

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



**Comportamiento reproductivo con inseminación artificial en un hato (*Bos indicus*) en condiciones tropicales en la época de verano.**

**POR**

**JOSE EDUARDO MONTALVO ALVAREZ**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**SEPTIEMBRE DE 2016**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Comportamiento reproductivo con inseminación artificial en un hato (*Bos indicus*) en condiciones tropicales en la época de verano.

POR  
JOSÉ EDUARDO MONTALVO ÁLVAREZ

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

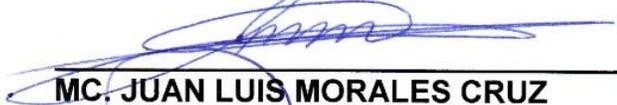
APROBADA POR

PRESIDENTE:



DR. CARLOS LEYVA ORASMA

VOCAL:



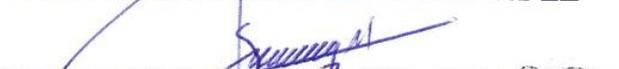
MC. JUAN LUIS MORALES CRUZ

VOCAL:

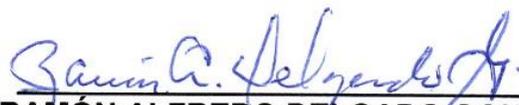


MVZ. CARLOS RAMÍREZ FERNANDÉZ

VOCAL SUPLENTE:



MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO



MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

SEPTIEMBRE DE 2016

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**Comportamiento reproductivo con inseminación artificial en un hato (*Bos indicus*) en condiciones tropicales en la época de verano.**

**POR  
JOSÉ EDUARDO MONTALVO ÁLVAREZ**

**TESIS**

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**APROBADA POR**

**ASESOR PRINCIPAL:**

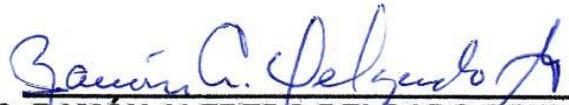


**DR. CARLOS LEYVA ORASMA.**

**ASESOR:**



**MC. JUAN LUIS MORALES CRUZ.**



**MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal**

**TORREÓN, COAHUILA**

**SEPTIEMBRE DE 2016**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios y a la santísima virgen:** Por darme siempre la fortaleza y los dones para salir adelante y así poder cumplir este logro y concluir una meta más en la vida.

**A mis padres: Eduardo Montalvo Díaz y María Álvarez Serrano**

Por darme la vida y hacer de mí lo que ahora soy, quienes con todo su amor y dedicación supieron sacarme adelante a pesar de las dificultades.

**A mis hermanos Adriana y Honorio:** Quienes aún estando lejos, siempre me brindaron su apoyo incondicional, cariño, consejos y aliento para salir adelante.

**Al Dr. Carlos Leyva Orasma y M.C Juan Luis Morales Cruz:** Quienes han sido mis maestros y asesores. Gracias por permitirme trabajar con ustedes para poder concluir mi carrera y compartirme sus conocimientos.

Agradezco al grupo de trabajo del Centro de Biotecnologías de la Reproducción (CBR) por brindarme su amistad y compartir sus conocimientos durante mi estancia como estudiante, en especial a Hugo quien también me ayudo en las revisiones de este trabajo.

**Al Dr. Carlos S. Galina Hidalgo, Dr. Ramiro Díaz y la Dra. Ivette Rubio:** Por brindarme la oportunidad de haber trabajado con ustedes durante mis prácticas profesionales y darme las herramientas para la realización de este trabajo.

**A mi “alma mater” la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro:**

Gracias por darme una profesión y acogerme 5 años lejos de mi casa para brindarme mi formación profesional.

**A mis amigos:** Perla R, Juan Carlos V, Miguel O, Xico M, Kleiver M, Reynaldo N, Gustavo P, Fernando W, Hilario, Abad, David, Marlon, quienes formaron parte de esta maravillosa etapa en mi vida e hicieron más amena la estancia lejos de mi familia.

**A todos y cada uno de los maestros y maestras que aportaron su granito de arena en mi vida:**

Por darme la educación necesaria, compartirme sus conocimientos y experiencias profesionales para poder desarrollarme como un buen profesionalista.

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES:**

**Eduardo Montalvo Díaz y María Álvarez Serrano.**

Por poner en mí la confianza, esfuerzo, dedicación y sacrificios para realizar este gran logro en mi vida. Sin pedir nada a cambio “LOS AMO PADRES MIOS”

### **A MIS HERMANOS:**

**Adriana y Honorio**

Quienes Junto con mis padres siempre estuvieron brindándome su apoyo, amistad y cariño incondicional hasta el día de hoy sin importar las adversidades, esperando siempre sea así. “Los quiero mucho”

### **A MIS ABUELOS:**

Honorino Montalvo Sánchez (<sup>(†)</sup>) quien espero que desde su descanso eterno, este cuidando y viéndome realizar mis sueños, Leonor Díaz, Constantino Álvarez, Luisa serrano por sus consejos y cariño.

### **A MIS FAMILIARES:**

Tíos y tías: en especial Imelda Montalvo por su cariño y apoyo.

Primos: en especial Alberto y Marlen quien espero algún día llegue a leer este trabajo y le sea de motivación para estudiar esta grandiosa profesión.

### **A MIS AMIGOS Y MAESTROS.**

**A mi “alma mater” Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Por darme esta satisfacción de ser “BUITRE” hasta mi último día.**

**“Dios Los Bendiga Siempre”**

<b>INDICE DE CONTENIDO</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>II</b>
<b>INDICE DE CONTENIDO</b> .....	<b>III</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	<b>IV</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>IV</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>V</b>
<b>I.- INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1.- HIPÓTESIS.....	3
1.2.- OBJETIVOS .....	3
<b>II.- REVISIÓN DE LITERATURA.</b> .....	<b>4</b>
2.1.- Biotecnologías reproductivas en ganado <i>Bos Indicus</i> .....	4
2.1.1.- Inseminación Artificial (IA) .....	5
2.2.- sincronización de celo en bovinos de carne.....	6
2.3.- Resultados en el altiplano mexicano con programas de sincronización artificial en ganado <i>Bos indicus</i> . .....	8
2.4.- Anestro postparto (PP) y reinicio de la actividad ovárica en vacas <i>B. indicus</i> .....	9
<b>III.- MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>10</b>
3.1.- Localización del estudio: .....	10
3.2.- Animales:.....	10
3.3.- Detección de celo. ....	11
3.4.- Inseminación Artificial (IA).....	12
3.5.- Variables a evaluar. ....	12
3.6.- Análisis estadístico. ....	12
<b>IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b> .....	<b>13</b>
4.1 Eficiencia en la detección de estro.....	13
4.2 Tasa de concepción.....	14
4.3 Tasa de concepción en cada servicio. ....	16
4.4 Influencia de los niveles séricos de P4 en la tasa de concepción.....	17
<b>V.- CONCLUSIONES.</b> .....	<b>19</b>
<b>VI.- RECOMENDACIONES.</b> .....	<b>20</b>
<b>VI.- REFERENCIAS</b> .....	<b>21</b>

## **INDICE DE CUADROS**

<b>CUADRO 1: número de animales inseminados y porcentaje en la eficiencia de detección de estro.....</b>	<b>14</b>
<b>CUADRO 2. número y porcentaje de animales gestantes en cada grupo. ...</b>	<b>15</b>
<b>CUADRO 3: tasa de concepción general por servicio en ambos grupos .....</b>	<b>17</b>
<b>CUADRO 4. número y porcentaje de animales que se gestaron de acuerdo con niveles de p4 a los 70 días post parto .....</b>	<b>18</b>

## **INDICE DE FIGURAS**

<b>FIGURA 1. Ejemplo de protocolo para IATF con el uso de GNRH y PGF2A.....</b>	<b>8</b>
<b>FIGURA 2. Protocolo para inseminación a tiempo fijo basado en el uso de progestagenos y estrógenos.....</b>	<b>9</b>
<b>FIGURA 3. Tasa de concepción general por servicio del total de animales gestantes en ambos grupos .....</b>	<b>19</b>

## **RESUMEN**

Con el objetivo de hacer una evaluación de la eficiencia reproductiva con el uso de la Inseminación Artificial (IA) que se presenta en las zonas tropicales, en las cuales la raza que predomina es la *Bos indicus*, se hizo el presente estudio. En él se incluyeron 165 hembras, de las que fueron inseminadas las observadas en celo, en un periodo de 150 días en los meses de verano para esta zona, se dividió el total de animales en dos grupos, vacas n=(140) y vaquillas n=(25), de los cuales se obtuvo una eficiencia en la detección de estro del 83% y 84% respectivamente, la tasa de concepción obtenida en los grupos de estudio fue de un 54% para vacas y un 57% para vaquillas, se analizó un grupo de animales en etapa de postparto n=(61) a través de los niveles séricos de progesterona que presentaban a los 49, 66 y 69 días después del parto, encontrando que no existe diferencia significativa en la tasa de gestación ( $p=0.1$ ), entre los animales cíclicos vs animales anéstricos en los primeros 70 días después del parto, en la fertilidad general al primer servicio siendo la tasa de gestación de 59% para vacas y 33% en vaquillas y segundo servicio la fertilidad que se alcanzó fue de un 46% para vacas y un 62% en vaquillas.

### **Palabras clave:**

Inseminación artificial, zona tropical, *Bos Indicus*, progesterona, eficiencia reproductiva.

## I.- INTRODUCCIÓN

En México el 25% aproximadamente de territorio nacional está compuesto de zonas tropicales, en donde se cree tiene gran futuro para el desarrollo y explotación ganadera en cuanto a ganado bovino se refiere (Díaz *et al.*, 2002). Las razas predominantes para este tipo de explotaciones de doble propósito son las *Bos indicus* y cruzas *Bos Indicus X Bos Taurus* (Magaña *et al.*, 2006). El uso de la Inseminación Artificial (IA) es una de la biotecnologías reproductivas más antiguas e importantes para el mejoramiento genético de los hatos bovinos (Wishwanath, 2003), que aporta beneficios prácticos, sanitarios, productivos y rentables para las unidades de producción ganadera, Perea *et al.*, (1998); Galina y Valencia, (2008) mencionan que el uso de esta biotecnología también se enfrenta con desventajas como lo es tener un dominio de la técnica y un buen manejo en la detección de estro.

A pesar de que la IA y la transferencia de embriones han demostrado gran utilidad en los programas de mejoramiento genético, el porcentaje de animales incluidos en ello es muy bajo en Latinoamérica (Motta *et al.*, 2011), esto se debe a las características fisiológicas y de comportamiento propio de las razas de ganado *Bos indicus* que se explota en su mayoría en estas zonas, así como la corta duración y la alta incidencia de estro nocturno y anestro postparto (PP) que dificultan las labores del mismo e incrementan los días abiertos (intervalo de parto-concepción), y en consecuencia el desempeño reproductivo del hato (Galina y Valencia, 2008; Mejia-Baustista *et al.*, 2010; Soto *et al.*, 2000; Grajales *et al.*, 2006). En las últimas décadas el número de explotaciones ganaderas que adoptan esta biotecnología reproductiva ha aumentado gracias a los programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) (Lamb *et al.*, 2010).

Los programas de reproducción animal siempre se realizan con el enfoque hacia los animales que se encuentran no gestantes, por ello se habla que en ganadería de carne en condiciones tropicales con un sistema de pastoreo existe “un año bueno y un año malo”, esto se debe a que si en un determinado año se logra gestar

el mayor número de animales, para el próximo reducirán las gestaciones debido a que en el año de pariciones se deja o se dificulta de vuelta la gestación en los animales recién paridos a consecuencia de algunos factores de manejo, siendo estos: el destete, la deficiente observación de celos y el bajo porcentaje de ciclicidad de los animales postparto.

El uso y la implementación de la técnica de inseminación artificial en las explotaciones ganaderas en condiciones de pastoreo, aún existe la incógnita acerca de su utilización, debido a los largos periodos postparto que presentan los animales, siendo así el enfoque de muchos trabajos de investigación que se dedican a probar diferentes protocolos de sincronización así como modificar y evaluar diferentes puntos: manejo, efecto de presencia y/o ausencia de la cría y la estación (fecha) en que se hace la IA. Lozano *et al.*, (1987); Hafez y Hafez., (2002) mencionan que la estacionalidad tiene un efecto sobre el número de animales que quedan gestantes durante la época reproductiva.

La productividad ganadera en términos de carne y leche es dependiente del desempeño reproductivo, y este a su vez se encuentra íntimamente relacionada con la fertilidad (Baca-fuentes *et al.*, 1998). Aunque el ganado bovino se considera un animal poliéstrico continuo, Lozano *et al.*, (1987); Mejia-Baustista *et al.*, (2010) argumentan que en el trópico Mexicano el comportamiento reproductivo y productivo es pobre, basándose en los indicadores donde señalan que la edad al primer parto es a los 36 meses, los intervalos entre partos son mayores a 18 meses, tasas de partos de entre 55 y 60 por ciento, con una mortalidad al destete mayor al 10 por ciento, lo que ocasiona un menor número de crías destetadas al año con un promedio de peso al destete de 160kg a los 240 días. Todo esto indica que la ganadería en estas condiciones se caracteriza por presentar una baja producción (Baca-fuentes *et al.*, 1998).

### **1.1.- HIPÓTESIS**

**El comportamiento reproductivo en el genotipo *Bos indicus* bajo condiciones tropicales, se presenta con mayor eficiencia en animales jóvenes que en hembras multíparas, al igual en animales que se muestran cíclicos en los primeros 70 días post parto.**

### **1.2.- OBJETIVOS**

- Hacer una evaluación del uso de la IA en ganado *Bos indicus* en condiciones de trópico mediante la observación de celo natural en un programa de tipo estacional durante la época de verano.
  
- Observar si las vacas que presentan niveles séricos de progesterona mayores a 1 ng/ml, en los primeros 70 días posparto tienen mayor oportunidad de quedar gestantes en un lapso de 120 días después del parto en comparación de las vacas que se muestran anéstricas con niveles menores a 1 ng/ml.

## II.- REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1.- Biotecnologías reproductivas en ganado *Bos Indicus*

La reproducción en las explotaciones de ganado bovino es el eje de la productividad, ya que cuantas más crías se produzcan se vuelve la producción rentable y eficiente para abastecer las demandas comerciales en sentido de carne y leche a través de la generación de hembras de alta capacidad y calidad productiva, así como la disponibilidad de ejemplares. Restrepo (2008) argumenta de igual manera que es un vehículo para el mejoramiento genético teniendo como pioneros a los países desarrollados de donde se importa la genética superior. La biotecnología ha surgido como una alternativa a las limitaciones que presenta el ganado bovino por aspectos biológicos involucrados en sus actividades vitales y productivas.

Las biotecnologías reproductivas bien aplicadas son complemento a los estudios del valor genético de los animales; ya que han permitido facilitar la propagación de la genética de animales con las características productivas de interés, y permitir la obtención de un número mayor de crías a partir de un individuo, (Lamb *et al.*, 2010). En el mundo las biotecnologías más comunes que se han logrado implementar en la reproducción bovina son: la inseminación artificial, la regulación hormonal, la fertilización *in vitro* y la transferencia de embriones, pero existen otras como la aspiración folicular guiada por ultrasonido, la producción *in vitro* de embriones, la criopreservación de embriones, y el sexaje de embriones, las cuales estas últimas son menos comunes y utilizadas dentro de las ganaderías de carne en el trópico, debido a las condiciones de manejo y fisiológicas del ganado en este tipo de explotaciones. (Baruselli *et al.*, 2007).

### 2.1.1.- Inseminación Artificial (IA)

La IA es la biotecnología más antigua e importante para el mejoramiento reproductivo y genético en animales de granja, pero su uso es mayor y a grandes escalas dentro de las explotaciones bovinas, (Pita *et al.*, 2016). Wishwanath (2003) argumenta que esta técnica está basada en tres pilares para su aplicación: es simple, económica y exitosa, además asegura que su importancia será desafiada, debido a que los notables progresos realizados en otras técnicas de reproducción asistida tienen potencial para generar rápidamente descendencia, pero deben superar el reto de los tres pilares que describen a la técnica para lograr un avance como lo ha logrado esta misma.

El uso de esta técnica está limitado y su difusión es poca en los países con explotaciones extensivas y de clima tropical, debido a la baja tasa de preñez y a los largos intervalos posparto a causa de la aplicación inadecuada de los procesos que implica la técnica y por el deficiente manejo de los rebaños ( Soto *et al.*, 2000).

Desgraciadamente si en el ganado productor de leche la detección de celo es un problema notable para la implementación de IA, en el ganado de carne en condiciones de pastoreo este problema se acentúa por varias razones (Galina y Valencia, 2008).

1. La expresión del comportamiento del estro es de menor intensidad y duración, reduciendo las posibilidades para el observador ocasional para detectarla.
2. No existe una rutina o disciplina de la IA en las empresas de ganado productor de carne lo cual hace que la técnica solo se aplique ocasionalmente, originando que se haga de manera inadecuada
3. Las instalaciones donde se trabaja y se hace la manipulación del semen ya sea fresco o congelado en ocasiones son deficientes, reduciendo las posibilidades de que la hembra quede gestante.

## 2.2.- sincronización de celo en bovinos de carne.

En ganado *Bos Indicus* bajo condiciones de manejo extensivo la baja fertilidad es factor determinante que contribuye a la escasa implementación de programas convencionales de IA (Pita *et al.*, 2016), Esto se ha debido a la baja eficiencia en la tasa de detección de celos y a factores fisiológicos que presenta esta raza de ganado, ya que se dice que no demuestra o enmascara la expresión de estro, además de que la implementación de estrategias para la detección de celos no ha sido tan eficiente como se creía, debido a que no rebasan el 60% en un programa de IA (Galina y Valencia, 2008).

Para enfrentar la problemática y hacer de la inseminación una herramienta que sea útil en el manejo del ganado, se han hecho estudios implementando diferentes protocolos para la sincronización de la ovulación, que tiene como objetivo evitar la tarea de detección de celos, agrupar e inducir su manifestación en un periodo de tiempo preestablecido, son conocidos como programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) (Pita *et al.*, 2016 Iglesia *et al.*, 2006; Alonso *et al.*, 2007). Estos permiten la inseminación de animales en explotaciones de carne y leche con pocos días de trabajo y se optimiza el uso de la IA, además de otras ventajas como la programación de épocas de empadre e inducir la actividad ovárica precoz en novillas y en vacas con anestro prolongado (Lamb *et al.*, 2010; Díaz *et al.*, 2002).

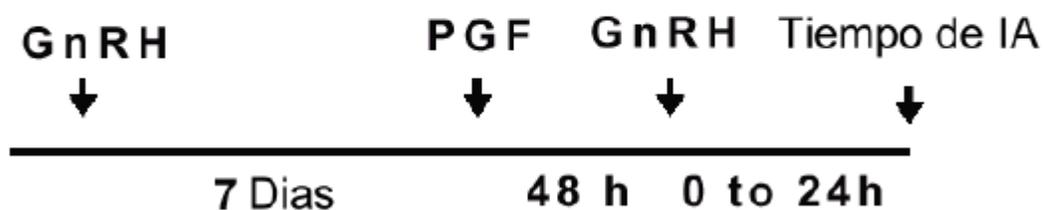
La sincronización de estro no es necesariamente un método para aumentar la fertilidad o la producción de crías en las explotaciones, sino que se usa como una herramienta más para la implementación de programas de IA, hacer más fácil el manejo de los animales y dar servicio a un mayor número de ellos. Otra ventaja es que se puede usar también para programas de servicio con monta natural para un mejor aprovechamiento de sementales y una tasa de concepción más alta (Silva *et al.*, 2002).

Los programas de IATF se basan en la sincronización de celos con la aparición de una nueva onda folicular mediante la aplicación de estimulantes hormonales, básicamente existen dos protocolos con diferentes formas de aplicación, pero con las mismas bases y principios, el primero se basa en el uso de agonistas de GnRH

seguido de  $\text{PGF}_2\alpha$  (figura 1), mientras que el segundo utiliza progestágenos en combinación con estrógenos (figura 2). (Alonso *et al.*, 2007). Los progestágenos funcionan interrumpiendo el ciclo estral suprimiendo la actividad ovárica, las prostaglandinas provocan la regresión del cuerpo lúteo, (Espinal Y Cedeño, 2009; Galina y Valencia, 2008).

En el ganado productor de carne la lactancia y el balance energético negativo que sufre la hembra después del parto, son los dos factores más importantes que aumentan el periodo del anestro debido a su efecto negativo sobre la frecuencia de los pulsos de LH y el desarrollo folicular, por ello es esencial hacer una evaluación de condición corporal antes de implementar un programa de IATF donde se dice que es aceptable obtener una tasa de concepción del 50% (carneiro *et al.*, 2012).

## Ovsynch



**Figura 1.** Ejemplo de protocolo para IATF con el uso de GNRH Y  $\text{PGF}_2\alpha$ .

Fuente: Restrepo (2008).

**Vacas Ciclando (Con cuerpo lúteo)**

Día:	0	1	2	3	5	6	7	8	9	10
	Colocar CIDR + 2 mg B. Estradiol							Retirar CIDR + 5 ml Lutalyse®	Aplicar 1 mg B. Estradiol	I.A.T.F. 30 hrs después de aplicar B. Estradiol

**Figura 2.** Protocolo para inseminación a tiempo fijo basado en el uso de progestagenos y estrógenos. Fuente: Sagbaycela (2012).

### 2.3.- Resultados en el altiplano mexicano con programas de sincronización artificial en ganado *Bos indicus*.

Con la necesidad de hacer más eficientes los sistemas de producción en las explotaciones bajo condiciones tropicales, se han hecho numerosos estudios en los diferentes países con este tipo de climas y con animales de mayor adaptabilidad a estas condiciones, haciendo cruces con ganado *B. indicus* x ganado *B. Taurus* usando diferentes programas de sincronización de estro.

En México aunque son pocas las explotaciones de tipo extensivo donde se incluye la IA, se han hecho estudios con algunos programas de IATF, Silva *et al.*, (2002) Argumenta que con el uso de progestágenos subcutáneos más valerato de estradiol se puede sincronizar el estro entre 40 y 70 horas de retirado el implante liberador de P4 un 90 % de novillas *B. indicus* que entran en un programa, con una mayor presentación de estro antes de las 55 horas. Alonso *et al.*, (2009) En un estudio echo con vacas multíparas entre 2 y 6 partos con el uso de dispositivos intravaginales liberadores de progesterona (CIDR) más una inyección intramuscular de benzoato de estradiol encontró que el 68.4% fue el porcentaje global de las hembras que manifestaron conducta de celo con un promedio de 40 horas después de ser retirado el dispositivo.

#### **2.4.- Anestro postparto (PP) y reinicio de la actividad ovárica en vacas B. indicus**

El anestro postparto se considera el periodo después del parto en el que la hembra no tiene actividad cíclica. En casi todas las especies el parto es seguido de un anestro postparto, siendo la longitud de este variable y dependiente de diferentes factores: el amamantamiento, el estado nutricional de la hembra, ganancia o pérdida de condición corporal antes y después del parto, estación del año en que ocurrió el parto, producción de leche, el genotipo, la presencia del macho y patologías presentadas en el animal (Galina y Valencia, 2008; Aban *et al.*, 2008; Cristiani *et al.*, 1993).

En condiciones tropicales el anestro posparto es la principal causa de la deficiencia reproductiva por la baja fertilidad que presenta el ganado, (Aban *et al.*, 2008) Debido a que en un alto porcentaje de vacas su periodo de inactividad ovárica se prolonga arriba de los 120 días, todo esto es consecuencia y está influenciado por el consumo inadecuado de nutrientes, una pérdida de la condición corporal y la presencia de la cría. Alonso *et al.*, (2007); Atencio *et al.*, (1995); Galina y Valencia, (2008); Domínguez *et al.*, (2004) mencionan que la primera ovulación en ganado de carne fluctúa entre los 60 y 100 días pp.

### III.- MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1.- Localización del estudio:

El estudio se llevó a cabo con animales en producción del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT) perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma Nacional de México (UNAM) instalado en la localidad del Clarín, municipio de Martínez de la Torre, estado de Veracruz, ubicado entre los paralelos 19° 58´ y 20° 17´ de latitud norte; los meridianos 96° 56´ y 97° 10´ de longitud oeste; altitud entre 10 y 400 msnm. Con un clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (79%), cálido húmedo con lluvias todo el año (20%) y semicálido húmedo con lluvias todo el año (1%) y un rango de temperatura y precipitación de 22- 26°C y 1900 – 2100 mm/año respectivamente (SEFIPLAN, 2014)

#### 3.2.- Animales:

Se estudió el periodo reproductivo del año 2014 dentro del rancho, Para ello se tomó en cuenta el registro de 165 hembras *Bos indicus* que se encontraban en diferentes etapas reproductivas.

Los animales se clasificaron en dos grupos:

Grupo 1: Vacas adultas, con más de un parto (n=140)

Grupo 2: vaquillas, sin parto alguno (n=25)

➤ En cada grupo se obtuvo el número y porcentaje de animales que fueron inseminados debido a la presentación de conducta estral, comparando con los animales que no fueron observados en estro y no entraron dentro del programa de inseminación, y con esto se determinó el porcentaje en la eficiencia de la detección de celo dentro del hato.

Los animales observados con signología estral fueron inseminados, con los que se obtuvo el porcentaje de gestación, siendo la relación de los animales que quedaron gestantes sobre el total de los animales inseminados en cada grupo.

- los animales que ya habían sido inseminados y presentaron nuevamente conducta estral dentro del periodo de inseminaciones se volvieron a inseminar hasta lograr la posible gestación sin importar el número de servicio.

Para determinar la ciclicidad de los animales, se tomó en cuenta solo un determinado grupo de vacas (n=61), animales que se encontraban dentro de sus primeros 50 días postparto y se esperaba volver a gestar, en este grupo de animales se obtuvo el porcentaje de las vacas que se encontraban cíclicas y anéstricas con base a los niveles de progesterona en sangre, que presentaban en tres muestras tomadas de la vena coccígea a los 49, 66 y 69 días post parto.

Animales con niveles mayores a (1.0 ng/ml)= (animales cíclicos).

Animales con niveles menores a (1.0 ng/ml)= (animales anéstricos).

En estos grupos de igual forma se obtuvo la tasa de gestación para ambos, y se analizaron estadísticamente vacas cíclicas vs vacas anéstricas.

### **3.3.- Detección de celo.**

Se realizó de manera observacional dos veces al día en periodos de una hora, por la mañana (8:00 - 9:00 am hrs) y por la tarde (18:00 -19:00 pm hrs). Se determinó como vaca en celo aquella que presento cambio de actitud en la manada y las vacas que presentaron la siguiente signología: mugidos constantes, incremento del acicalamiento, intentos de monta, quietud al ser montada y tumefacción vulvar.

### **3.4.- Inseminación Artificial (IA).**

Se hizo la IA de las vacas que presentaron signología estral en tipo de servicio estacional en los meses de mayo-septiembre con una duración de 150 días.

### **3.5.- Variables a evaluar.**

- Eficiencia en la detección de estro.
- Tasa de concepción en cada grupo de animales.
- Fertilidad general en vacas y vaquillas.
- Influencia de los niveles séricos de progesterona en la tasa de gestación en vacas postparto.

### **3.6.- Análisis estadístico.**

De los datos obtenidos de cada uno de los grupos se hizo el análisis por métodos estadísticos paramétricos chi cuadrada, con el programa estadístico MYSTAT versión para estudiantes.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1 Eficiencia en la detección de estro.

**Cuadro 1: número de animales inseminados y porcentaje en la eficiencia de detección de estro en vacas**

	Total de vacas (n)	vacas inseminadas	porcentaje %
<b>vacas adultas</b>	140	116	83
<b>Vaquillas</b>	25	21	84

De un total de n=165 animales dentro de la finca 140 eran vacas adultas y 25 vaquillas, de las cuales solo 116 y 21 respectivamente, se observaron con signología estral (cuadro 1).

El número de animales inseminados para ambos grupos fueron los animales observados con signología estral n=137, teniendo así una eficiencia en la detección de celo promedio de 83% (116/140 animales) para vacas adultas y para vaquillas un 84% (21/25 animales) coincidiendo con Baca-fuentes *et al.*, (1998) donde obtuvo en un estudio hecho con 409 novillas observadas a estro natural y en condiciones de trópico seco, una eficiencia en la detección de estro del 81.6% (334/409 animales). Galina y Valencia (2008), mencionan que en ganado cebú, de cada 10 hembras que se incluyen en un programa de inseminación artificial, solo es posible detectar de 3 a 4 con signos de estro en un periodo de 18 a 23 días.

Diversos estudios han corroborado que el porcentaje de animales que ovulan, y por ende el de la fertilidad están directamente afectados por la presentación de signos de celo, y no tanto por el tratamiento hormonal utilizado en la sincronización

en programas de IATF así, como lo encontró Alonso et al., (2009) que de 68.4% del total de los animales que manifestaron estro el 85.9% ovularon.

#### 4.2 Tasa de concepción

**Cuadro 2. Número y porcentaje de animales gestantes en cada grupo.**

	TOTAL ANIMALES (n)	GESTANTES	PORCENTAJE %
<b>VACAS ADULTAS</b>	116	63	54
<b>VAQUILLAS</b>	21	12	57

Al hacerse el análisis de los animales que se observaron en estro y por consecuente fueron inseminados en ambos grupos (n=137), se obtuvo la tasa de concepción (Cuadro 2). Teniendo para vacas adultas un 54 % (63/116 animales), para vaquillas un 57 % (12/21 animales) siendo estos resultados en la tasa de concepción ligeramente mayores a los encontrados por Aguirre *et al.*, (2006), y coincidiendo con Galina y Valencia (2008) y carneiro *et al.*, (2012), quienes argumentan que los resultados de fertilidad a través de esta técnica son muy variables, pero en general se dice que es factible obtener una tasa de preñez del 50%; aunque ésta se obtiene solamente en el 30% del hato, debido a que es el porcentaje de animales que presentara signos evidentes de conducta estral, coincidiendo en lo encontrado en el presente trabajo referente a la tasa de preñez, no siendo así en el porcentaje de animales detectados con signología de conducta estral.

Con el fin de hacer eficiente y un mayor uso de la inseminación artificial en ganado bajo condiciones de pastoreo, en el trópico se ha implementado los programas de inseminación a tiempo fijo obteniendo diferentes resultados, carneiro *et al.*, (2012), llego a la conclusión que un programa de IATF, la tasa de gestación en vacas

postparto no fue afectada por la presencia de la cría, tamaño del cuerpo lúteo, la condición corporal o el número de veces que se reutiliza el dispositivo intravaginal de progesterona obteniendo resultados favorables con una tasa de gestación de 79.1% al término de una época reproductiva con una de reducción de 150 a 90 días, en el mismo estudio evaluó la tasa de gestación en la época reproductiva de un año con IA convencional a estro natural obteniendo un 55.41% resultado similar al encontrado en el presente estudio.

Estudios han comprobado que con el uso de un programa de IATF, haciendo la sincronización con dispositivos a base de progesterona se pueden alcanzar tasas de gestación de hasta un 55.7%, tal fue el caso de Alonso *et al.*, (2007) quien puso a prueba cuatro protocolos diferentes teniendo este resultado en uno de ellos, siendo el más eficiente.

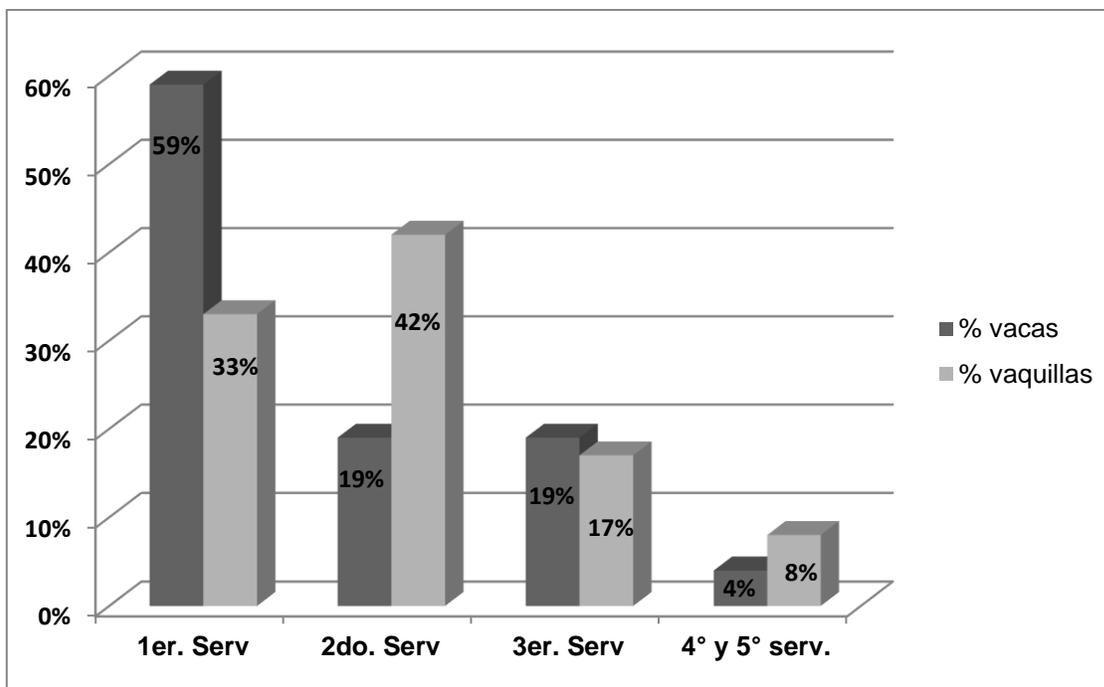
Investigadores han hecho gran variedad de experimentos para evaluar la eficiencia reproductiva con los programas de inseminación artificial utilizados en ganado de carne en condiciones diferentes de manejo, estado metabólico de los animales, *status* reproductivo que se encuentran en cuanto número de partos se refiere, si está o no presente la cría amamantando, así como también haciendo cambios en el uso de análogos hormonales para inducir la ovulación, inclusive hasta reutilizando los dispositivos liberadores de p4, coincidiendo y reportando la mayoría de estos resultados en las tasas de gestación que fluctúan desde un 30% hasta un 60% estipulando que son buenos y satisfactorios los resultados con esta técnica de implementación, tal es el caso de Bó y Baruselli., (2014), Lamb y Mercadante., (2016), Sa´ Filho *et al.*, (2009), Torres-Júnior *et al.*, (20014).

### 4.3 Tasa de concepción en cada servicio.

**Cuadro 3: Tasa de concepción general por servicio en ambos grupos.**

	% 1° servicio (n)	% 2° servicio (n)	% 3° y más servicios (n)
<b>VACAS ADULTAS</b>	59 (37/63)	46 (12/26)	100 (14/14)
<b>VAQUILLAS</b>	33 (4/12)	62 (5/8)	100 (3/3)

En cuanto a la eficiencia reproductiva que presentan en ambos grupos se obtuvo que, para el grupo de vacas la tasa de concepción al primer y segundo servicio fue de un 59% (37/63) y un 46% (12/26) respectivamente, para el grupo de vaquillas las gestaciones al primer y segundo servicio se fue de un 33% (4/12) y 62% (5/8) (cuadro 4), y siendo resultados diferentes a los que refiere Grajales *et al.*, (2006) quien al hacer una comparación entre 4 grupos raciales en condiciones tropicales, evaluando la edad y peso a la pubertad y su relación con la eficiencia reproductiva a la primera y segunda gestación, encontró que existe diferencia significativa entre el grupo de animales de raza Romosinuano con los demás grupos entre ellos el grupo racial Cebú, siendo la tasa de concepción a la primera gestación de 54.5% al primer servicio y 27.3% al segundo servicio, y la tasa de concepción a la segunda gestación fue de 45.5% al primer servicio y 36.4% al segundo servicio, en el grafico (3), se puede observar el comportamiento reproductivo del total de los animales gestantes en cada servicio en ambos grupos, observando que al primer servicio en las vacas adultas hay un mayor porcentaje de gestaciones al contrario en el segundo servicio, donde las vaquillas muestran una mejoría.



**Figura 3. Tasa de concepción general por servicio del total de animales gestantes en ambos grupos ( $p>0.05$ )**

#### 4.4 Influencia de los niveles séricos de P4 en la tasa de concepción.

**Cuadro 4. Número y porcentaje de animales que se gestaron de acuerdo con niveles de P4 a los 70 días post parto\***

Ng/ml de P4	TOTAL DE ANIMALES (n)	DE GESTANTES	PORCENTAJE %
Vacas con valores >1	48	22	46
Vacas con valores <1	13	3	23

\* No existe diferencia estadística entre las animales gestantes que se encontraban con actividad ovárica o estaban en un periodo de anestro, en los primero 70 días postparto ( $P= 0.1$ )

En el grupo determinado para la toma de muestra de progesterona el total de las vacas fue  $n=61$  (cuadro 3) de las cuales, 48 presentaron niveles de P4 mayores a 1.0 ng/ml, que representa un 79% (48/61) de vacas que estaban con actividad sexual (cíclicas), vs 21% (13/61) de vacas que se encontraban en un estado anéstrico en los primeros 70 días post parto, debido a que presentaron en las tres pruebas tomadas niveles de P4 menores a 1.0 ng/ml. De las 48 vacas que se encontraban cíclicas 22/48 de ellas quedaron gestantes, siendo un 46%, en comparación con las 13 vacas que se encontraban en un estado anéstrico 3 quedaron gestantes que representa un 23% sin encontrar diferencia estadística ( $p>0.5$ ), coincidiendo con Aguirre *et al.*, (2006) quien de una evaluación con 160 animales no encontró diferencia significativa entre los niveles de progesterona al momento de la inseminación con la tasa fertilidad.

En los resultados obtenidos se esperaba que hubiera diferencia estadística significativa entre las vacas gestantes que estaban cíclicas vs las vacas gestantes anéstricas a los 70 días postparto, siendo lo contrario quizá debido al tamaño reducido de muestra resultante para las vacas anéstricas.

Los resultados obtenidos en relación a los animales que se encontraban cíclicos en este estudio, son ligeramente menores a los reportados por Alonso *et al.*, (2009) Donde encontraron en un estudio con 114 vacas multíparas que el 85.9% de animales se encontraban con actividad ovárica, de acuerdo a los niveles de progesterona en muestras tomadas una semana antes de la colocación de un implante intravaginal y 11 días post retiro del progestágeno en la evaluación de un programa reproductivo a tiempo fijo. Cristiani *et al.*, (1993) de igual manera obtuvo resultados similares en vacas mestizas con cruce *Bos Taurus* que a un 81.3% de las vacas se les detectó una descarga de progesterona ( $>$  de 0.5 ng/ml) en los primeros cien días postparto, mientras que el 18.7% restante no tuvo actividad ovárica en el periodo de evaluación que duró alrededor de 120 días después del parto. A diferencia de (Domínguez *et al.*, 2004) que concluyó que en vacas de doble propósito el 50% de las vacas reiniciaron su actividad ovárica alrededor de los 90 días postparto y un 74% antes de los 129 días pp.

## **V.- CONCLUSIONES.**

Después de un análisis exhaustivo se llegó a las siguientes conclusiones.

- Las tasas de gestación para vacas multíparas y vaquillas fueron similares al final de la temporada reproductiva.
- Las vacas anéstricas vs vacas cíclicas a los primeros 70 días postparto, no muestran diferencia estadística en la tasa de gestación.

## **VI.- RECOMENDACIONES.**

Al hacer el uso e implementar la inseminación artificial en una explotación ganadera de tipo extensivo se debe hacer una planeación detallada tomando en cuenta las dificultades que se presentan al llevarla a cabo, además de tener capacitación para el uso correcto de esta técnica de mejoramiento genético y así tener resultados favorables, teniendo en cuenta que si se hace el uso de manera convencional a esto natural los resultados pueden ser iguales o mejores en todo caso en las tasas de gestación, que utilizando algún protocolo para sincronizar, pero siempre tomando en cuenta el objetivo que se busca (ya que con un protocolo de sincronización se puede ahorrar tiempo), además de las ventajas y desventajas de cada programa a elegir.

El uso de la toma de una muestra de progesterona nos puede dar un valor indicativo para iniciar un programa de inseminación, sea de manera convencional o tiempo fijo, dándonos un enfoque a que animales debemos poner más atención según su estado de actividad ovárica.

Para la evaluación de la fertilidad y tasas de gestación en un estudio es factible que el número de muestra (n) sea de mayor amplitud para obtener resultados concretos con menos margen de error.

## VI.- REFERENCIAS

1. Aban J. A., Delgado R., Magaña J. G. y Segura J. C. (2008). Factores que afectan el porcentaje de gestación a 120 días posparto en vacas cebú y cruza con europeo en el sureste de México. *Rev. AIA*. 12(1):45-56.
2. Aguirre G., Pardo C. y Góngora A. (2006). Inicio de celo, tasa de gestación y relación del tiempo de inseminación con los niveles de progesterona en vacas brahman. *Rev. MVZ córdoba*. 11(1):766-712.
3. Alonso A.L., Galina H.C.S., Maquivar L.M., Romero Z.J.J., Molina E.I. y Carvajal A.P. (2009). Evaluación de la fertilidad de hembras *Bos Indicus*, de acuerdo a la intensidad del celo, manejadas en un programa de inseminación artificial a tiempo fijo en condiciones de trópico. *Revista científica, FCV-LUZ*. 12(6):639-644.
4. Alonso V.N., Andrés M.C., Granada J.F., Mesa H., Gómez G. y Molina J.J. (2007). Evaluación de cuatro protocolos de sincronización para inseminación a tiempo fijo en vacas *Bos indicus* lactantes. *Revista científica, FCV-LUZ*. 12(5):501-507.
5. Atencio R.A., Román B.R. y Castejón S.O. (1995). Fertilidad en mosaico *Tauro-Indicus* en condiciones de bosque tropical muy seco. *Revista científica, FCV-LUZ*. 5(1):55-63.
6. Baca-fuentes J.R., Pérez G.E. y Galina C.S. (1998). comportamiento reproductivo de novillas *Bos Taurus* y *Bos indicus* inseminadas artificialmente a estro natural en el trópico seco de costa rica. *vet. mex*, 29(1), 57-66.
7. Báez S.G., M.Sc, Grajales L.H. y Ph.D. (2009). Anestro postparto en ganado bovino en el trópico. *Rev. MVZ córdoba*. 14(3):1867-1875.

8. Baruselli, P. S., Gimenes, L. U. & SALES J. N. de S. (2007). Fisiología reproductiva de fêmeas taurinas e zebuínas. *Rev Bras Reprod Anim.* 31(02):205-211.
9. Bó G. A. y Baruselli P. S. (2014) Synchronization of ovulation and fixed-time artificial insemination in beef cattle. *Animal* 8(s1):144-150.
10. Calderón R.R.C., Villa-Godoy A., Lagunés L.J. y Fajersson P. (2000). Desarrollo folicular en vaquillas cebú y pardo suizo peripúberes en condiciones tropicales. *Tec pec. mex.* 38(3). 163-175.
11. Carneiro L.C., Campos C.C. Y Santos dos R.M. (2012). Timed artificial insemination and early diagnosis of pregnancy to reduce breeding season in Nelore beef cows. *Trop Anim Health Prod* 44: 623-627.
12. Cavestany D., Galina C. S. y Viñoles C. (2001). Efecto de las características del reinicio de la actividad ovárica posparto en la eficiencia reproductiva de vacas Holstein en pastoreo. *Arch. Med. Vet.* 33(2):217-216. Citado 13/05/2016 Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2001000200010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2001000200010&script=sci_arttext).
13. Correa O.A., Uribe V.L. y Pulgarín V.E. (2013). Factores que afectan la preñez en vacas brahman sometidas a inseminación artificial a tiempo fijo. *Rev. MVZ Córdoba* 18(1):3317-3326.
14. Cristiani M.L., Romero B.M., Araujo F.O. y Madrid B.N. (1993). Determinación de progesterona postparto y comportamiento reproductivo en vacas mestizas. *Rev. Fac. Agron. (LUZ).* 10(2):143-161.
15. Díaz G.S., Galina C.S., Basurto C.H. y Ochoa G.P. (2002). Efecto de la progesterona natural con o sin la adición de benzoato de estradiol sobre la presentación de celo, ovulación y gestación en animales tipo *Bos indicus* en el trópico mexicano. *Archivos de medicina veterinaria*, 34(2) 283-286.

16. Domínguez C., Martínez N. y Colmenares O. (2004). Características reproductivas de rebaños bovinos doble propósito en los llanos centrales de Venezuela. *Rev. Zootecnia tropical* 22(2): 133-145.
17. Espinal M. Á. M. y Cedeño O.M. A. (2009). Efecto de los dispositivos intravaginales DIV-B nuevos o usados y retirados el día 8 ó 9 sobre los porcentajes de sincronización de celo y preñez en vacas cebuinas. Tesis de Licenciatura. Zamorano, carrera de ciencia y producción agropecuaria. Zamorano, Honduras. 15p.
18. Galina C. & Valencia J. (2008, 3ra. edición). Reproducción de animales domésticos. México, DF: limusa. pp 335-343, 372-385.
19. Grajales H., Hernández A. y Prieto E. (2006). Edad y peso a la pubertad y su relación con la eficiencia reproductiva de grupos raciales bovinos en el trópico colombiano. *Livestock research for rural development* 18(10).
20. Hafez B ed. y Hafez, E.S.E. ed. (2002, 7a. Edición). Reproducción e inseminación artificial en animales. México McGraw-Hill Interamericana. PP. 163-176.
21. Henao G., Trujillo L.E., Vásquez J.F. y Rúa L. (2002). Actividad ovárica durante el postparto temprano de vacas cebú en amamntamiento. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*. 55, (1):1441-1455.
22. Hernández L.J.J., Padilla R.F.J., Koppel R.E.T., Román P.H., Pérez S.J. y Castillo R.H. (1984). Comportamiento reproductivo de ganado lechero en clima tropical. 6. Perfiles de progesterona, estradiol 17 $\beta$  y hormona Luteinizante durante el ciclo estral en tres genotipos en dos estaciones del año. *Téc. Pec. Méx.* 47:102-115.
23. Iglesia R.L. N., Rosales V.F. B., Martínez J. A., Díaz de R.A. y Luque M.J. G. *et al.* (2006). Grupos sexuales activos en vacas posparto de ganadería mestiza de doble propósito. *Zootecnia tropical*. 24(3): 281-295.

24. Lamb G.C. y Mercadante R.G V. (2016) Synchronization and artificial insemination strategies in beef cattle. *Vet. Clin. Food Anim.*
25. Lamb, G. C., Dahlen, C. R., Larson, J. E., Marquezini, G. and Stevenson, J. S. (2010). Control of the estrous cycle to improve fertility for fixed-time artificial insemination in beef cattle: a review. *Journal of animal science*. 88(13): E181-E192.
26. Lozano D.R., Aspron P.M.A., González P.E. y Vásquez P.C.G. (1987). Estacionalidad reproductiva de vacas *Bos Indicus* en el trópico mexicano. *Tec. Pec. Mex.* 25(2):192-205.
27. Magaña M. J.G., Ríos A.G. y Martínez G.J.C. (2006). Los sistemas de doble propósito los desafíos en los climas tropicales en México. *Rev. Archivos latinoamericanos de producción animal*. 14(3):105-114.
28. Mejia-Baustista G.T., Magaña J.G., Segura-Correa J.C. y Estrada-León R.J. (2010). Comportamiento reproductivo de vacas *Bos indicus*, *Bos Taurus* y sus cruces en un sistema de producción vaca: cría en Yucatán, México. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 12(2):289-301.
29. Montaña E.L. y Ruiz C.Z.T. (2005). ¿Por qué no ovulan los primeros folículos dominantes de las vacas cebú posparto en el trópico colombiano?. *Rev. col cienc pec.* 18(2):127-135.
30. Motta P.A., Ramos N., González C.M. y Castro E.C. (2011). Dinámica folicular en la vida reproductiva de la hembra bovina. *Rev. Vet.zootec* 5(2): 88-99.
31. Perea G.F., González F.R., Cruz A.R., Soto B.E., Rincón U.E., González S.C. y Villamediana M.P. (1998). Evaluación ultrasonográfica de la dinámica folicular en vacas y en novillas mestizas. *Revista científica, FCV-LUZ*. 8(1):14-24.
32. Pita, F., Matute, R. é Intriago, I. (2016). Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en ganado *Bos indicus*. *Intervet- Ecuador*.

33. Ramírez-iglesia L.N., Viera R.F.B., Díaz de R.A., Martínez J.A., Román B.R. y Soto B.E. (2007). Fertilidad y días vacíos en relación con factores asociados con el primer cello posparto en vacas mestizas de doble propósito. *Revista científica, FCV-LUZ*. 12(4):386-394.
34. Restrepo G. (2008). Biotecnologías reproductivas aplicables a la producción bovina en Colombia. Medellín Colombia: libro arte.
35. Sa´ Filho O.G., Meneghetti M., Peres R.F.G., Lamb G.C. Y Vasconcelos J.L.M. (2009). Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows II: Strategies and factors affecting fertility. *Theriogenology* 72:210–218.
36. Sagbaycela S.J.L. (2012). Evaluación del porcentaje de preñez en ganado criollo de doble propósito mediante dos protocolos de sincronización en la parte baja de la provincia del napo. Tesis licenciatura. Escuela superior politecnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 89 p.
37. Secretaria de finanzas y planeación del estado de Veracruz (SEFIPLAN). Sistema de información municipal. Cuadernillos municipales 2014, Martínez de la Torre.
38. Sepúlveda N y Rodero E. (2003). Comportamiento sexual durante el estro en vacas lecheras. *Sitio argentino de producción animal*. 28(9): 500-503.
39. Silva M.C., Guzmán C.R., Delgado L.R. y Aké LR., (2002). Respuesta de novillas brahman a la sincronización del estro con progestagenos; conducta sexual y tasa de gestación. *Rev Biomed*. 13(4):265-271.
40. Soto B.E., Portillo M.G., Ondiz S.A. de., Rojas N., Soto C.G., Ramírez I.L., Aranguren J. y Perea G.F. (2000). Evaluación del comportamiento reproductivo mediante el uso de la progesterona por radioinmunoanálisis en vacas mestizas cebú bajo programas de inseminación artificial en Venezuela. *Revista científica, FCV-LUZ*. 10(5): 391-398.

41. Torres-Júnior J.R.S., Penteado L., Sales J.N.S., Sá Filho M.F., Ayres H. y Baruselli P.S. (2014). A comparison of two different esters of estradiol for the induction of ovulation in an estradiol plus progestin-based timed artificial insemination protocol for suckled *Bos indicus* beef cows. *Anim. Reprod. Sci.*
42. Villagómez A.M. E., Castillo R.H., Villa G.A., Román P.H. y Vázquez P.C. (2000). Influencia estacional sobre el ciclo estral y el estro en hembras cebú mantenidas en clima tropical. *Rev. tec. Pec. Mex.* 38(002)89-103.
43. Wishwanath R. (2003). Artificial insemination: the state of the art. *Theriogenology.* 59:571-584.