAL Y ASÍ OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN ZOOTECNIA.

JURADO EXAMINADOR

M. C. CECILIO UBALDO AGUILAR MARTINEZ
DIRECTOR

M. P. A. ADRIANA SAHARREA MEDINA
CO-DIRECTOR

D. C. JOSE ANGEL RUEDA BARRIENTOS
REVISOR

D. C. NICOLÁS VALENZUELA JIMÉNEZ
REVISOR

LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO, 2018

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, Gumaro Rivera Martínez y Beatriz Rivera Salazar, a quienes amo demasiado, por estar siempre para mí cuando los necesito y por siempre apoyarme en mis decisiones.

A mis hermanos, Lorenzo, Elizabeth, María del Carmen, Beatriz y Martha. Gracias por brindarme su apoyo incondicional y siempre motivarme a seguir adelante en todo momento.

A mis sobrinos, por regalarme sonrisas que me alegran cuando estoy preocupado.

A todas aquellas personas que me apoyaron de una forma directa o indirecta en tiempos difíciles y me dieron ánimo para seguir adelante en especial a la familia **Martínez Lezama y Rodríguez Hernández**, quienes me abrieron las puertas de su bendito hogar.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Papaloapan campus Loma Bonita, por brindarme la oportunidad de forjar mi carrera profesional.

Al CEIEGT “El Clarín” de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, por haberme abierto las puertas de esta institución y brindarme la oportunidad de realizar mis estancias profesionales.

A la M. P. A. Adriana Saharrea Medina, gracias por las facilidades brindadas para realizar este trabajo, por la confianza, paciencia y apoyo incondicional.

Al M. C. Cecilio Ubaldo Aguilar Martínez, gracias por todo su tiempo dedicado en la ayuda y colaboración para la realización de este trabajo. Por su paciencia, dedicación y comprensión.

A mis revisores de tesis, D. C. Jose Angel Rueda Barrientos y Dr. Nicolás Valenzuela Jiménez, por la dedicación de su valioso tiempo en orientarme y hacer las correcciones adecuadas en la redacción del trabajo para que quedara lo mejor posible.

A mis catedráticos, quienes con su amplia sabiduría, transmitieron conocimiento para mi formación académica.

A mis amigos y compañeros de escuela, Anabel, Hafid, José Luis, Mateo y Zaira, por los inolvidables momentos que compartimos y sus grandes enseñanzas.

CONTENIDO

1	ÍNDICE DE CUADROS	vii
2	ÍNDICE DE FIGURAS	viii
3	RESUMEN	ix
4	ABSTRACT	x
5	1. INTRODUCCIÓN	1
6	2. OBJETIVOS	3
7	2.1. Objetivo general.....	3
8	2.2. Objetivos específicos.....	3
9	3. HIPÓTESIS	3
10	4. REVISIÓN DE LITERATURA	4
11	4.1. Ganadería bovina de doble propósito.....	4
12	4.2. Manejo reproductivo del ganado bovino de doble propósito.....	5
13	4.3. Parámetros reproductivos del ganado bovino de doble propósito.....	9
14	4.3.1. Edad a la pubertad.....	10
15	4.3.2. Edad al primer servicio.....	11
16	4.3.3. Edad al primer parto.....	11
17	4.3.4. Intervalo parto primer estro.....	11
18	4.3.5. Intervalo parto primer servicio.....	12
19	4.3.6. Días abiertos.....	12
20	4.3.7. Intervalo entre partos.....	13
21	4.3.8. Porcentaje de concepción al primer servicio.....	13
22	4.3.9. Número de servicios por concepción.....	14
23	4.4. Parámetros reproductivos en bovinos de leche, carne y doble propósito	
24	en el trópico de México.....	14
25	4.5. Factores que afectan la eficiencia reproductiva de los hatos bovinos .	15
26	4.5.1. Clima.....	15
27	4.5.2. Nutrición.....	16
28	4.5.3. Condición corporal.....	17
29	4.5.4. Salud del hato.....	21
30	4.5.5. Manejo del amamantamiento y destete.....	21
31	4.5.6. Factores socioeconómicos y políticos.....	22

1	4.6. Programas que aumentan la eficiencia reproductiva del ganado bovino	
2	de doble propósito	22
3	4.6.1. Protocolo para inseminación artificial a tiempo fijo.....	24
4	4.6.2. Manejo farmacológico del ciclo estral del bovino	25
5	5. MATERIALES Y MÉTODOS	28
6	5.1. Localización	28
7	5.2. Animales	28
8	5.3. Alimentación y manejo.....	28
9	5.4. Grupos	29
10	5.5. Variables evaluadas:.....	31
11	5.6. Determinación de la rentabilidad	32
12	5.7. Análisis estadístico	33
13	6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
14	6.1. Días abiertos.....	34
15	6.2. Intervalo entre partos.....	35
16	6.3. Intervalo parto primer servicio.....	36
17	6.4. Número de servicios por concepción.....	37
18	6.5. Porcentaje de fertilidad	37
19	6.6. Porcentaje de concepción.....	41
20	6.7. Condición corporal.....	43
21	6.8. Relación costo–beneficio de ambos tratamientos hormonales por	
22	animal.....	44
23	7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
24	7.1. Conclusiones	47
25	7.2. Recomendaciones	47
26	8. LITERATURA CITADA	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Índices reproductivos de ganado bovino en el trópico.....	10
2	Parámetros reproductivos en bovinos de leche, carne y doble propósito en el trópico de México.....	14
3	Condición corporal (escala de 1 a 5) al parto y su relación con la infertilidad postparto en vacas de doble propósito.....	20
4	Parámetros reproductivos de ganado bovino de doble propósito en respuesta a dos tratamientos hormonales: a celo detectado-recelado (IACD-Rc) y a tiempo fijo-resincronización (IATF-Rs).....	34
5	Porcentajes de fertilidad y concepción en vacas inseminadas a celo detectado-recelado (IACD-Rc) y en vacas inseminadas a tiempo fijo-resincronización (IATF-Rs).	39
6	Condición corporal en vacas inseminadas a celo detectado-recelado (IACD-Rc) y en vacas inseminadas a tiempo fijo-resincronización (IATF-Rs).....	43
7	Relación de costos por vaca en función de los protocolos hormonales utilizados (IACD-Rc e IATF-Rs).....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Componentes del ciclo reproductivo para la obtención de un parto por año en bovinos.....	6
2	Actividades realizadas en el grupo inseminación artificial a celo detectado más recelado (IACD-Rc).....	30
3	Actividades realizadas en el grupo inseminación artificial a tiempo fijo más resincronización (IATF-Rs).....	31

RESUMEN

El objetivo fue determinar los parámetros reproductivos de bovinos de doble propósito, obtenidos en respuesta a la inseminación artificial a celo detectado o a tiempo fijo. Se evaluó la información reproductiva correspondiente al periodo 2009-2016 de 146 vacas F1 (Holstein x Cebú), en dos grupos: Inseminación artificial a celo detectado-recelado (IACD-Rc; n=71) e inseminación artificial a tiempo fijo-resincronización (IATF-Rs; n=75). No se encontró diferencia ($P>0.05$) para días abiertos (150.2 ± 20.1 vs 172.7 ± 14.6), intervalo entre partos (430.2 ± 20.1 vs 452.7 ± 14.6), intervalo parto primer servicio (144.6 ± 20.2 vs 164.0 ± 14.6) y número de servicios por concepción (1.25 ± 0.08 vs 1.34 ± 0.06) entre IACD-Rc e IATF-Rs, respectivamente. Se encontró diferencia estadística ($P<0.0001$) en el porcentaje de fertilidad a primer servicio (34% vs 53 %), a segundo servicio (18% vs 60%) y en la fertilidad global (45% vs 81%) entre los grupos IACD-Rc e IATF-Rs, en ese orden. El porcentaje de concepción a primer servicio no difirió ($P>0.05$) entre IACD-Rc e IATF-Rs (37% vs 53%). Sin embargo, el segundo servicio (30% vs 70%) y el porcentaje de concepción global (49% vs 81%) si difirieron ($P<0.0001$) entre los grupos IACD-Rc e IATF-Rs, respectivamente. La condición corporal fue diferente ($P<0.05$) entre IACD-Rc e IATF-Rs (2.36 ± 0.03 vs 2.64 ± 0.03) pero no afectó el porcentaje de concepción o la fertilidad ($P>0.05$). El costo de los tratamientos fue similar (\$361 vs \$393 para IACD-Rc e IATF-Rs, respectivamente). El tratamiento de inseminación artificial a tiempo fijo logra mayor porcentaje de fertilidad y mayor rentabilidad.

Palabras clave: bovinos de doble propósito, parámetros reproductivos.

ABSTRACT

The aim was to determine the reproductive parameters of dual-purpose cattle, obtained by detected oestrus or at fixed-time artificial insemination. One hundred forty six cows F1 (Holstein x Zebu) were evaluated from 2009 to 2016. The cows were allowed in one of two groups: detected-oestrus artificial insemination-rebreeding (IACD-Rc; $n = 71$) or fixed-time artificial insemination-resynchronization (IATF-Rs; $n = 75$). No differences ($P > 0.05$) were found for open days (150.2 ± 20.1 vs 172.7 ± 14.6), calving interval (430.2 ± 20.1 vs 452.7 ± 14.6), calving to first service interval (144.6 ± 20.2 vs 164.0 ± 14.6) or number of services by conception (1.25 ± 0.08 vs 1.34 ± 0.06) between IACD-Rc and IATF-Rs respectively. We found differences ($P < 0.0001$) on fertility rate at first service (34% vs 53%), at second service (18% vs 60%) or overall fertility rate (45% vs 81%) between IACD-Rc and IATF-Rs groups, in the same order. The conception rate was not different ($P > 0.05$) between IACD-Rc and IATF-Rs at first service ($P > 0.05$; 37% vs 53%). However, second service (30% vs 70%) and overall conception rate (49% vs 81%) were different ($P < 0.0001$) between IACD-Rc and IATF-Rs, respectively. Body condition score was different ($P < 0.05$) between IACD-Rc and IATF-Rs (2.36 ± 0.03 vs 2.64 ± 0.03), but it had no effect on conception rate or fertility rate ($P > 0.05$). The cost of both treatments was similar (\$361 vs \$393 for IACD-Rc and IATF-Rs groups, respectively). It is concluded that the highest fertility rate was achieved with fixed-time artificial insemination treatment and therefore greater profitability.

Keywords: dual purpose bovines, reproductive parameters.

1. INTRODUCCIÓN

En la región tropical, el sistema de producción bovina que prevalece es el de doble propósito (producción de carne y leche), del cual, se obtiene el 18% de la producción de leche (SIAP, 2011) y el 40% de carne que se genera en el país (Puebla *et al.*, 2015).

El sistema de doble propósito en el trópico ofrece muchas ventajas, entre ellas, un gran potencial forrajero y disponibilidad de agua para bovinos, lo cual permite producir carne y leche a costos de producción más bajos. Sin embargo, a pesar de contar con un gran número de animales, los parámetros productivos y reproductivos de estos son muy bajos. Actualmente las vacas de doble propósito tienen producciones de leche de 900 a 1,300 litros en 240 días de lactancia, porcentajes de natalidad de 55 a 60% e intervalos entre partos de 450 a 500 días (Livas, 2014). Además, se ha detectado una inadecuada detección de estros, alto número de servicios por concepción y mortalidad embrionaria elevada, que en conjunto ocasionan bajas tasas de parición (Pérez y Díaz, 2008).

Para tratar de incrementar los índices reproductivos, se han usado biotecnologías como la inseminación artificial, para lo cual se requiere de un sistema eficiente de detección de calores e identificar el momento preciso en el que se debe inseminar a las vacas (Baruselli *et al.*, 2005), cuando ambas condiciones no se cumplen, se afectan de manera negativa sus resultados.

En las últimas décadas, se ha tratado de eliminar el error humano en la detección de estros mediante diversos protocolos hormonales que sincronizan el estro y/o la ovulación (Nordéus *et al.*, 2012). Estos tratamientos se han utilizado ampliamente en el ganado lechero. Sin embargo, en el ganado de doble propósito existe poca de información sobre la efectividad de los mismos.

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es determinar los parámetros reproductivos obtenidos de animales mediante inseminación artificial a celo detectado más recelado (IACD-Rc) e inseminación artificial a tiempo fijo más resincronización (IATF-Rs) en un hato bovino de doble propósito.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Estimar los parámetros reproductivos obtenidos en respuesta a dos esquemas de inseminación artificial: a celo detectado más recelado (IACD-Rc) o a tiempo fijo más resincronización (IATF-Rs), en bovinos de doble propósito.

2.2. Objetivos específicos

- a) Comparar los días abiertos, el intervalo entre partos y el número de servicios por concepción entre IACD-Rc e IATF-Rs en ganado bovino de doble propósito.
- b) Determinar el porcentaje de fertilidad y comparar entre los grupos IACD-Rc e IATF-Rs.
- c) Evaluar el efecto de la condición corporal en el porcentaje de concepción.
- d) Determinar la rentabilidad de los protocolos hormonales IACD-Rc e IATF-Rs.

3. HIPÓTESIS

En bovinos de doble propósito, el uso de la inseminación artificial a tiempo fijo más resincronización (IATF-Rs) mejora los parámetros reproductivos y la rentabilidad en comparación con la inseminación artificial a celo detectado más recelado (IACD-Rc).

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Ganadería bovina de doble propósito

En México la ganadería bovina es una de las principales actividades productivas del sector agropecuario (Orantes *et al.*, 2010), la cual se desarrolla en sistemas de producción que van desde muy tecnificados hasta de traspatio, estos últimos orientados al consumo familiar (Espinosa *et al.*, 2000).

En las regiones tropicales del país predomina el sistema de doble propósito, que se caracteriza por la producción simultánea de leche y becerros. En este sistema se utilizan razas cebuinas y cruza con ganado europeo, como Holstein, Pardo Suizo y Angus (Vilaboa *et al.*, 2009).

En el sistema de doble propósito, la alimentación se basa en el pastoreo extensivo (Vilaboa y Díaz, 2009) a base de pastos nativos, y en menor grado mejorados (Glauber, 2007). Las vacas amamantan directamente a los becerros (Román *et al.*, 1993), o bien se ordeñan y los becerros se someten a crianza artificial (Lagunes y Aguilar, 1997).

Las vacas en este sistema producen de 3.5 a 8 kg de leche por día y de 800 a 1600 kg por lactancia, con duración de 150 a 190 días, mientras que los becerros se destetan generalmente de los 6 a 8 meses con un peso promedio de 160 kg (Pérez y Rojo, 2003; Magaña y Segura, 2006).

A diferencia de los sistemas tradicionales de engorda en el trópico, el sistema de doble propósito ofrece la ventaja de que la venta de leche genera ingresos que

son utilizados para la operación diaria del rancho, mientras que la venta de becerros es estacional y representa la utilidad económica de la unidad productiva (Suarez *et al.*, 2012).

La mayoría de los ranchos que desarrolla el sistema de doble propósito cuenta con instalaciones de materiales propios de la región que se adaptan a las necesidades de producción, la ordeña generalmente se realiza de manera manual y muy pocas veces es mecanizada. El manejo reproductivo se limita a los empadres estacionales, a base de montas naturales y en muy pocos casos se utiliza la inseminación artificial. Además, se utiliza mucha mano de obra que proviene principalmente de la misma familia (Ortiz *et al.*, 2005).

Este sistema presenta varios problemas, por ejemplo, en la sanidad de los animales, baja disponibilidad de alimento durante algunos meses del año y fallas en la comercialización de animales (Sánchez, 2010). Asimismo, se observan problemas reproductivos como los anestros postpartos prolongados (Anta *et al.*, 1989), los cuales se asocian a la desnutrición de las hembras reproductoras y a la presencia permanente de la cría hasta el destete. Por el contrario, los animales utilizados en este sistema resisten enfermedades y están más adaptados a las condiciones tropicales (Vilaboa y Díaz, 2009).

4.2. Manejo reproductivo del ganado bovino de doble propósito

El manejo reproductivo de cualquier rancho ganadero se basa en un programa de diagnóstico, control y buenos registros reproductivos, donde existen

seguimientos periódicos por parte de un veterinario o zootecnista para tomar decisiones con apoyo del propietario (Sánchez, 2010).

La meta en las unidades productivas de doble propósito es que las hembras tengan un parto al año (Figura 1) y que esto se repita a lo largo de su vida productiva (Glauber, 2007). Por lo tanto, se requiere preñar a las vacas lo más rápido posible después del parto, considerándose normal un periodo de espera voluntario (PEV) de 40 a 120 días postparto. Las hembras deberán quedar gestantes a los 82 días postparto (días abiertos), que en suma con la duración de la gestación (283 días) determina el intervalo entre partos, que en este caso sería de 365 días. (Román, 1995; Bó *et al.*, 2007).

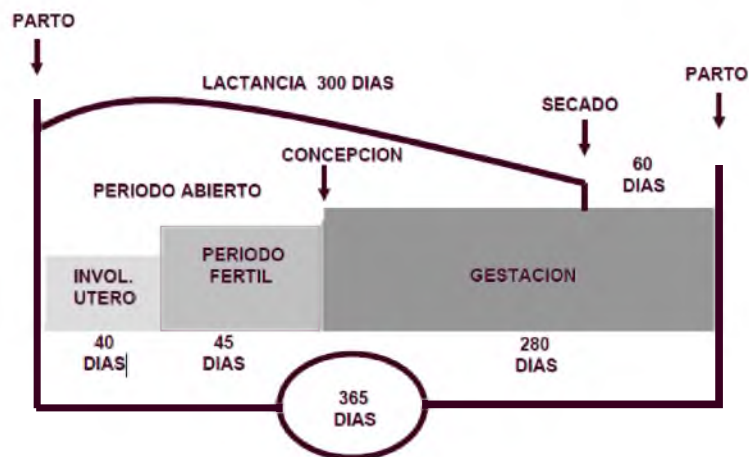


Figura 1. Componentes del ciclo reproductivo para la obtención de un parto por año en bovinos. Tomado de Basurto (2007).

En un sistema de producción de doble propósito el manejo es usualmente deficiente. Por ejemplo, una mala nutrición provoca un retraso en el restablecimiento de la actividad cíclica del ovario después del parto, con lo que

los días abiertos pueden prolongarse hasta 250 días y afectar el intervalo entre partos (Pérez y Díaz, 2008). Además, este problema es acentuado por la presencia continua del becerro, lo cual constituye un estímulo negativo en el restablecimiento de la actividad ovárica postparto (Pérez y Rojo, 2003; Suarez, 2008).

Para incrementar la eficiencia productiva y reproductiva, deben corregirse cada uno de los factores que actúan de manera negativa. Para ello es importante la formación de un equipo de trabajo donde están incluidos el propietario del rancho y/o administrador, un médico veterinario/zootecnista y el personal que maneja a los animales, los cuales en conjunto llevarán a cabo cada una de las actividades que ya se tienen planificadas con el fin de cumplir los objetivos y metas del rancho (Basurto, 2007).

Es necesario realizar un cronograma de las actividades que se llevaran a cabo, como reproductivas, sanitarias, nutricionales, administrativas, manejo de potreros y de hatos con el fin de registrar los resultados y corregir los errores (Roa, 2006).

El llevar registros reproductivos en ranchos es fundamental. Desde que la cría nace debe registrarse la fecha de nacimiento y condición de parto, exámenes clínicos reproductivos, detección de celos, servicios por concepción, diagnóstico de gestación, fecha probable de parto, fecha exacta de parto y comienzo del periodo seco, entre otros (Basurto, 2007). Un manejo reproductivo adecuado

contribuye a que la unidad de producción sea eficiente. Lo anterior implica que las hembras deben mostrar algunos de los siguientes valores (Ávila, 1993):

- **Mortalidad.** Se mide en diferentes etapas:
 - a) Al nacimiento. Becerros nacidos muertos entre becerros nacidos por 100. La meta es obtener menos del 5% de becerros nacidos muertos.
 - b) De nacimiento a los 30 días. Becerros muertos entre los 0 y 30 días de nacidos. La meta es tener una mortalidad en este periodo inferior al 5%.
 - c) Mortalidad entre 1 y 24 meses. Becerros muertos (de 1 a 24 meses) entre becerros nacidos, la meta es tener una mortalidad menor al 2% para dicho periodo.
 - d) Mortalidad total. Becerros muertos del parto a los 24 meses de edad entre el total de becerros nacidos. La meta es tener una mortalidad total menor al 10%.

- **Edad al primer empadre.** Consiste en el apareamiento de los animales utilizando monta directa o inseminación artificial con el fin de mejorar la eficiencia reproductiva de las vacas. La meta es incorporar a las vaquillas al empadre a los 24 meses de edad (Galina y Rubio, 2001) o cuando cuenten con al menos 340 kg (Guarneros *et al.*, 2012).

- **Edad al primer parto.** En promedio el primer parto debe ocurrir en un rango que va de los 30.6 a 44.4 meses de edad (Galina y Arthur, 1989) o cuando

las vaquillas registren un peso promedio de 545 kg (Ávila, 1993). Si la edad al empadre se retrasa, la edad al primer parto también se verá afectada.

4.3. Parámetros reproductivos del ganado bovino de doble propósito

La eficiencia reproductiva de los bovinos es el elemento más relacionado con la rentabilidad de las explotaciones (Basurto, 2007). Por lo tanto, es necesario evaluar los parámetros o índices reproductivos para determinar el desempeño del hato. Esto permitirá identificar los problemas en fases tempranas, establecer áreas de mejoramiento, plantearse metas productivas alcanzables y monitorear el progreso en la unidad de producción en respuesta a la implementación de estas estrategias.

Algunos de los indicadores para evaluar el estado reproductivo de un hato son: intervalo entre partos, días abiertos, número de servicios por concepción, tasa de concepción, eficiencia en la detección de celos, días entre el parto y primer servicio, edad al primer parto, entre otros. Los parámetros más importantes desde el punto de vista reproductivo son los días abiertos y el número de servicios por concepción (Pérez y Rojo, 2003), debido a que reflejan fallas en el manejo.

La eficiencia reproductiva de un animal a lo largo de su vida está determinada por la edad a la cual tiene su primer parto y el intervalo entre partos en gestaciones subsecuentes. Sin embargo, la producción bovina de doble propósito en el trópico muestra un comportamiento reproductivo deficiente, derivado principalmente a los efectos negativos del amamantamiento y a la alimentación a base de pastos sin complemento alimenticio, lo cual impide el restablecimiento

oportuno de la actividad ovárica después del parto (Pérez y Rojo, 2003). Las longitudes de ambos parámetros en la ganadería tropical se traducen en baja eficiencia reproductiva (Basurto, 2007).

Cuadro 1. Índices reproductivos de ganado bovino en el trópico.

Parámetros	Promedio	Rango	Desviación estándar en días
Intervalo parto primer servicio	102	60-143	41.5
Intervalo entre partos	447	389-505	57.8
Tasa de parición	40-60%		
Número de servicios por concepción	1.8	1.3-2.3	0.5
Número de partos por vida reproductiva	3.4	2.3-4.5	1.1

Fuente: Anta (1987).

4.3.1. Edad a la pubertad

La edad a la pubertad se alcanza cuando la vaquilla produce gametos viables para la fecundación. En la hembra bovina se determina cuando ésta muestra por primera vez estro o se identifica un cuerpo lúteo mediante la palpación rectal. Las razas cebuinas en comparación con las razas europeas alcanzan la pubertad más tarde (Magaña y Segura, 2006). Este parámetro se relaciona con el grado de crecimiento y desarrollo corporal del animal, lo cual es determinado por el plano nutricional en el que los animales son mantenidos. Las vaquillas llegan a la pubertad a los 17 meses, con un rango de 12 a 21 meses (Anta, 1987). Para cruza de ganado europeo con ganado cebuino se tienen datos de 21 meses de edad con pesos promedios de 309 kg (González, 1992).

4.3.2. Edad al primer servicio

Es la edad en que se le da servicio por primera vez a la hembra, considerando que haya alcanzado la madurez sexual y sea capaz de llevar una gestación hasta el final. Este parámetro está relacionado con el peso y la condición corporal del animal, así como con la edad en que se alcanza la pubertad. Las novillonas de doble propósito son incorporadas al servicio cuando alcanzan el 70-75% de su peso adulto (320-340 kg según González, 1992). En condiciones óptimas son servidas por primera vez entre los 15 y 20 meses de edad (González, 1995), aunque en ganado de doble propósito el primer servicio ocurre aproximadamente a los 24 meses (Galina y Rubio, 2001).

4.3.3. Edad al primer parto

La edad al primer parto tiene una relación con la edad en la que se le da el primer servicio a la hembra (Gómez y Hernández, 1987). En diversos trabajos se ha observado que las razas cebuinas llegan más tarde a la madurez sexual y edad al primer parto en comparación con las razas europeas (Hernández y Alvarado, 1995). En las cruces de Holstein x Cebú, la edad al primer parto ocurre en promedio a los 30.6 meses, en razas puras europeas a los 32.2 meses, mientras que en razas puras cebuinas a los 44.4 meses, de acuerdo con Galina y Arthur (1989).

4.3.4. Intervalo parto primer estro

Son los días que transcurren desde el parto hasta el primer calor observado. A diferencia de vacas lecheras, en las vacas de doble propósito o de carne el reinicio de la actividad cíclica ovárica se retrasa debido al amamantamiento y a

las deficiencias nutricionales de los pastos que ingieren. Esto trae como consecuencia que el primer estro postparto se observe más allá de los 90 días (Anta, 1987). Por su parte González (1992) argumenta que este parámetro oscila entre los 60-130 días.

4.3.5. Intervalo parto primer servicio

Es el tiempo transcurrido desde el parto hasta el día en que se le da el primer servicio a la vaca (Anta, 1987). Lo ideal es que este parámetro no rebase los 85 días, tomando en cuenta que la involución uterina tarda entre 40 y 45 días y el ciclo estral dura 21 días (Basurto, 2007; Sánchez, 2010). Sin embargo, en ganado bovino de doble propósito este parámetro alcanza en algunos casos los 8.5 meses (Baruselli *et al.*, 2006), causado por las infecciones uterinas, amamantamiento, nutrición y la mala detección de calores (Basurto, 2007).

4.3.6. Días abiertos

Es el tiempo que transcurre desde que las vacas paren hasta que quedan gestantes nuevamente, lo que también se conoce como intervalo parto-concepción. En ganado de doble propósito, se considera que si los días abiertos van de 85 a 115 días, existe buen manejo reproductivo, de los 116 a 130 días problemas leves y de los 131 a 145 días hay problemas moderados (Ortiz *et al.*, 2005). Otra fuente considera que el valor óptimo de días abiertos debe ser menor a 130 días, cuando este valor supera los 150 días se considera que existe un problema grave (Román *et al.*, 2009). Algunas de las causas más comunes de que los días abiertos se ubiquen por arriba del intervalo considerado como óptimo son la ausencia de actividad reproductiva en la hembra debido a la presencia

continua de la cría, la baja condición corporal de la hembra, edades extremas, o bien, la falla en la detección de estros por parte del personal. La importancia de los días abiertos radica en que, a partir de los 45 días postparto, cada día transcurrido representa pérdidas debido a los costos por manutención de los animales y por las pérdidas en la producción (Archbald, 1990).

4.3.7. Intervalo entre partos

El intervalo entre partos es uno de los parámetros más importantes para medir la eficiencia reproductiva en las vacas. Es el número de días que transcurren entre un parto y el siguiente en un mismo vientre. El valor considerado como óptimo es de 365 días (Ortiz *et al.*, 2005), siendo un problema cuando este valor excede los 456 días (Morales *et al.*, 2009). Sin embargo, en el ganado cebuino y sus cruizas con ganado europeo mantenidos en las zonas tropicales, rara vez se alcanza el valor óptimo debido al anestro postparto tan prolongado como consecuencia del nivel deficiente de alimentación y suplementación (Pérez y Rojo, 2003). En un estudio realizado por Hernández y Alvarado, 1995 se encontraron intervalos entre partos de 452 días en cruces de Holstein x Cebú, lo cual significa que las vacas incluidas en el estudio tardaron casi seis meses después del parto en volver a gestarse.

4.3.8. Porcentaje de concepción al primer servicio

Se obtiene al dividir el número de vientres preñados al primer servicio entre el total de vientres a los que se les dio servicio. El valor considerado como óptimo es de 50-60%. Los valores inferiores a 40% indican problemas dentro del manejo reproductivo (Morales *et al.*, 2009).

4.3.9. Número de servicios por concepción

Es el número de servicios realizados, sea con toro o por medio de inseminación artificial para lograr una preñez. El valor considerado como óptimo es menor a 1.7 servicios, siendo un problema cuando este excede los 2.5 servicios por preñez en cada vientre (Morales *et al.*, 2009).

4.4. Parámetros reproductivos en bovinos de leche, carne y doble propósito en el trópico de México

Todos los parámetros reproductivos mencionados anteriormente son los promedios óptimos que se manejan para cada uno de ellos. Sin embargo, no todos se logran alcanzar, tomando en cuenta que el ganado de doble propósito comúnmente muestra deficiencias en el manejo reproductivo. En el Cuadro 2 se enlistan los parámetros obtenidos en diferentes estudios:

Cuadro 2. Parámetros reproductivos en bovinos de leche, carne y doble propósito en el trópico de México.

Parámetros reproductivos (días)	Leche	Carne	Doble propósito
Edad a la pubertad	457 (10)*	529 (13)	547 (15)
Edad al primer servicio	586 (10)	691 (20)	729 (12)
Edad a la primer concepción	602 (14)	779 (26)	885 (23)
Edad al primer parto	925 (35)	1049 (29)	1133 (68)
Intervalo parto-primer estro	65 (35)	68 (35)	94 (50)
Intervalo parto-primer servicio	71 (17)	85 (16)	129 (25)
Intervalo parto-concepción	139 (56)	150 (64)	154 (76)
Intervalo entre partos	435 (73)	437 (78)	426 (112)

Fuente: Galina y Rubio (2001).

*Los valores entre paréntesis indican el número de estudios.

4.5. Factores que afectan la eficiencia reproductiva de los hatos bovinos

En el aspecto técnico, para lograr una eficiencia reproductiva aceptable en un sistema de producción animal es necesario considerar que existe una estrecha relación entre el animal y el ambiente que lo rodea. El ambiente tiene una gran influencia sobre la reproducción, sanidad, nutrición y manejo del ganado, los factores externos como el clima o la nutrición repercuten en la reproducción y limitan la productividad de las razas en el trópico mexicano (Lozano *et al.*, 1992).

4.5.1. Clima

La región tropical tiene un gran potencial en la producción de leche y carne bovina, debido a la abundancia de agua y suelos para el cultivo de insumos alimenticios baratos (Magaña *et al.*, 2006). Sin embargo, también tiene como desventaja las altas temperaturas que se registran durante casi todo el año, las cuales afectan de manera negativa la producción animal. En el trópico, se ha observado que el clima influye de manera importante en las fecundaciones (Lozano *et al.*, 1992). También se ha observado que las altas temperaturas se asocian a una reducción en la duración del estro en los animales (Román, 1981).

En un estudio realizado por Lozano *et al.*, (1992) se analizaron los registros reproductivos de vacas Holstein, Pardo Suizo y sus cruza, en un clima tropical subhúmedo. Se observó que las vacas que parieron entre los meses de abril a septiembre mostraron un mayor intervalo parto-concepción debido a la mala eficiencia en la detección de estros, a la intensidad y duración del estro y a una menor fertilidad; en cambio, las vacas que parieron en los meses con menor precipitación mostraron una mayor fertilidad. Asimismo, se observó una menor

fertilidad en los meses con mayor temperatura ambiente, concluyendo que las temperaturas altas en los días cercanos al servicio afectan de manera negativa la fertilidad.

En forma directa, la temperatura y la humedad relativa altas, así como los altos niveles de radiación solar, disminuyen el consumo de alimento y su eficacia de utilización, retardan el crecimiento y disminuyen la eficiencia reproductiva, al alterar diferentes procesos metabólicos y funciones fisiológicas (Román, 1981). En forma indirecta, el clima cálido también puede afectar a los bovinos debido a que es idóneo para la proliferación de microorganismos y ectoparásitos que causan o transmiten diversas enfermedades.

4.5.2. Nutrición

Proporcionar una buena nutrición y suplementación mineral al ganado es esencial para mantener la salud reproductiva del hato (Román, 1981). En los sistemas de producción con programas de alimentación adecuados, los problemas reproductivos son escasos. Sin embargo, la alimentación del ganado de doble propósito se basa en pastos de calidad limitada (Glauber, 2007).

Utilizando un sistema de pastoreo rotacional, es posible mantener una carga animal de 0.5 a 3.5 unidades animales por hectárea por año, con mínima suplementación en el periodo de seca a base de subproductos agroindustriales baratos que tienen al alcance los ganaderos (Magaña *et al.*, 2006).

La calidad de los pastos y la cantidad de forraje disponible condiciona la nutrición del ganado. Un rápido crecimiento y maduración de los pastos hacen que la

digestibilidad disminuya dificultando su aprovechamiento, aunado a esto, los suelos y pastos del trópico presentan deficiencias de macro y microminerales, tales como el fósforo, cloro, sodio, magnesio, cobre y cobalto que en conjunto causan trastornos metabólicos y fisiológicos en los animales, reduciendo los índices de producción y reproducción (Román, 1981).

Durante la época de sequía en el trópico, los pastos presentan un bajo aporte nutricional que comúnmente se relaciona con anestros más largos y reducción en el porcentaje de concepción (Córdova y Pérez, 2002). Estos problemas se reducen considerablemente realizando suplementación mineral antes y después del parto.

4.5.3. Condición corporal

El nivel nutricional en el que se encuentra un animal es resultado del balance entre el consumo y el gasto de energía, siendo medido a través de los cambios en condición corporal. Los animales que se encuentran en una adecuada condición corporal tienen estros con alta fertilidad debido a que se encuentran en balance energético positivo, lo cual permite alta retención embrionaria (Chiesa, 2009).

La condición corporal es un indicador del estado nutricional de la vaca (Edmonson *et al.*, 1989; López, 2006), mide sitios específicos de la superficie corporal en los cuales tiende a acumularse la grasa. Los animales con una buena nutrición, generalmente muestran acúmulos de grasa por lo que es complicado realizar la palpación de estructuras óseas como los procesos espinosos y

transversos de las vértebras, y los huesos de la pelvis. En cambio, aquellos animales con desnutrición muestran ausencia de grasa, e incluso, disminución de las masas musculares. Es ampliamente aceptado que la condición corporal es un indicador más preciso del estado nutricional de las hembras que el peso corporal (Casagrande *et al.*, 2004).

4.5.3.1. Evaluación de la condición corporal

A lo largo de las diferentes etapas fisiológicas de la vaca, la demanda y suministro de energía debe estar en equilibrio. En cierto momento, este equilibrio puede variar, ya sea mostrando un exceso o una deficiencia de energía

Para la determinación de la condición corporal, usualmente se usa una escala de 1 a 5 (1,1.5,2,2.5,3,3.5,4,4.5,5) en vacas lecheras y una escala de 1 a 9 (1,2,3,4,5,6,7,8,9) en vacas de carne (Peñafort y Bavera, 2005). Es importante mencionar que la calificación corporal se considera subjetiva debido a que depende en gran medida de la persona que esté realizando la evaluación. Existe una relación muy marcada entre la condición corporal y la actividad reproductiva. En el ganado de carne o de doble propósito los ciclos estrales pueden mantenerse siempre y cuando la condición corporal sea de 4 o mayor en el caso de una escala de 1 a 9. Asimismo, es importante que las vacas tengan una buena condición corporal al momento del parto, lo cual permitirá que un alto porcentaje de hembras muestre altos niveles de presentación de estros y de preñez dentro de los 40 y 60 días postparto (Short y Adams, 1988).

4.5.3.2. Importancia de la condición corporal

Las vacas con una adecuada condición corporal poseen reservas grasas que pueden movilizar sin que se vea afectado su desempeño reproductivo. Las vacas con condición corporal baja, en cambio, requieren de una suplementación para evitar el balance energético negativo, lo cual provoca pérdida de peso y disminución en la producción de leche y en la tasa de preñez (López, 2006).

Si las vacas no tienen una adecuada condición corporal, tampoco son capaces de mostrar su potencial reproductivo. Por lo tanto, dentro del manejo reproductivo, un objetivo clave es que las vacas lleguen con una buena condición corporal al parto. Lo anterior permitirá que las vacas en lactancia puedan movilizar sus reservas corporales hacia la producción de leche, sin sufrir una pérdida excesiva de peso (Casagrande *et al.*, 2004).

4.5.3.3. Condición corporal óptima y eficiencia reproductiva

La condición corporal está directamente relacionada con la eficiencia reproductiva. La reanudación de la actividad reproductiva postparto, guarda relación directa con los cambios de peso al final de la gestación y el estado de carnes al momento del parto, como puede apreciarse en el Cuadro 3.

Tanto en vacas lecheras como cárnicas, una condición corporal inferior a 2.5 (escala de 1 a 5) al momento del servicio, se relaciona con una baja fertilidad (López, 2006). Las vacas con condición corporal media a buena (mayor a 2.5 dentro del intervalo de 1 a 5) presentan el celo en un tiempo mínimo; por el contrario, las vacas que han perdido peso al final de la gestación o durante el

primer mes de lactancia, tardan más tiempo para entrar en celo (López, 2006), lo cual repercute en un intervalo entre partos más prolongado.

En lo referente a la fertilidad, las vacas con una condición corporal mayor a 3, tienen un 29% mayor tasa de preñez con respecto a vacas con una condición corporal menor a 2.5 (Arthington, 1999). Marchi (1992) comprobó que cuando la condición corporal fue mayor de 3 (en escala de 1 a 5) la tasa de preñez fue del 100%. Una condición corporal de 3 a 3.3 garantizaría, en ausencia de factores sanitarios o genéticos, la expresión de la máxima fertilidad del animal en condiciones pastoriles.

Cuadro 3. Condición corporal (escala de 1 a 5) al parto y su relación con la infertilidad postparto en vacas de doble propósito.

Condición corporal al parto	Periodo infértil después del parto (días)
2	88.5
2.5	69.7
3	59.4
3.5	51.7
4	30.6

Fuente: Hendrix *et al.*, 1990

Por lo tanto, se concluye que para lograr una alta eficiencia reproductiva es necesario mantener una buena condición corporal de las vacas antes, al momento y después del parto. Con esa base se deben elaborar programas de complementación/suplementación alimenticia estratégica, sobre todo cuando hay escasez de forraje, con la finalidad de que las vacas al parto tengan una adecuada condición corporal, produzcan becerros más pesados y vigorosos, y

reinicien de manera más rápida su actividad ovárica postparto (Pérez y Díaz, 2008).

4.5.4. Salud del hato

La salud general del hato tiene un alto impacto en la eficiencia reproductiva. Se ha planteado que las enfermedades que causan problemas reproductivos, generan las mayores pérdidas económicas en un hato. Dichas pérdidas se asocian al desecho prematuro, baja manifestación del potencial genético del animal, disminución en la producción de leche o carne, así como al costo de los diagnósticos y de tratamientos veterinarios (Sánchez, 2010).

Para que una vaca cumpla con el objetivo de producir una cantidad aceptable de leche y quedar gestante lo más pronto después del parto, es necesario que esté sana durante el periodo postparto. Las infecciones postparto son consecuencia de diversos problemas reproductivos como retención placentaria, distocia y prolapso uterino, entre otros, los cuales retrasan la involución uterina y el retorno de la ciclicidad postparto, y disminuyen la fertilidad (Gallegos, 2010).

4.5.5. Manejo del amamantamiento y destete

Se ha demostrado que el amamantamiento también se relaciona de manera estrecha con la duración del anestro postparto en vacas de doble propósito (Pérez, 1992; Rojo-Rubio *et al.*, 2009), por lo que se ha sugerido que el amamantamiento controlado, es una buena opción para reducir la duración del mismo (Galina *et al.*, 2001). El amamantamiento retarda la liberación de hormonas como la Hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y Hormona

luteinizante (LH) necesaria para el reinicio de la actividad ovárica postparto. Las vacas que son separadas de sus crías al nacimiento, usualmente entran en celo más pronto que las vacas que están amamantando (Wettemann, 1994), acortando de esta manera el intervalo entre partos y asegurando un mayor porcentaje de hembras gestantes. Pérez y Díaz (2008) mencionan que retrasar el amamantamiento 8 horas después del ordeño no disminuye el crecimiento del becerro, por el contrario, lo aumenta en promedio entre 200 a 250 g por día, así como reduce el intervalo parto-primer estro, en las vacas que están ciclando.

4.5.6. Factores socioeconómicos y políticos

Un aspecto a veces olvidado y que incide directamente en el rendimiento de los bovinos en el trópico mexicano es la interacción de factores socioeconómicos y políticos (Román, 1981). Esta problemática probablemente mejore cuando los programas de desarrollo integral comiencen a operar con eficiencia y sean productivos.

4.6. Programas que aumentan la eficiencia reproductiva del ganado bovino de doble propósito

La baja eficiencia reproductiva en el ganado bovino de doble propósito, repercute en la rentabilidad económica de cualquier unidad de producción (Bó *et al.*, 2007). En el caso de los bovinos de doble propósito, la duración del anestro postparto es uno de los principales factores que afectan la eficiencia reproductiva y productiva (Pérez *et al.*, 2001) debido a que causa un aumento en el intervalo entre partos.

De acuerdo con datos obtenidos de 102 ranchos de ganado bovino de doble propósito en el trópico mexicano, el intervalo entre partos va de 432 a 568 días (Moro *et al.*, 1994).

El mejorar la eficiencia reproductiva en un hato puede ser difícil, pero existen estrategias de manejo reproductivo para hacerlo, por ejemplo:

- Aumentar las tasas de servicio y preñez mediante protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo evitando la detección de estros.
- Identificación temprana de vacas vacías después del servicio disminuyendo el intervalo entre servicios (Vásquez, 2009).

Llevando un manejo integral de la reproducción bovina se pueden obtener parámetros reproductivos y productivos deseables que generen mayor utilidad económica, partiendo de prácticas y tecnologías (inseminación artificial, sincronización del estro y tratamientos de anestro) que ayuden positivamente a lograr la eficiencia reproductiva (Castillo y Gudiño, 2013).

Los tratamientos hormonales permiten sincronizar el celo y la ovulación. En las últimas décadas, se han comenzado a utilizar de manera masiva los programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) (Cutaia, *et al.*, 2003).

Estos programas mejoran la eficiencia reproductiva de las hembras debido a que se eliminan los errores humanos en la detección de los estros y, por lo tanto, aumenta la tasa de gestación (Bohórquez y Martínez, 2011). De igual forma, permiten reducir el número de días abiertos y obtener lotes de becerros uniformes, entre otras muchas ventajas.

4.6.1. Protocolo para inseminación artificial a tiempo fijo

La elección del programa de IATF depende de una gran cantidad de factores entre los que destacan, tipo de animales y edad de las hembras. Sin embargo, a pesar de elegir el protocolo ideal, a veces los resultados no son los esperados (Bó *et al.*, 2008). La principal ventaja de este tipo de programas es que se pueden inseminar más vacas por sesión sin necesidad de detectar celos (Graaff y Grimard, 2017).

En general, se pueden dividir a los protocolos de IATF en aquellos que utilizan combinaciones con hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$) llamados Ovsynch, y los que utilizan dispositivos con progesterona (P_4) y estradiol (E_2) (Komański *et al.*, 2015).

El protocolo Ovsynch ha dado buenos resultados en vacas lecheras, en las que se ha logrado una fertilidad aceptable. Sin embargo, cuando se aplica en vacas para carne, los resultados no han sido favorables, obteniéndose bajos porcentajes de concepción en vacas en anestro y en mala condición corporal (Bó *et al.*, 2008).

Para inducir el reinicio de la actividad ovárica, se utilizan tratamientos de progesterona. Actualmente se encuentran en el mercado dispositivos eficientes (CIDR[®]) que liberan P_4 y que son mantenidos en la vagina por un periodo de 7 u 8 días. En vacas para carne o de doble propósito, el tratamiento más utilizado consiste en administrar 2 mL de benzoato de estradiol (BE) por vía intramuscular junto con la inserción durante ocho días de un dispositivo intravaginal (CIDR[®]), al

momento de retirar el dispositivo se aplica una dosis de gonadotropina coriónica equina (eCG) junto con prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) y 24 horas después se administra 1 mg de BE. Se realiza la inseminación a tiempo fijo (IATF) entre las 52 y 56 horas de la remoción del dispositivo (Cutaia *et al.*, 2001).

La utilización de los dispositivos intravaginales CIDR[®] junto con la IATF y un diagnóstico de gestación certero han sido una buena herramienta para llevar a cabo un adecuado manejo integral de una explotación pecuaria, logrando obtener buenos beneficios económicos e introduciendo material genético de individuos superiores por medio de la inseminación artificial.

4.6.2. Manejo farmacológico del ciclo estral del bovino

4.6.2.1. Mecanismo de acción de los dispositivos intravaginales (DIB[®])

Los dispositivos intravaginales bovinos contienen 1 gr de progesterona. La función que tienen los progestágenos en la sincronización del ciclo estral es inhibir el pico preovulatorio de la hormona luteinizante (LH), bloqueando la ovulación hasta que es retirado del tratamiento, es decir, provoca la regresión del folículo dominante y acelera el cambio de ondas foliculares (Saldarriaga, 2009). El tiempo que los dispositivos permanecen en el animal debe ser suficiente para que ocurra la lisis del cuerpo lúteo en forma natural, sin importar en qué etapa del ciclo estral se lleve a cabo la sincronización (Galina y Valencia, 2008). Sin embargo, debido a que el tiempo que dura insertado el dispositivo es menor a la duración natural del cuerpo lúteo, al retirar el dispositivo es importante aplicar una

dosis luteolítica de PGF2 α para inducir la regresión del cuerpo lúteo, en caso de que éste aún se encuentre funcional al momento del retiro.

4.6.2.2. Mecanismos de acción del benzoato de estradiol

La aplicación de los estrógenos al inicio del tratamiento tiene como función provocar la atresia de los folículos existentes, evitando que los ovocitos ovulados provengan de folículos dominantes persistentes, lo cual asegura mayor fertilidad. La eliminación de los folículos va seguida por el comienzo de una nueva oleada folicular, cuatro días después. Esto permite que exista un folículo nuevo y un ovocito viable al momento de retirar el dispositivo liberador de P4 (Bó *et al.*, 2007).

La segunda administración de BE es fundamental para la sincronización de la ovulación y para obtener buenos índices de preñez a la IATF, debido a que induce el pico de la hormona luteinizante a través de la retroalimentación positiva del estradiol sobre la GnRH y LH, lo que resulta de una alta sincronía de la ovulación (Cutaia, *et al.*, 2001).

4.6.2.3. Mecanismo de acción de la Prostaglandina

La aplicación de la prostaglandina al momento de retirar el dispositivo intravaginal tiene como función provocar la regresión del cuerpo lúteo. Una vez que esto ocurre, el hipotálamo comienza a secretar mayor cantidad de GnRH, la cual actuará en la hipófisis anterior y causará un aumento en la producción de hormona folículo estimulante (FSH), la que finalmente provocará la aparición de una oleada folicular (Saldarriaga, 2009).

4.6.2.4. Mecanismo de acción de la Gonadotropina coriónica equina (eCG)

La eCG es una glicoproteína de larga vida media que tiene en la vaca un efecto similar a la hormona FSH (Bó *et al.*, 2008). La administración de eCG al momento de retirar el dispositivo con P4 favorece el crecimiento final del folículo hasta su tamaño ovulatorio y potencia la acción sincronizante de los progestágenos asegurando una perfecta sincronía de celos fértiles (Saldarriaga, 2009). Se ha observado que al incorporar la eCG en los protocolos de sincronización se logra un mayor porcentaje de preñez en vacas en anestro postparto y con condición corporal comprometida (Páez *et al.*, 2005).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización

El presente trabajo consistió en la evaluación de los registros reproductivos del ganado bovino de doble propósito del Rancho “El Clarín”, que pertenece al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. El Rancho “El Clarín” se ubica en el kilómetro 5.5 de la carretera Federal Martínez de la Torre-Tlapacoyan, en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz a 20°04'00” Latitud Norte, 97°03'00” Longitud Oeste y una altitud de 151 msnm. El clima es cálido húmedo con una temperatura anual de 23.4 °C y precipitación 1,840 mm (García, 2004).

5.2. Animales

Para la evaluación, se consideraron los registros reproductivos de 146 vacas (Holstein x Gyr) que fueron sincronizadas y servidas entre los años 2009 y 2016. Los criterios de inclusión de los registros reproductivos de las vacas en el estudio fueron: condición corporal promedio de 2.5 (en una escala de 1-5), con número de días postparto mayor a 45 días y que no presentaron reporte de enfermedad.

5.3. Alimentación y manejo

Las vacas fueron mantenidas en potreros en un sistema de pastoreo rotacional intensivo a una carga de 2.5 unidades animales/hectárea. Los potreros fueron cultivados con gramíneas como pasto Estrella africana (*Cynodon nlemfluensis*), pasto Mulato (*Brachiaria híbrido*, CIAT 36061), pasto Insurgente (*Brachiaria*

brizantha), entre otros. Únicamente las vacas en ordeña recibieron una suplementación diaria de 1 kg de alimento comercial con 16% de proteína cruda (Purina®, Línea Ganado Lechero).

5.4. Grupos

Las vacas fueron distribuidas en dos tratamientos:

1. Grupo IACD-Rc (Inseminación Artificial a Celo Detectado más Recelado; n=71): recibieron un dispositivo intravaginal de liberación controlada impregnado con 1 g de progesterona natural (Sincrogest®, Ourofino) durante nueve días. Al retirar el dispositivo intravaginal se aplicaron 330 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG; Folligon®, MSD Salud Animal) y 0.53 mg de cloprostenol sódico (Sincrocio®, Ourofino), ambas hormonas por vía intramuscular. La detección de estros se llevó a cabo entre los días 10 y 15, comenzando a las 24 horas después de retirar el dispositivo intravaginal. Las vacas detectadas en calor fueron inseminadas mediante el sistema am-pm (Graves *et al.*, 1997). Entre los días 16 y 38 post-inseminación se llevó a cabo el recelado que consistió en volver a detectar celos a todo el grupo para inseminar a las vacas que no quedaron gestantes en el primer servicio. El diagnóstico de gestación se realizó a los 45 días post-inseminación por palpación rectal. El esquema de manejo que se siguió para este grupo puede observarse en la Figura 2.

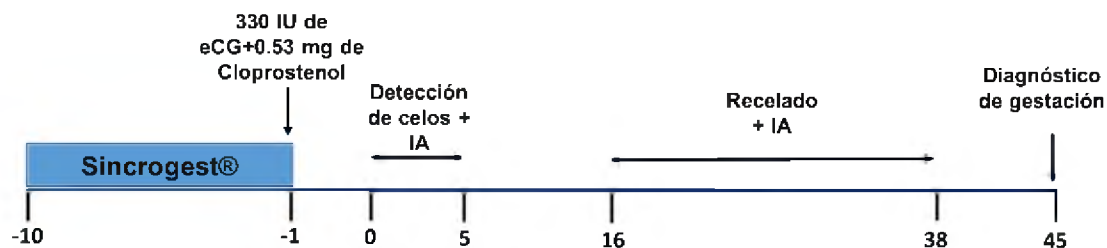


Figura 2. Actividades realizadas en el grupo inseminación artificial a celo detectado más recelado (IACD-Rc)

2. Grupo IATF-Rs (Inseminación Artificial a Tiempo Fijo más Resincronización; n=75): se les aplicó un dispositivo intravaginal de liberación controlada impregnado con 1 g de progesterona natural (Sincrogest®, Ourofino) durante 8 días y una dosis de 2 mg de benzoato de estradiol (Sincrodiol®, Ourofino) por vía intramuscular. Al retirar el dispositivo intravaginal se aplicaron 330 UI de gonadotropina coriónica equina (eCG; Folligon®, MSD Salud Animal) y 0.53 mg de cloprostenol sódico (Sincrocio®, Ourofino), ambas hormonas por vía intramuscular. Un día después del retiro del dispositivo intravaginal se aplicó una dosis de 1 mg de benzoato de estradiol, se realizó IATF a las 56 horas pos-retiro. El día 12 post-inseminación se realizó la resincronización de todas las vacas reinsertando por 7 días el dispositivo intravaginal utilizado en la sincronización previa y se aplicó 1 mg de benzoato de estradiol por vía intramuscular. Un día después del retiro se aplicó una dosis de 0.5 mg de benzoato de estradiol. A partir de ese momento se realizó la detección de estros, la cual se prolongó hasta cinco días después. Todas las vacas

detectadas en estro se inseminaron. El diagnóstico de gestación se realizó a los 45 días post-inseminación mediante palpación rectal. En la Figura 3 se esquematiza el protocolo seguido.

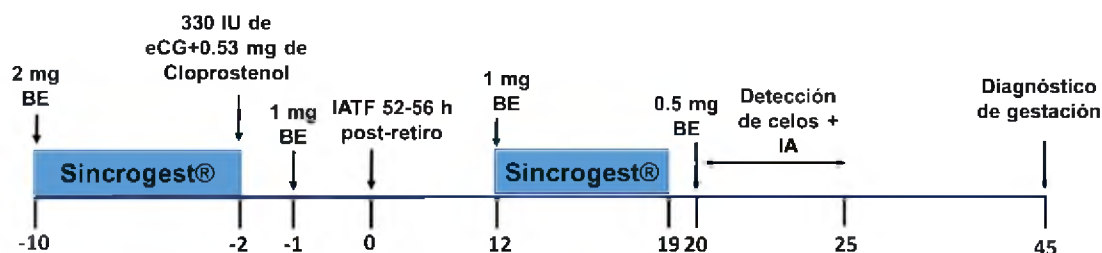


Figura 3. Actividades realizadas en el grupo inseminación artificial a tiempo fijo más resincronización (IATF-Rs)

5.5. Variables evaluadas:

El análisis reproductivo del hato consistió en calcular los parámetros reproductivos de mayor importancia entre los cuales destacan:

- **Días abiertos:** se calculó midiendo el intervalo entre el parto y la fecha del servicio en el cual la vaca quedó preñada.
- **Intervalo parto-primer servicio:** indica fallas en el manejo postparto de las vacas. Comprende el periodo fisiológico en el que los ovarios tardan en reiniciar su actividad y la involución uterina. Se calculó cuantificando los días transcurridos del parto hasta que la vaca fue servida por primera vez.
- **Número de servicios por concepción:** es el número total de servicios dados entre el número total de concepciones.

- Porcentaje de fertilidad: se calculó obteniendo la proporción de vacas gestantes entre el total de vacas que son elegibles para ser inseminadas. El resultado se multiplicó por 100 para expresarlo en porcentaje. Esta variable permite determinar errores humanos en el manejo reproductivo, asociados a una baja eficiencia en la detección de estros.
- Porcentaje de concepción a primer y segundo servicio: se calculó dividiendo el número de vacas preñadas entre el número de vacas a las que se les dio servicio y el resultado se multiplicó por 100 para que se exprese en porcentaje.
- Condición corporal: si bien no es una variable de respuesta, su determinación permite explicar en gran parte los resultados referentes al porcentaje de concepción. La condición corporal se midió en una escala de 1-5, donde vacas con condición corporal de 1 son flacas y vacas con condición corporal de 5 son obesas.

5.6. Determinación de la rentabilidad

Para mostrar la importancia de los protocolos de sincronización sobre la fertilidad y rentabilidad de la unidad de producción, se realizó una simulación por medio del programa en línea Software ganadero® (2018). Para la simulación, se consideraron parámetros reproductivos considerados como óptimos como los días abiertos (90 días) e intervalo entre partos (365 días). Asimismo, fueron incluidos parámetros ajustados al desempeño productivo o reproductivo de la mayoría de las unidades de producción de doble propósito: intervalo entre partos de 450 días, producción diaria de leche por vaca de 6 litros en un ciclo de

lactancia de 190 días y la producción de un becerro por año. Se consideró un precio de \$5.50 para el litro de leche comercializado. En contraparte, se consideraron costos por concepto de mano de obra, manejo y conservación de praderas y suplemento mineral.

5.7. Análisis estadístico

Los parámetros reproductivos se calcularon mediante fórmulas aritméticas señaladas anteriormente. La comparación entre los grupos se realizó mediante una prueba de Chi-cuadrada para el porcentaje de fertilidad, porcentaje de concepción a primer y a segundo servicio. Las variables días abiertos, intervalo entre partos, intervalo parto a primer servicio, número de servicios por concepción y condición corporal se analizaron mediante un análisis de varianza. Las diferencias entre medias fueron obtenidas mediante una prueba de Tukey con una significancia del 0.1. Asimismo, se realizó una regresión logística para determinar el efecto de la condición corporal en el porcentaje de concepción. Los análisis se llevaron a cabo con el programa estadístico SAS (SAS, 2010).

El modelo estadístico fue el siguiente:

Modelo aditivo lineal: $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$

Dónde:

Y_{ij} : es el valor de la variable de respuesta en el tratamiento i repetición j .

μ : es la media general.

T_i : es el efecto del tratamiento i .

E_{ij} : es el error asociado a la medición del tratamiento i repetición j .

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Días abiertos

Los días abiertos observados en ambos grupos se muestran en el Cuadro 4. No se encontraron diferencias entre tratamientos ($P>0.05$).

Cuadro 4. Parámetros reproductivos de ganado bovino de doble propósito en respuesta a dos tratamientos hormonales: a celo detectado-recelado (IACD-Rc) y a tiempo fijo-resincronización (IATF-Rs).

Variable	IACD-Rc	IATF-RS	Promedio global	P> F	R ²
DA	150.2 ± 20.1*	172.7 ± 14.6	165.1 ± 11.8	0.368	0.009
IEP	430.2 ± 20.1	452.7 ± 14.6	445.1 ± 11.8	0.368	0.009
IPPS	144.6 ± 20.2	164.0 ± 14.6	157.3 ± 11.8	0.438	0.006
NSC	1.25 ± 0.08	1.34 ± 0.06	1.31 ± 0.05	0.356	0.009

DA: Días abiertos; IEP: Intervalo entre partos; IPPS: Intervalo parto a primer servicio; NSC: Número de servicios por concepción.

*En cada celda se presenta la media de la variable y su error estándar.

Los días abiertos representan uno de los principales parámetros para medir la eficiencia reproductiva del hato. Este parámetro refleja el manejo reproductivo de la unidad productiva, así como la capacidad reproductiva de la vaca para volver a quedar gestante después del último parto. Los días abiertos obtenidos en este estudio para IACD-Rc (150.2 ± 20.1 días) se encuentran justo en el límite y para IATF-Rs (172.7 ± 14.6 días) por arriba del promedio que se maneja para ganado bovino de doble propósito en trópico, el cual es de 149 días (Anta, 1987; Magaña y Segura 1998; Magaña *et al.*, 2002), lo que indica fallas en el manejo.

El número de días abiertos encontrado en este estudio es similar al reportado por Perotto *et al.*, (2006) quienes realizaron un estudio en Brasil con ganado Nellore

de Paraná y obtuvieron valores de 186 días, y de 166 días en cruzas Simmental por Nellore. Asimismo, Vite-Cristóbal *et al.*, (2007) observaron un valor para días abiertos de 163.5 en ganado $\frac{3}{4}$ Suizo $\frac{1}{4}$ Cebú en tres ranchos ganaderos del norte de Veracruz. Sin embargo, los promedios de días abiertos observados en el presente estudio (150.2 y 172.7) fueron superiores a los óptimos (85 a 115 días) de acuerdo con Ortiz *et al.*, (2005). Lo anterior pudo deberse a que el manejo reproductivo del rancho consiste en dos empadres al año, lo cual significa que, si una vaca entró en calor inmediatamente después de terminar el empadre tuvo que esperarse hasta el siguiente empadre, alargando con ello sus días abiertos de manera considerable.

6.2. Intervalo entre partos

El intervalo entre partos para ambos grupos se presenta en el Cuadro 4. No se observaron diferencias entre grupos ($P>0.05$). Lo anterior se debió a que el intervalo entre partos tiene una relación directa con los días abiertos, ya que resulta de sumar éstos a la duración de la gestación, cuyo valor es constante.

Los resultados observados en ambos tratamientos son similares a los reportados por Perotto *et al.* (2006) quienes registraron en Brasil un intervalo entre partos de 466 días en ganado Nellore de Paraná. Así como a los reportados por Mejía-Bautista (2010) en un estudio realizado en Yucatán con un intervalo entre partos de 433 días en razas de ganado cebuino, europeo y sus cruzas y con los de Arce *et al.*, (2017) con 447 días en vacas de doble propósito (Holstein x Cebú).

El IEP observado fue inferior al reportado por Arellano *et al.* (2006) quienes realizaron un estudio en Ozuluama, Veracruz con datos de 1984 a 2000, en cruza de Cebú x Holstein, encontrando un intervalo entre partos promedio de 490 días. En el trópico mexicano, el IEP está entre 433 y 452 días en vacas cebú y cruzadas con europeo (Magaña y segura 1998; Magaña *et al.*, 2002; Rojo-Rubio *et al.*, 2009). Por lo tanto, los resultados obtenidos en este estudio para ambos tratamientos están dentro del rango señalado.

6.3. Intervalo parto primer servicio

El intervalo parto a primer servicio no difirió entre grupos ($P>0.05$), como se aprecia en el Cuadro 4. Los valores obtenidos en este estudio son superiores a los indicados por Galina y Rubio (2001) quienes obtuvieron una media de 129 días para ganado bovino de doble propósito, pero similares a los obtenidos por Anta *et al.* (1989) quienes reportan una media de 154 días.

El parámetro intervalo parto a primer servicio puede estar elevado en ambos tratamientos con respecto a valores óptimos para este sistema, debido a que algunas vacas que no quedaron gestantes en el empadre de verano se tomaron en cuenta para el empadre de invierno, lo cual fue ajeno a fallas en el protocolo hormonal.

6.4. Número de servicios por concepción

El número de servicios por concepción para ambos grupos se presenta en el Cuadro 4. No se observaron diferencias entre tratamientos hormonales para esta variable ($P>0.05$).

El genotipo de las vacas sometidas a ambos tratamientos fue similar (Holstein x Cebú). El número de servicios por concepción fue inferior al reportado por Quijano y Montoya (2003) en Colombia donde observaron 1.87 y 1.62 servicios por concepción en vacas Holstein y en cruzamiento Holstein x BON, respectivamente. Por otro lado, en un estudio retrospectivo (1974-2007) con inseminación a celo detectado en vacas Indobrasil se reportaron medias de 1.6 servicios por concepción en el campo experimental de Playa Vicente, Veracruz, México (Ríos *et al.*, 2013). Sin embargo, los resultados del presente estudio son superiores a los registrados por Martínez y Sierra (2010), quienes con la aplicación de dispositivo intravaginal DIB® más eCG al momento del retiro obtuvieron 1.23 servicios por concepción. Por su parte, Martínez (2007) reportó 1.29 de servicios por concepción en vacas de las razas Brahman, Nellore y Gyr tratadas con CIDR®, en el trópico, lo que indica que las vacas detectadas en calor efectivamente si lo estaban.

6.5. Porcentaje de fertilidad

En el Cuadro 5 se presentan los porcentajes de fertilidad para los grupos de inseminación artificial a celo detectado más recelado (IACD-Rc) e inseminación artificial a tiempo fijo más resincronización (IATF-Rs). El porcentaje de fertilidad

a primer servicio del grupo IATF-Rs fue superior ($P<0.05$) al del grupo IACD-Rc (53 vs 34).

El porcentaje de fertilidad obtenido durante el segundo servicio también fue más alto ($P<0.05$) en el grupo IATF-Rs, en comparación con el grupo IACD-Rc (60 vs 18). Asimismo, el análisis de la fertilidad global en ambos grupos permitió determinar que los valores más altos ($P<0.05$) se alcanzaron en el grupo IATF-Rs (81 vs 45).

El hecho que una mayor cantidad de vacas sean inseminadas, influye en el porcentaje de fertilidad, obteniéndose valores más altos (Giraldo, 2008). Una adecuada detección de estros en los programas de sincronización de calores es imprescindible para garantizar el éxito de dichos programas. Lo anterior fue confirmado en el presente estudio en el que el 100% de las vacas del grupo IATF-Rs fueron inseminadas, mientras que en el grupo IACD-Rc solo se inseminó el 91% de las vacas, obteniendo un mayor porcentaje de fertilidad en el grupo IATF-Rs (81 vs 45%). Los resultados indican que los programas IATF-Rs mejoran el porcentaje de fertilidad debido a que la totalidad de las vacas incluidas son inseminadas, de esta manera se elimina el error humano en la detección de estros.

Los resultados obtenidos en este estudio para el tratamiento de IATF-Rs son muy similares a los reportados por Bó *et al.* (2007), quienes obtuvieron valores de fertilidad de 51%. Sin embargo, en la resincronización del presente estudio se obtuvieron valores más altos con respecto al estudio mencionado (40% vs 60%).

Cuadro 5. Porcentajes de fertilidad y concepción en vacas inseminadas a celo detectado-recelado (IACD-Rc) y en vacas inseminadas a tiempo fijo-resincronización (IATF-Rs).

Tratamiento	N	Primer servicio		Segundo servicio		Fertilidad global (%)
		Vacas servidas	Fertilidad (%)	Vacas servidas	Fertilidad (%)	
Fertilidad (%)						
IACD-Rc	71	65	24/71 (33.8) ^a	27	8/47 (17.6) ^a	32/71 (45.07) ^a
IATF-Rs	75	75	40/75 (53.3) ^b	30	21/35 (60) ^b	61/75 (81.33) ^b
Concepción (%)						
IACD-Rc	65	65	24/65 (36.9) ^a	27	8/27 (29.6) ^a	32/65 (49.2) ^a
IATF-Rs	75	75	40/75 (53.3) ^a	30	21/30 (70) ^b	61/75 (81.33) ^b

^{a, b}: Superíndices diferentes entre filas indican diferencia estadística (PChisq <0.0001).

Al analizar el porcentaje de fertilidad global, en el grupo IATF-Rs, Bó *et al.* (2007), obtuvieron 72%, mientras que en este estudio se lograron valores de 81%. De igual forma Cavalieri (2006) tuvo resultados inferiores en comparación a los obtenidos en este estudio pues solo logro un 63% de preñez final. Balla *et al.*, (2005) lograron un porcentaje similar al obtenido en este estudio con 80% de preñez final (64% en el primer servicio y 45% en el segundo) utilizando para el estudio vacas Brangus y Braford con una condición corporal de 2.5-3.5 (en escala de 1-5).

El resultado alcanzado en el presente estudio concuerda con otros autores (Baruselli *et al.*, 2003; Bó *et al.*, 2005; Cutaia *et al.*, 2003) quienes han obtenido valores promedio del 50% a primer servicio trabajando vacas con cría al pie y en condición corporal pobre, solo si el protocolo (así como en este estudio) es complementado con una dosis aceptable de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) y las vacas no estén perdiendo peso.

Este estudio confirma que con el tratamiento de IATF-Rs se puede lograr más de un 75% de gestación, teniendo en cuenta factores como la condición corporal y estado reproductivo de las vacas (cíclicas o en anestro).

A diferencia de los resultados obtenidos en el tratamiento de IATF-Rs, la IACD-Rc muestra valores menores que los obtenidos por Saharrea (2007) quien en la inseminación reporta valores de 44 % de preñez y en el recelado valores superiores a los obtenidos en el presente estudio (20% vs 17%), teniendo como preñez final 55%, mientras que en el presente estudio se logró un valor de 45%

de preñez final. De igual forma, los resultados de nuestro estudio se vieron superados por Luzbel *et al.* (2005) y por Sánchez (2009) quienes obtuvieron porcentajes de 52% y 58% respectivamente. Lo cual puede deberse a las diferencias en la condición corporal de las vacas incluidas en cada estudio. En nuestro caso, las seis vacas con condición corporal más baja en el grupo IACD-Rc no manifestaron celo en ningún momento del experimento, es decir, solo el 92% del total de las vacas respondieron a la sincronización.

6.6. Porcentaje de concepción

Los porcentajes de concepción al primer servicio, segundo servicio y global, se observan en el Cuadro 5. El porcentaje de concepción al primer servicio no mostró diferencias entre grupos ($P>0.05$). Sin embargo, el porcentaje de concepción al segundo servicio y porcentaje de concepción global si mostraron diferencias entre grupos ($P<0.05$). A pesar de que no se encontraron diferencias estadísticas, se observa una diferencia numérica amplia entre grupos, con porcentajes de concepción de 37% y 53% para IACD-Rc e IATF-Rs, respectivamente. Con respecto al porcentaje de concepción al segundo servicio, la diferencia entre IACD-Rc e IATF-Rs fue más evidente (30% vs 70%), respectivamente. Al realizar la comparación del porcentaje de concepción global, en la que se contemplan el primer y el segundo servicio, se encontró un porcentaje de concepción mayor en el grupo IATF-Rs (81%) en comparación con el grupo IACD-Rc (49%). Estos resultados indican que una mayor proporción de vacas servidas quedaron gestantes en el grupo IATF-Rs. Lo anterior corrobora lo observado por Bó *et al.* (2008) quienes reportan que al someter a un grupo de

vacas a protocolos de inseminación a tiempo fijo, con resincronización se logran porcentajes de concepción más elevados, lo que se atribuye a la mayor cantidad de vacas inseminadas. .

Los resultados mostrados en el presente estudio muestran que la fertilidad fue mayor en el grupo IATF-Rs, logrando porcentajes de concepción de 53, 70 y 81% para el primer servicio, segundo servicio y porcentaje de concepción total, respectivamente. Estos resultados son similares a los obtenidos por Balla *et al.*, (2005) quienes lograron porcentajes de concepción a primer servicio de 64%, de 45% en la resincronización y de 80% en la concepción final. Por su parte Bó *et al.*, (2008) y Bohórquez y Martínez (2011) reportaron una tasa de concepción de 55% al primer servicio, para vacas Holstein x Cebú con condición corporal de 3.3 tratadas con progesterona, benzoato de estradiol, eCG y prostaglandina.

Con respecto al tratamiento IACD-Rc se observa que los porcentajes de concepción logrados en este estudio son bajos al primer (37 %) y segundo servicio (30%), así como concepción global (49%) con respecto a lo reportado por Saharrea (2007) quien en el primer servicio logro 48% de concepción y en el recelado 24% de concepción, teniendo como concepción final 60%.

El hecho de que el grupo IATF-Rs tenga un porcentaje de concepción superior al IACD-Rc en el presente estudio, es un reflejo del resultado obtenido en el segundo servicio. Lo anterior demuestra que los programas de IATF seguidos de resincronización permiten gestar una mayor cantidad de vacas que no concibieron durante el primer servicio, lo que incrementa la tasa de gestación.

6.7. Condición corporal

En el Cuadro 6 se presenta la condición corporal en cada uno de los grupos. El grupo IATF-Rs mostró mejor condición corporal que el grupo IACD-Rc ($P < 0.05$).

Cuadro 6. Condición corporal en vacas inseminadas a celo detectado-recelado (IACD-Rc) y en vacas inseminadas a tiempo fijo-resincronización (IATF-Rs).

Tratamiento	N	CC $\pm$ E.E	CC* $\pm$ E.E	Pr > F	R ²
IACD-Rc	71	2.36 ^a $\pm$ 0.03	2.50 $\pm$ 0.02	<0.0001	0.1954
IATF-Rs	75	2.64 ^b $\pm$ 0.03			

^{a, b}: Superíndices diferentes entre filas indican diferencia estadística ($P < 0.05$).

La condición corporal de un animal se relaciona con la cantidad de reservas grasas que el animal dispone (Melo y Boetto, 1999). Existe una relación importante entre el nivel nutricional de las hembras y su fertilidad, ya que la partición de nutrientes se orienta primero a mantener la vida de la vaca y luego a la propagación de la especie.

En el presente trabajo, no se observó un efecto significativo de la condición corporal sobre la tasa de concepción ($P > 0.05$). En un estudio en el que fue evaluado el efecto de la condición corporal sobre la tasa de preñez en programas de IATF (Cutaia *et al.*, 2003) los resultados sugieren que, para tener una buena respuesta al tratamiento, las vacas deben estar en una condición corporal mínima de 2.5 (en escala de 1-5), ya que cuando las vacas se encuentran por debajo de esta categoría, la tasa de preñez es menor.

6.8. Relación costo–beneficio de ambos tratamientos hormonales por animal

En el Cuadro 7 se presentan los costos de los tratamientos IACD-Rc e IATF-Rs. La implementación de ambos tratamientos consistió en la utilización de progestágenos (dispositivos intravaginales impregnados con progesterona), eCG y PGF2 α . La administración de dosis de BE únicamente se llevó a cabo en el grupo IATF-Rs.

Cuadro 7. Relación de costos por vaca en función de los protocolos hormonales utilizados (IACD-Rc e IATF-Rs).

Hormona	COSTOS (\$)	
	IACD-Rc	IATF-Rs
Progestágeno	187.5	187.5
eCG	141.9	141.9
PGF2 α	32.2	32.2
BE	—	31.8
TOTAL	361.6	393.4

IACD-Rc: inseminación artificial a celo detectado más recelado; IATF-Rs: inseminación artificial a tiempo fijo más resincronización; eCG: gonadotropina coriónica equina; PGF2 α : prostaglandina F2 α ; BE: benzoato de estradiol.

El costo difiere por \$32 (\$361 vs \$393) para los grupos IACD-Rc e IATF-Rs, respectivamente. Cuando se implementa un tratamiento hormonal se contempla la relación costo-beneficio para evaluar el costo de cada tratamiento utilizado y la ganancia obtenida al llevarlo a cabo. Una mayor relación costo-beneficio significa que se obtiene una mayor ganancia a partir de un tratamiento. En el presente estudio, la diferencia del costo de los tratamientos es muy cerrada (\$32), mientras que es evidente la diferencia entre el porcentaje de fertilidad en ambos grupos (45 vs 81% para los grupos IACD-Rc e IATF-Rs, respectivamente). En una vaca de doble propósito se considera normal un intervalo entre partos de 365

días, sin embargo, se ha calculado que en promedio las vacas en el trópico mexicano exhiben intervalos entre partos de 450 días.

La simulación con el Software ganadero® estableció que los ingresos por ciclo por vaca ascienden a \$15,270 por concepto de la venta de leche y de becerro destetado. El costo de producción por vaca por ciclo es de \$4,452.81. La utilidad por vaca por ciclo y la utilidad por vaca por día fue de \$10,817.19 y \$28.85, respectivamente. Este dato por separado no representa una gran magnitud monetaria, sin embargo, si se considera que cada que se pierde un estro, el productor deberá esperar un ciclo estral completo (21 días) para volver a tener la oportunidad de gestar a la vaca, al final por cada ciclo estral que no es aprovechado, el productor perderá \$606.

Para evitar la pérdida de estros viables, se utilizan tratamientos de sincronización de calor, los cuales concentran los estros de un grupo de vacas en un periodo de 1-5 días. Recientemente, han surgido los tratamientos de sincronización de la ovulación, los cuales permiten eliminar la detección visual del estro en las vacas, lo cual significa que todas las vacas que inician el tratamiento son inseminadas sin la necesidad de determinar si están en calor o no.

En el presente estudio, se compararon un tratamiento de sincronización del estro (IACD-Rc) y un tratamiento de sincronización de la ovulación (IATF-Rs). Como se mencionó anteriormente, los tratamientos utilizados tuvieron costos de \$361 y \$393 para los grupos IACD-Rc e IATF-Rs, respectivamente. Si se consideran los costos de los tratamientos y lo que el productor deja de ganar por cada ciclo estral

no aprovechado (\$606), se puede observar que lo que gasta el productor es menor al beneficio obtenido después de someter a un tratamiento hormonal y lograr la gestación de las vacas, dejándole un margen de utilidad de entre 212 a 244 pesos.

A pesar de que la diferencia en el costo de los tratamientos hormonales es mínimo, con el tratamiento IATF-Rs se logró un aumento de 36 puntos porcentuales con respecto al tratamiento IACD-Rc en lo referente a fertilidad global. Por lo tanto el tratamiento IATF-Rs supone una mayor rentabilidad que el tratamiento IACD-Rc.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

El grupo IATF-Rs mostró mayores tasas de concepción y fertilidad globales en comparación con el grupo IACD-Rc.

El costo de los tratamientos IACD-Rc e IATF-Rs es similar. Sin embargo, el tratamiento IATF-Rs mostró mayor tasa de fertilidad que el tratamiento IACD-Rc, lo que implica que el tratamiento IATF-Rs es más rentable.

Pese a que la condición corporal difirió entre grupos, no se observó un efecto significativo de la misma sobre la fertilidad de las vacas en ningún grupo.

7.2. Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos en el presente trabajo, se recomienda utilizar tratamientos de inseminación artificial a tiempo fijo más resincronización con la finalidad de aumentar la eficiencia reproductiva e incrementar la rentabilidad de la explotación.

8. LITERATURA CITADA

- Anta, J. E. 1987. Análisis de la información publicada sobre la eficiencia reproductiva del ganado bovino en el trópico mexicano. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Anta, J. E., Rivera, J. A., Galina, C., Porras, A. y Zarco, L. 1989. Análisis de la información publicada en México sobre la eficiencia reproductiva de los bovinos. II. Parámetros reproductivos. *Veterinaria México* 20:11-18.
- Arce, R. C., Aranda, I. E., Osorio, A. M., González, G. R., Díaz, R. P. e Hinojosa, C. J. 2017. Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en un hato de doble propósito en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8:83-91.
- Archbald, L. F., Norman, S. N., Bliss, E. L., Tran, T. L., Thomas, P. G. y Rathwell, A. C. 1990. Incidence and treatment of abnormal postpartum ovarian function in dairy cows. *Theriogenology* 34:283-290.
- Arellano, S., Martínez, J., Romero, E., Briones, F., Domínguez, M. y de la Garza, F. 2006. Factores genéticos ambientales que afectan el intervalo entre partos y días a primer parto en ganado de doble propósito en el norte de Veracruz. *Avances en Investigación Agropecuaria* 10: 43-53.
- Arthington, J. 1999. Utilize body condition scoring to improve beef cow productivity. South Florida Beef- Forage Program. University of Florida.

Disponible en http://sfbfp.ifas.ufl.edu/articles/article_1999_december.shtml. Consultado en febrero del 2018.

Ávila, D. A. 1993. Manejo reproductivo en el ganado bovino. Aportaciones tecnológicas para la ganadería veracruzana. INIFAP Paso del Toro, Veracruz 10:15-22.

Balla, E., Maraña, P. D., Chesta, P., Pincinato, D., Tríbulo, R. y Bó, G.A. 2005. Efecto de la dosis de benzoato de estradiol en el momento de la reinserción del CIDR-B en un programa de resincronización de celos en vaquillonas. Memorias de VII Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina: INRA- 2005; abstr.

Baruselli, P. S., Marques, M. O., Reis, E. L. y Bó, G. A. 2003. Tratamientos hormonales para mejorar la performance reproductiva de vacas de cría en anestro en condiciones tropicales. Memorias de V Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba. Pp. 102-116.

Baruselli, P. S., Bó, G. A., Reis, E. L., Marques, M. O., Sá Filho, M. F. 2005. Introducción de la IATF en el manejo reproductivo de rebaños de engorda en Brasil. Memorias del I Congreso Internacional de Reproducción Bovina; septiembre 28-30; Bogotá, Colombia: Intervet 121-135.

Baruselli, P. S., Ayres, H., Souza, A. H., Martins, C. M., Gimenes, L. U. y Torres-Junior, J. R. S. 2006. Impacto de la IATF en la eficiencia reproductiva en bovinos carne. II Simposio Internacional de Reproducción Aplicada. Pp. 113-132.

Basurto, C. H. 2007. Programa estacional de reproducción: una alternativa para la producción bovina en pastoreo en el trópico mexicano (Artículo de internet). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Martínez de la Torre, Veracruz, México. Disponible en <http://www.ganaderialaluna.com/pdf/BtRgz00g031.pdf>. Consultado en febrero del 2018.

Bó, G. A., Cutaia, L. E., Chesta, P., Balla, E., Picinato, D., Peres, L., Maraña, D., Avilés, M., Menchaca, A., Veneranda, G. y Baruselli, P. S. 2005. Implementación de programas de inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de cría de Argentina. VI Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina. Pp.97-128.

Bó, G. A., Cutaia, L. E., Chesta, P., Balla, E., Picinato, D., Peres, L., Maraña, D. y Baruselli, P. S. 2007. Inseminación artificial a tiempo fijo ¿cómo tener los mejores resultados? Revista Brangus. BS. AS 29:84-90.

Bó, G. A., Cutaia, L. E., Souza, A. H. y Baruselli, P. S. 2008. Actualización sobre protocolos de IATF en bovinos de leche. Procedimientos del 3 Simposio Internacional sobre Reproducción Animal Aplicada. Londrina, Brasil. Pp. 95-110.

Bohórquez, J. y Martínez, C. AP. 2011. Utilización de dispositivos intravaginales (CDR-B) nuevos y usados en vacas doble propósito y su efecto en la tasa de preñez. Proyecto de tesis. Instituto de Reproducción Animal Córdoba.

- Casagrande, H. J., Frasinelli, C. A. y Venenciano, J. H. 2004. La condición corporal como herramienta de manejo en rodeos de cría bovina. Estación Experimental Agropecuaria de San Luis. Información técnica número 168. Pp.4-17.
- Castillo, R. H. y Gudiño, R. S. E. 2013. Repoblamiento e incremento de la leche y carne del hato veracruzano, con semen sexado y el manejo integral de la reproducción bovina. Proyecto UGRZC (Unión Ganadera Regional de la Zona Central de Veracruz), SAGARPA.
- Cavalieri, J., Hepworth, G., Fitzpatrick, L. A., Shephard, R. W. y Macmillan, K. L. 2006. Manipulation and control of the estrous cycle in pasture-based dairy cows. *Theriogenology* 65:45-64.
- Chiesa, D. 2009. Condición corporal en la ganadería de cría. Instituto de Promoción de la Carne Vacuna, Argentina. Cuadernillo Técnico número 8.
- Córdova, I. A y Pérez, G. JF. 2002. Indicadores reproductivos de bovinos en el trópico mexicano y factores que lo determinan. *Medicina Veterinaria* 19: 47-56.
- Cutaia, L., Moreno, D., Villata, M. L. and Bó, G. A. 2001. Synchrony of ovulation in beef cows treated with progesterone vaginal devices and estradiol benzoate administered at device removal or 24 hours later. *Theriogenology* 55: 408 (abstr).

- Cutaia, L., Veneranda, G., Tribulo, R., Baruselli, P. S. y Bó, G. A. 2003. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de cría: factores que lo afectan y resultados productivos. V Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba. Pp:119-132.
- Edmonson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T. and Webster, G. 1989. A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 72:68-78.
- Espinosa, J., Matus, J., Martínez, M. A., Santiago, M., Román, H y Bucio, L. 2000. Análisis económico de la tecnología bovina de doble propósito en Tabasco y Veracruz. *Agrociencia* 34:651-661.
- Galina, C. S. y Arthur, G. H. 1989. Review de cattle reproduction in the tropics 3. Puerperium, *Animal Breeding Abstracts* 57:899-910.
- Galina, C. S. y Rubio, Ivete. 2001. New perspectives and opportunities for improving reproduction in dual purpose cattle. Departamento de Reproducción Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. Pp. 165-171. Disponible en http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/32/032/32032367.pdf. Consultado en febrero del 2018.
- Galina, C. S., Rubio, I., Basurto, H. y Orihuela, A. 2001. Consequences of different suckling systems for reproductive activity and productivity of cattle in tropical conditions, *Applied Animal Behaviour Science* 72, 255–262.

- Galina, C. S. y Valencia, J. 2008. Reproducción de animales domésticos. Editorial Limusa, Tercera Edición, México, D. F., Pp. 121.
- Gallegos, S. J. 2010. Manejo reproductivo en las explotaciones lecheras. Colegio de Postgraduados. Folleto técnico. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto Nacional de Geografía. Quinta Edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Giraldo, J. 2008. Sincronización y resincronización de celos y de ovulaciones en ganado de leche y carne. Revista Lasallista de Investigación 5:90-99.
- Glauber, E. C. 2007. Manejo reproductivo en el rodeo bovino lechero: propuestas y reflexiones. Monografía. Facultad Ciencias Veterinarias. Universidad de Buenos Aires, Argentina. Pp 1-5.
- Gómez, G. F. y Hernández, B. G. 1987. Plan de mejoramiento en el ganado de carne. Primer curso nacional de mejoramiento animal-COLVEZA. Antioquia. Pp 157-166.
- González, S. C. 1992. Fisiología reproductiva en vacas mestizas de doble propósito. Ganadería mestiza de doble propósito. Universidad de Zulia. Maracaibo, Venezuela. Capitulo VIII. Pp 153-187.

- González, S. C. 1995. Manejo reproductivo en novillonas mestizas de reemplazo. Manejo de la ganadería mestiza de doble propósito. Ediciones Astro Data S. A. Maracaibo. Capitulo XXVI. Pp 427-581.
- Graaff, W. y Grimard, B. 2017. Progesterone-releasing devices for cattle estrus induction and synchronization: Device optimization to anticipate shorter treatment durations and new device developments. Theriogenology 112:34-43.
- Graves, W. M., Dowle, H. H., Lama, K. C., Johnso, D. L., Saxton, A. M. and Montgomery, M. J. 1997. The effect of artificial insemination once versus twice per day. J. Dairy Sci 80:3068-3071.
- Guarneros, A. R., Rosales, A. J., Ávila, C. JM., González, V. EA., Cantú, C. A., González, P. MA. y Santos, V. SG. 2012. Manual para incrementar la producción de leche en el trópico seco de México. Campo Experimental Las Huastecas-CIRNE-INIFAP. Pp 21-22.
- Hendrix, K. S., Horstman, L. A., Houghton, P. L., Lemenager, R. P. and Moss, G. E. 1990. Effects of body composition, pre- and postpartum energy level and early weaning on reproductive performance of beef cows and preweaning calf gain. Journal of Animal Science 68:1438-1446.
- Hernández, B. G. y Alvarado, A. L. 1995. Características reproductivas y productivas de F1 Holstein-Cebú y Holstein-Criollo en el trópico colombiano. Ganadería de doble propósito. Bogotá. Pp 129-134.

- Komañsky, G. E., Berisso, R. y Rodríguez, G. A. 2015. Factores que afectan los resultados de la IATF y su impacto económico en rodeos de cría. Tesina de la Orientación Producción de Bovinos de Carne. Facultad de Ciencias Veterinarias UNCPBA.
- Lagunes, L. J. y Aguilar, B. U. 1997. Perspectivas productivas y económicas de la ganadería de doble propósito en el trópico. En: Memoria del III Simposio de Ganadería Tropical "Bovinos de doble propósito". Publicación Especial No. 12. INIFAP. Teziutlán, Puebla. México. pp. 97-108.
- Livas, F., 2014. Estrategias de Alimentación para Ganado Bovino en las Regiones Tropicales. XXXVII Congreso Nacional de Buiatria. Disponible en <http://bmeditores.mx/estrategias-alimentacion-para-ganado-bovino-en-las-regiones-tropicales/>. Consultado en octubre del 2017.
- López, F. J. 2006. Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas Holstein. Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias 4:77-86.
- Lozano, D. RR., Leyva, R. G. y Moreno, F. LA. 1992. Efecto del medio ambiente sobre el comportamiento reproductivo y la fertilidad de vacas de la raza suizo americano en el trópico subhúmedo. Técnica Pecuaria en México 30:208-222.
- Luzbel, R., Fernández, G., Lares, S., Formia, N. y Migliorisi, L. 2005. Inseminación sistemática en rodeos de leche bajo condiciones pastoriles. Memorias del I Congreso Internacional de Reproducción Bovina; Bogotá, Colombia. Intervet 19-24.

- Magaña, J. G., Delgado, R. y Segura, J. C. 2002. Factores ambientales y genéticos que influyen en el intervalo entre partos y el peso al nacer del ganado cebú en el sureste de México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 36:317-322.
- Magaña, J. G. y Segura, J. C. 1998. Factores ambientales y genéticos que afectan el comportamiento predestete y el intervalo entre partos del ganado *Bos indicus* en el sureste de México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 32:337-402.
- Magaña, J. G. y Segura, J. C. 2006. Body weights at weaning and 18 months of Zebu, Brown Swiss, Charolais, and crossbed heifers in south-east Mexico. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 123:37-43.
- Magaña, M. JG., Ríos, A. G. y Martínez, G. JC. 2006. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. *Producción animal* 14:105-114.
- Marchi, A. 1992. Proyecto ganadero en áreas de pastizal natural. Información técnica 124. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria San Luis.
- Martínez, P.M. 2007. Efecto de los progestágenos Crestar® y CIDR® en la inducción y sincronización de celos en ganado Cebuino, en la hacienda las Mercedes, Departamento de Francisco Morazán, Honduras. Tesis de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras.

- Martínez, P. C. y Sierra, S. I. 2010. Efecto de la aplicación de eCG al momento del retiro del implante intravaginal DIV-B® sobre los porcentajes de inducción de celo y preñez en vacas lecheras con anestro pos parto. Tesis de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras.
- Mejía-Bautista, G. T., Magaña, J. G., Segura, J. C., Delgado, R. y Estrada-León, R. J. 2010. Comportamiento reproductivo y productivo de vacas *Bos indicus*, *Bos taurus* y sus cruces en un sistema de producción vaca: cría en Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 12:289-301.
- Melo, O. y Boetto, C. 1999. Efecto de la nutrición sobre la fertilidad en la vaca de cría. Módulo V del curso de Posgrado en Reproducción Bovina (Instituto de Reproducción Animal Córdoba); 37-61.
- Morales, G. D., Pérez, D. BA. y Botero, B. R. 2009. Parámetros productivos y reproductivos 2009 de importancia económica en ganadería bovina tropical. Artículo técnico. Universidad Earth. Costa Rica. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/parametros-productivos-reproductivos-2009-t27793.htm>. Consultado en febrero del 2018.
- Moro, J., Castañeda, O. G., Ruiz, F. y Román, H. 1994. Aplicación de un sistema de registro de la producción en ganaderías de doble propósito. Memoria de la VII Reunión científica del sector agropecuario y Forestal del Estado de Veracruz, México.

- Nordéus. K., Båge. R., Gustafsson. H., Humblot, P., y Söderquist L. 2012. The influence of oestrous substances on cyclicity and oestrous behaviour in dairy heifers. *Acta Veterinaria Scandinavica* 54:26.
- Orantes, Z. M.A., Vilaboa, A. J., Ortega, J. E y Córdova, A. V. 2010. Comportamiento de los comercializadores de ganado bovino en la región centro del estado de Chiapas. *Revista Quehacer Científico, Chiapas* 1:51-56.
- Ortiz, S. J. A., García, T. O y Morales, T.G. 2005. Manual para el manejo de bovinos productores de leche. Memorias del curso de capacitación a jóvenes emprendedores como productores de bovinos lecheros. Colegio de Postgraduados-Secretaría de la Reforma Agraria. Pp 1-53. Disponible en: <http://www.infolactia.com/wp-content/uploads/2015/03/561.pdf>. Consultado en febrero del 2018.
- Páez, R., Hernández, J., Saharrea, A. y Gutiérrez, C. G. 2005. Efecto de un tratamiento agudo con norgestomet en la dinámica folicular de vacas Cebú x Holstein sincronizadas con implantes de norgestomet y eCG. *Avances en Investigación Agropecuaria* 9:1-7.
- Peñafort, C. y Bavera, G. A. 2005. Condición corporal. Facultad de Agronomía y Veterinaria. (UNRC). Curso de producción bovina de carne. Sitio Argentino de Producción Animal. Pp 1-13.
- Pérez, H. P. y Díaz, R. P. 2008. Ganadería bovina de doble propósito: problemática y perspectivas hacia un desarrollo sustentable. In: González,

- S. C., Madrid, B. N y Soto, B. E. (eds). Capítulo V: Desarrollo sostenible de la ganadería doble propósito. Fundación GIRARZ. Zulia. Pp 58-69.
- Pérez, H. P. 1992. Efecto del amamantamiento y presencia del macho en el restablecimiento de la actividad reproductiva postparto en vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* en un sistema de rejeguería, (Tesis de Maestría., Colegio de Postgraduados, México).
- Pérez, H. P., Rojo, R. R. 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.
- Pérez, H. P., Sánchez, D. C. y Gallegos, S. J. 2001. Anestro postparto y alternativas de manejo del amamantamiento en vacas de doble propósito en el trópico. Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animales 16:257-270.
- Perotto, D. Abrahao, S. J. y Kroetz, I. A. 2006. Intervalo de partos de hembras bovinas Nellore, Guzarat x Nellore, Red Angus x Nellore, Marchigiana x Nellore y Simental x Nellore. Revista Brasileira de Zootecnia 35:733-741.
- Puebla, A. S., Rebollar, R. S., Albarrán, P. B., García, M. A. y Arriaga, J. CM. 2015. Análisis técnico económico de sistemas de bovinos doble propósito en Tejupilco, Estado de México, en la época de secas. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes 65:13-19.

- Quijano, B.J. y Montoya, S.C. 2003. Comparación reproductiva de vacas Holstein, bon y f1 bon x Holstein en el centro Paysandú, 2. Edad al primer parto, intervalo entre partos, días abiertos y servicios por concepción. Profesores Asociados. Universidad Nacional de Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía 56:1877-1886.
- Ríos, U. A., Hernández, H. V., Villagomez, A. E. y Zarate, M.J. 2013. Heredabilidad de características reproductivas de vacas Indubrasil. Agronomía Mesoamericana 24:293-300.
- Roa, A. N. 2006. El manejo reproductivo de bovinos de doble propósito en las condiciones del llano venezolano. Revista INIA Divulga. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Maracay, Venezuela 7:50-54.
- Rojo-Rubio., Vázquez, A. J., Pérez, H. P., Mendoza, M. G., Albarrán, P. B., González, R. A. y Hernández, M. J. 2009. Dual purpose cattle production in Mexico. Tropical Animal Health and Production 41: 715-721.
- Román, P. H. 1981. Potencial de producción de los bovinos en el trópico de México. Centro Experimental Pecuario. Paso del Toro. Veracruz, México. Ciencia Veterinaria 3:394-429.
- Román, P. H., Castañeda, O. G. y Castillo, R. H. 1993. Mejoramiento genético de bovinos de doble propósito. En: Memoria del XVI Simposio de Ganadería Tropical. INIFAP. Centro de Investigación Regional del Golfo-Centro. Campo Experimental La Posta. Veracruz, Veracruz. México. Pp. 49-54.

Román, P. H. 1995. Situación actual y retos de la ganadería bovina en el trópico.

En XX Simposio de Ganadería Tropical: Alternativas de alimentación del ganado bovino en el trópico. INIFAP. México. Pp 1-10.

Román, P. H., Ortega, R. L., Hernández, A. L., Díaz, A. E., Espinosa, G. JA., Núñez, H. G., Vera, A. HR., Medina, C. M. y Ruiz, L. FJ. 2009. Producción de leche de bovino en el sistema de doble propósito INIFAP-SAGARPA. Libro técnico número 22.

SAGARPA, 2005. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Desarrollo de la ganadería en México. Disponible en www.sagarpa.gob.mx/Dgg/alianza2003.html. Consultado en octubre del 2017.

Saharrea, M. A. 2007. Evaluación reproductiva de vacas F1 (Holstein-Cebú), bajo un sistema de empadre bianual con sincronización de celos e inseminación artificial. Memorias de la tercera Jornada Bovina; México, D.F. FMVZ UNAM

Saldarriaga, E. F. 2009. Análisis comparativo entre inseminación artificial a tiempo fijo e inseminación artificial a celo detectado, con sus variables económicas y reproductivas. Informe de práctica profesional. Corporación Universitaria Lasallista, Caldas.

Sánchez, R. J. 2009. Estudio retrospectivo comparando dos protocolos de inseminación uno a tiempo fijo y otro a celo detectado, evaluando la fertilidad a primer servicio en vacas F1. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana.

Sánchez, S. A. 2010. Parámetros reproductivos de bovinos en regiones tropicales de México. Monografía. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. Pp 11-12.

SIAP-SAGARPA. 2011. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Sistema de producción lechera en México. Disponible en <http://www.gbcbiotech.com/bovinos/bovinos.html>. Consultado en octubre del 2017.

SIAP-SAGARPA. 2016a. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Estadística de la producción ganadera nacional y pecuaria en general en México. Disponible en http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario_siapx_gobmx/ResumenNacional. Consultado en octubre del 2017.

SIAP-SAGARPA. 2016b. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Panorama de población ganadera en México. Disponible en <http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/165997/bovino>. Consultado en octubre del 2017.

Short, R. E. and Adams, D. C. 1988. Nutritional and hormonal interrelationships in beef cattle reproduction. Canadian Journal Animal Science. 68: 29.

Software Ganadero. 2018. Estimación de dinero dejado de recibir por días abiertos en vacas y búfalas. Disponible en <https://www.softwareganadero.com/simulaciones/integrada.asp>. Consultado en junio del 2018.

Statistical Analysis System (SAS) Institute Inc. 2010. The SAS System for Windows 9.0. IT Release 2.4.

Suarez, D. H. 2008. Factores que afectan la eficiencia reproductiva del sistema de doble propósito en los trópicos mexicanos. In: González, S. C., Madrid, B. N y Soto, B. E. (eds). Capítulo VI: Desarrollo sostenible de la ganadería doble propósito. Fundación GIRARZ. Zulia. Pp 70-82.

Suarez, D. H., Aranda, G. y Palma, J. M. 2012. Propuesta para la adopción de tecnología en el sistema bovino de doble propósito. Avances en Investigación Agropecuaria 16:83-91.

Unión Nacional de Avicultores. 2017. Compendio de indicadores económicos. Disponible en <http://www.una.org.mx/index.php/component/content/article/2uncategorised/19-indicadores-economicos>. Consultado en octubre del 2017

Vásquez, S. E. 2009. Salud reproductiva en ganadería lechera de lactación temprana y estrategias de manejo. Seminario Avanzado de Investigación. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional de Cajamarca. Pp 1-6.

Vilaboa, A. J., Díaz, R. P. 2009. Caracterización socioeconómica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México. Zootecnia Tropical 27:427-436.

- Vilaboa, A. J., Díaz, R. P., Ruiz, R. O., Platas, R. DE., González, M. S y Juárez, I. F. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 10:53-62.
- Vite-Cristóbal, C., López, O. F., García, M. JG., Ramírez, V. R., Ruiz, F. A. y López, O. R. 2007. Producción de leche y comportamiento reproductivo de vacas de doble propósito que consumen forrajes tropicales y concentrados. *Revista Veterinaria México* 38:63-79.
- Wettemann, R. P. 1994. Precalving nutrition/ birth weight interaction and rebreeding efficiency. Range Beef Cow Symposium XIII. Animal Science Department. Oklahoma State University. Disponible en: <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com.mx/&httpsredir=1&article=1213&context=rangebeefcowsymp>. Consultado en febrero del 2018.