



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

T E S I S

Relación del comportamiento materno de protección hacia la cría,
con la reactivación ovárica postparto en vacas *Bos indicus*

PARA EL OBTENER EL GRADO DE:

MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA:

MARÍA FERNANDA ENRIQUEZ JIMÉNEZ

ASESORES:

MVZ PhD CARLOS SALVADOR GALINA HIDALGO

DRA. LIBIA IVONNE PÉREZ TORRES

CD.MX.

2020





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria:

A mis padres, todo es para y por ustedes siempre.

AGRADECIMIENTOS

A mi padre, Arcadio Enriquez, porque desde siempre has creído en mí, eres mi mayor orgullo, mi mejor amigo y amor de la vida. Me has enseñado a soñar en grande y nunca rendirme, seguiré tus pasos para algún día llegar a ser como tú.

A mi madre, María Félix Jiménez, no existen las palabras para agradecerte todo lo que has hecho por mi, ojalá pudieras verte con los ojos que yo te veo y pudieras ver todo el amor y admiración que siento por ti. "Tú cuando miras para el cielo, por cada estrella que aparezca amor es un te quiero..."

A mis hermanas, Lucy, mi confidente, has sido mi mayor ejemplo a seguir desde que tengo memoria, gracias por tus consejos, amor, confianza y apoyo incondicional, que seas eterna, Clau, mi mejor amiga, por todas esas noches que te desvelaste conmigo, porque nunca me dejas sola, siempre sabes cómo hacerme sonreír y estás cuando más te necesito, tu sonrisa es la luz de la familia, Pau, "mi gemela", porque a pesar de los miles de kilómetros de distancia has estado presente en mis mejores y peores momentos, ojalá algún día llegue a tener tu determinación, coraje y valentía, eres el ejemplo de perseverancia y éxito.

Al Doctor Carlos Galina, gracias por creer en mí, compartirme sus conocimientos y experiencias, porque gracias a usted nació mi amor por los bovinos y sobre todo mi amor por la investigación. Me motiva ser mejor cada día.

A José Antonio García, por todo el amor incondicional. El camino contigo a mi lado se convirtió en una maravillosa experiencia. Estaré eternamente agradecida por todo el apoyo y cariño que tú y tu familia me han brindado. Nos queda toda una vida.

A Fernanda Cortez y Miriam Castañeda por enseñarme el verdadero significado de la amistad, a pesar de todo siempre estaremos juntas en las buenas y en las malas, cuentan con mi amor y apoyo hasta el final. Son mi “dream team” de la vida.

A Stephanie, Ninel, Brenda, Andrea, Viri, Yosh, Lorena y David, cada uno marcó de alguna forma mi camino en la Facultad, todos los recuerdos con ustedes los llevo en el corazón.

A la Dra. Libia Pérez, por compartirme tu pasión por el comportamiento y bienestar animal. Gracias por todo tu esfuerzo y apoyo.

A mi jurado la Dra. Ivette Rubio, el Dr. Manuel Corro, la Dra. Arantza Lassala y el Dr. Luis Felipe Rodarte, por su valioso tiempo, dedicación, comentarios y correcciones a esta tesis.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Medicina Veterinaria, por mi formación desde el bachillerato hasta la universidad, todas las enseñanzas, experiencias y vivencias. Gracias por la mejor etapa de mi vida.

*“Don’t give up, don’t give in.
There’s always an answer to everything”
Louis Zamperini*

CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| REINICIO DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA POSTPARTO | 4 |
| FACTORES QUE AFECTAN LA REACTIVACIÓN OVÁRICA POSTPARTO | 6 |
| 2. HIPÓTESIS | 9 |
| 3. OBJETIVO GENERAL | 10 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 10 |
| 4. MATERIAL Y MÉTODOS | 11 |
| FUENTE DE INFORMACIÓN | 11 |
| A) EVALUACIÓN DEL GRADO DE PROTECCIÓN MATERNA | 11 |
| B) PARÁMETROS REPRODUCTIVOS | 14 |
| ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 16 |
| 5. RESULTADOS | 18 |
| COMPORTAMIENTO MATERNO DE PROTECCIÓN | 18 |
| PARÁMETROS REPRODUCTIVOS | 21 |
| 6.DISCUSIÓN | 26 |
| 7. REFERENCIAS | 30 |

RESUMEN

ENRIQUEZ JIMÉNEZ MARÍA FERNANDA. Relación del comportamiento materno de protección hacia la cría con la reactivación ovárica postparto en vacas *Bos indicus*. Bajo la supervisión y asesoría de MVZ PhD Carlos Salvador Galina Hidalgo y Dra. Libia Ivonne Pérez-Torres.

Con el objetivo de establecer si el comportamiento materno de protección en vacas postparto tiene un efecto sobre el reinicio de la ciclicidad ovárica se desarrolló un sistema de calificación para clasificar la conducta de protección materna. Los animales fueron evaluados mediante valoraciones numéricas de acuerdo a si reaccionaban a su becerro, a la intensidad de dicha reacción con y sin la presencia del humano y a si reaccionaban a becerros ajenos. Una vez obtenida su calificación, las vacas se designaron como, madres protectoras o no protectoras. Posteriormente para determinar la reactivación ovárica postparto de las hembras, se consideraron las variables ovulación, el tamaño de folículos, la presentación de celo, y la presentación de celo con ovulación, este último con el fin de identificar los celos verdaderos. Una vez clasificadas las vacas con base a las categorías de comportamiento y reproductivas se realizó una prueba de hipótesis para la diferencia entre las proporciones de las dos poblaciones. No se encontraron diferencias ($p > 0.05$) en ninguna de las variables reproductivas en relación a la clasificación de protección, lo cual sugiere que la ovulación, la presentación de celo, el tamaño folicular y la presentación de celo con ovulación no son afectados por la conducta de protección materna de las vacas. En conclusión, es posible suponer que el sistema de calificación utilizado no fue el adecuado, así como el tiempo posparto en que fueron recolectados los datos del estudio. Parece ser que, factores como la condición corporal o el estímulo del amamantamiento por parte del becerro tienen una mayor influencia sobre la reactivación ovárica posparto en vacas.

1. INTRODUCCIÓN

El reinicio de la actividad ovárica postparto en ganado *Bos indicus* es el principal factor que determina la duración del intervalo entre partos, siendo en esta especie de hasta 450 días, lo que impide cumplir el objetivo de lograr un parto por año (Chenoweth, 1994; Baruselli *et al.*, 2004). Sin embargo, Henao *et al.*, (2000) y Pérez-Torres *et al.*, (2015) han observado intervalos entre el parto y el primer estro de 20 a 30 días en vacas cebú sometidas a un tratamiento de presincronización con progesterona y un manejo de destete temporal al becerro, lo cual hace pensar que este ganado tiene la capacidad de iniciar la actividad reproductiva de la misma forma que las vacas *Bos taurus*. Con la finalidad de mantener un intervalo entre partos que permita una producción máxima durante la vida productiva de cada animal; es de suma importancia determinar los factores que pudieran afectar la eficiencia reproductiva en el postparto.

A pesar de que la mayoría de las investigaciones se centran principalmente en evaluar el efecto de factores como el estado nutricional de las vacas, la presencia del becerro y el estímulo de amamantamiento sobre la reactivación ovárica postparto (Short *et al.*, 1990; Orihuela, 2000; Yavas *et al.*, 2000; Henao, 2001; Bó *et al.*, 2007, Rubio *et al.*, 2010, Díaz *et al.*, 2018), existen otros factores conductuales individuales en la hembra como el temperamento o el comportamiento materno de protección los cuales pueden tener un efecto sobre este parámetro productivo y por consiguiente sobre la dinámica folicular, la ovulación y la manifestación de celo postparto. En efecto, estudios recientes han

demostrado que el temperamento tiene un efecto sobre la eficiencia reproductiva en vacas *Bos indicus*, en donde el temperamento agresivo resulta perjudicial sobre la tasa de preñez en inseminaciones a tiempo fijo (Kasimanickam *et al.*, 2014, Cooke *et al.*, 2009a, 2011), debido a una respuesta neuroendocrina estresante caracterizada por una elevada secreción de ACTH y cortisol (Cooke *et al.*, 2009a, 2011; Curley *et al.*, 2008). Estas hormonas reducen la síntesis y liberación de GnRH y por consiguiente la frecuencia y amplitud de los pulsos de LH secretados por la hipófisis, evitando que se presente el pico de LH (Cooke y Benhaj, 1989; Dobson *et al.*, 2001). Por lo tanto, se plantea que si un animal se encuentra bajo estrés agudo durante un momento crítico del ciclo estral (como lo es el proestro tardío o el estro), la ovulación será retardada o bloqueada debido a la supresión de LH provocada por los glucocorticoides (Moberg *et al.*, 1980). Trabajos realizados en borregas, sugieren que el cortisol tiene la capacidad de bloquear la expresión de la conducta de estro, incluso en borregas a las que se les ha administrado estradiol (60 µg), lo cual implica que si la hembra es expuesta a un factor estresante antes de expresar la conducta de estro, ésta conducta puede resultar bloqueada, a pesar de que la hembra posea un desarrollo ovárico normal (Rawlings y Cook, 1991). Por otro lado, Kasimanickam *et al.*, (2014), demostraron que vacas Angus clasificadas como hembras con temperamento calmado tuvieron una tasa de preñez significativamente más alta en comparación con las vacas clasificadas con temperamento nervioso, lo cual puede ser causado por una afectación a la dinámica folicular en el ovario por

concentraciones elevadas de cortisol en las vacas con temperamento nervioso (Cooke *et al.*, 2009a).

Los resultados de estos estudios, permiten considerar que los aspectos relacionados con el comportamiento individual, como el comportamiento materno de protección, puede influir en la eficiencia reproductiva de las hembras cebú. En vacas *Bos indicus* se ha observado, en el periodo postparto, la manifestación de conductas de protección materna o agresión materna más marcada en comparación con el ganado *Bos taurus* (Chenoweth, 1994), así como un fuerte vínculo entre la vaca- cría, lo que favorece el cuidado y protección del becerro promoviendo así la supervivencia de la descendencia (von Keyserlingk *et al.*, 2007). Las conductas de protección que pueden manifestarse a través de conductas agresivas o de amenaza por parte de la madre representan una estrategia que favorece la supervivencia ya que proporciona protección contra la depredación o peligros hacia la cría, sobre todo cuando los animales son mantenidos en sistemas de pastoreo o con bajo cuidado y/o atención humana (Florck *et al.*, 2012; Bossch y Neumann, 2012). Las hembras cebú mantenidas en pastoreo muestran también una característica de comportamiento materno de protección compartido, puesto que pueden manifestar conductas agresivas de protección hacia las crías dentro de la manada (Pérez-Torres *et al.*, 2014), pudiendo sugerir que esta conducta de protección no es exclusiva entre la madre y su cría (Ewens y Edey, 1985; Vichová y Bartos, 2005).

La vaca manifiesta el comportamiento de protección hacia su cría ya que el cerebro de la madre sufre cambios fisiológicos que son consecuencia directa de señales hormonales y estímulos externos particularmente después del parto y en la lactación por las interacciones entre la vaca y su becerro (Bridges, 2015). Los estudios muestran que las conductas agresivas o de protección hacia la cría están reguladas principalmente por acción de la oxitocina y vasopresina, las cuales muestran mayor actividad en el parto y la lactancia, debido a un aumento en los receptores a oxitocina tanto en la base del núcleo de la estría terminal y en la región medial preóptica como en el septum lateral (Caughey *et al.*, 2011; Bridges, 2015). Por otro lado la oxitocina promueve la conducta de protección materna en esta especie (Bosh y Neuman, 2012) regulando la secreción del neurotransmisor GABA (ácido gamma-aminobutírico) el cual favorece la manifestación de una conducta agresiva cuando la madre siente riesgo o amenaza (Lee y Gammie, 2007).

La relación entre un factor conductual individual con aspectos reproductivos sólo se ha estudiado respecto con el temperamento por lo que resulta interesante determinar si otros aspectos conductuales, como el comportamiento materno de protección, pudiera tener un efecto sobre el reinicio de la actividad ovárica postparto.

Reinicio de la actividad ovárica postparto

Durante la gestación, las vacas sufren cambios fisiológicos que retrasan el reinicio de la actividad ovárica necesaria para la manifestación de la conducta de estro y la ovulación. Los altos niveles de progesterona y el aumento en la

concentración sérica de estrógenos placentarios, ejercen un efecto de retroalimentación negativa sobre el hipotálamo reduciendo la síntesis de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), provocando que la cantidad disponible de esta hormona sea insuficiente para estimular la función gonadotrópica hipofisaria (Short *et al.*, 1990). Como consecuencia, disminuye la actividad y el volumen de los gonadotropos, por lo cual se reduce la concentración de hormona foliculoestimulante (FSH) y de hormona luteinizante (LH). A pesar de que el crecimiento de folículos antrales continúa durante la gestación, estos no alcanzan el estado de madurez (Rexroad y Casida, 1975; Short *et al.*, 1990).

Posterior al parto, debido a la remoción de la unidad fetoplacentaria, las concentraciones de progesterona y estradiol circulante descienden drásticamente, dando fin al efecto de retroalimentación negativa prolongada, permitiendo un aumento en la frecuencia de liberación de pulsos de GnRH, iniciando así la recuperación del eje hipotálamo-hipófisis-ovarios (Nett *et al.*, 1987, Short *et al.*, 1990). Esta reactivación provoca la estimulación de la dinámica folicular y aunque el número de ondas foliculares es variable, indica que las vacas *Bos indicus*, continúan con el desarrollo de ondas durante el anestro (Rubio *et al.*; 2010). Al establecerse la dominancia folicular, el destino del folículo dominante depende de su habilidad para secretar suficiente estradiol con el fin de inducir la secreción de LH. Por lo tanto, se puede inferir que una alteración en la liberación de LH evita la ovulación del folículo dominante, conduciéndolo a atresia. Con base en lo anterior, el anestro postparto

prolongado no se debe a la ausencia de folículos dominantes sino a una falla para ovular (Henao, 2001).

La dinámica folicular se reactiva antes de los 30 días postparto siempre y cuando la vaca presente una buena condición corporal, sus requerimientos nutricionales sean cubiertos y no haya tenido complicaciones al parto (Díaz *et al.*; 2018). La primera ovulación postparto de la mayoría de las vacas productoras de carne se presenta sin la expresión de conducta de estro (ovulación silenciosa) (Werth *et al.*, 1996) seguida por un período interovulatorio corto con una oleada folicular, la formación de un cuerpo lúteo pequeño, lisis temprana del cuerpo lúteo y producción de bajos niveles de progesterona. Se plantea que la reducción de progesterona tiene una función de sensibilización a los estrógenos para la manifestación de los signos de estro. Generalmente es en la segunda ovulación donde se presentarán signos normales de estro, indicando el fin del anestro postparto (Pratt *et al.*, 1982; Henao *et al.*, 2000; 2001, Pérez *et al.*; 2001).

Factores que afectan la reactivación ovárica postparto

Durante el período postparto de los bovinos la actividad reproductiva frecuentemente es afectada por factores externos e internos, los cuales, mediante diversos mecanismos y con diferente intensidad, perturban el equilibrio neuroendocrino, prolongando así el anestro postparto y por lo tanto disminuyen la eficiencia reproductiva. (Henao, 2001). Las vacas cebú que se encuentran bajo condiciones tropicales muestran un período de anestro postparto de hasta 150-210 días afectando la respuesta reproductiva (Galina y Arthur, 1989). Se ha

demostrado que entre los factores involucrados en la reactivación de la dinámica folicular durante el período de anestro postparto, se encuentran la presencia del becerro, el estímulo de amamantamiento y el estado nutricional de las vacas. Se plantea que estos factores inhiben la frecuencia de secreción de GnRH y LH, provocando una limitación en el desarrollo y maduración de los folículos y por consiguiente de la ovulación (Short *et al.*, 1990; Yavas *et al.*, 2000; Bó *et al.*, 2007; Rubio *et al.*; 2010). Pérez-Torres *et al.* (2015) encontraron que vacas Brahman, con una condición corporal superior a 3.5 (escala 1-9) y grasa dorsal superior a 3.5mm, tienen la capacidad de reanudar sus ciclos estrales a partir de los 25 días postparto al ser tratadas con métodos de inducción a base de progesterona.

Estudios previos han demostrado que la presencia de la cría mediante el contacto físico, visual y olfativo, así como la estimulación del área inguinal en la vaca por el becerro son capaces de retrasar el reinicio de la actividad ovárica postparto, así como la manifestación de la conducta de estro (Stevenson *et al.*, 1994; Lamb *et al.*, 1997; Orihuela, 2000). Esto se debe a que al tener la presencia y contacto con su cría, la vaca libera opioides que actúan directamente en las neuronas productoras de GnRH, disminuyendo la liberación de GnRH y por consiguiente de LH, limitando el desarrollo y maduración de los folículos, evitando la ovulación (Zaleski *et al.*, 1990; Sanz *et al.* 2003). Aunado a esto, Rubio *et al.*, (2010) encontraron que durante la primera mitad del período de amamantamiento y crianza (60 días postparto) la población folicular de las madres estaba compuesta principalmente por folículos con un tamaño <4 mm,

mientras que en la segunda mitad incrementó el número de folículos de tamaño 6-8mm.

Existen métodos como la separación parcial de la cría que consisten en apartar temporalmente a la cría de su madre durante 24, 48, 72 o más horas. Se ha comprobado que estos destetes temporales acortan el período de anestro postparto, por ejemplo, vacas separadas de su cría presentan folículos de mayor diámetro (12-21mm) que las del grupo control (Pérez-Torres *et al.* 2015). También se ha observado que una separación de 48 horas produce una conducta de celo a los 21 días después de la separación (Alberio *et al.* 1984).

Considerando todo lo anteriormente expuesto y teniendo en cuenta que un factor conductual como el temperamento puede afectar la tasa de preñez en vacas *Bos indicus*, resulta interesante determinar si otro factor conductual como el comportamiento materno de protección sobre la cría, pudiera tener un efecto sobre el reinicio de la actividad ovárica postparto. Este último será evaluado mediante la manifestación de la conducta de celo, la dinámica folicular postparto y la ovulación.

2. HIPÓTESIS

Las vacas clasificadas como no protectoras presentan ovulación, folículos ováricos con tamaños de 7-21mm de diámetro y conducta de estro en los primeros 40 días postparto a diferencia de las vacas clasificadas como protectoras que presentarán estos parámetros más tardíamente.

3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar y categorizar la conducta materna de protección en ganado Cebú y determinar si esta conducta está relacionada con el reinicio de la actividad ovárica post-parto.

Objetivos Específicos

- Definir un sistema de calificación y catalogar a las vacas como protectoras y las no protectoras.
- Determinar si existe una relación entre la clasificación de conducta de protección materna y la dinámica folicular.
- Determinar si existe una relación entre la clasificación de conducta de protección materna y la conducta de celo.
- Determinar si existe una relación entre la clasificación de conducta de protección materna y la ovulación.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Fuente de información

Para el presente estudio se utilizó la información obtenida de dos fuentes: los datos publicados por Pérez-Torres *et al.* (2014) en relación con el comportamiento materno de protección de la raza Brahman con cría al pie; y la información generada por Pérez-Torres *et al.* (2015) referente a los parámetros reproductivos. Los datos que se utilizaron en el presente trabajo fueron analizados bajo los objetivos antes descritos. Los mismos animales fueron utilizados en ambos estudios, aunque se midieron parámetros diferentes, lo cual permite el desarrollo del presente trabajo en el que se relacionan los parámetros reproductivos y los aspectos de comportamiento de las vacas. Se utilizaron un total de 30 vacas *Bos indicus*, con cría al pie, edades entre 4 y 6 años y una condición corporal media de 4.0 ± 0.08 en escala de 1 a 9 (Wagner *et al.*, 1988) donde el valor 1 corresponde a una vaca emaciada y 9 una obesa. Las vacas fueron tratadas al día 16 postparto con un método de inducción que consistió en la aplicación de un dispositivo intravaginal liberador de progesterona (CIDR™, 1.9 g de progesterona natural en silicona, Zoetis) que permaneció *in situ* durante 9 días, el cual fue retirado al día 25.

a) Evaluación del grado de protección materna

Se estableció un sistema de calificación para obtener una evaluación numérica del comportamiento de protección materna de cada vaca con el fin de categorizarla como madre protectora o no protectora.

El procedimiento fue modificado del descrito por Hoppe *et al.*, (2008). Los becerros fueron separados de las madres y mantenidos en una manga de manejo que permitía la visibilidad entre las madres y sus cría. Al inicio de la prueba, los becerros fueron liberados uno a la vez a un corral de manejo. A cada becerro se le permitió caminar libremente por la línea de separación adyacente (fence-line) durante 30 segundos, y posteriormente, era sujetado y dirigido gentilmente por una persona con la ayuda de una cuerda atada a su cuello continuando el recorrido, para finalmente regresarlo a la manga de manejo con los demás becerros. Se dieron 5 minutos entre cada prueba para favorecer la independencia entre las pruebas. Durante cada prueba, la conducta de cada madre ante la caminata y el manejo de su becerro fue calificada siempre por la misma persona. También se calificó la actitud de la vaca ante becerros ajenos.

La prueba fue realizada una vez con cada becerro para evitar que las vacas se condicionaran a dicho procedimiento. Las intensidades de reacción fueron clasificadas de acuerdo al sistema de calificación de 1 al 5 descrito a continuación:

1. La vaca se mantiene muy quieta o demuestra indiferencia a la prueba.
2. La vaca se mantiene quieta ligeramente agitada y observa a su cría.
3. La vaca está agitada ocasionalmente pisotea el suelo.
4. La vaca está nerviosa e intenta interferir con el proceso de manejo, el manejador sólo se siente seguro si la vaca es vigilada en todo momento.

5. La vaca es agresiva, peligrosa y trata de pasar por el cerco, el manejador sólo se siente seguro porque existe una cerca de separación.

Las categorías que fueron evaluadas y consideradas para el presente estudio son:

- a) Si la vaca reacciona a la presencia y al manejo de la cría o no.
- b) La intensidad de reacción de la madre al manejo de la cría por el humano.
- c) La intensidad de reacción de la madre sin presencia y manejo de la cría.
- d) La intensidad de reacción con becerro propio.
- e) El promedio de intensidad con becerro(s) ajeno(s).
- f) El número de becerros a los que reacciona.

Las intensidades fueron calificadas de la siguiente forma (cuadro 1):

| ID | Reac. | Inten. hum. | Inten. s/hum | Prom. Inten. becerro propio | Prom. Inten. becerro ajeno | # de becerros reac | Suma |
|----|-------|-------------|--------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------|------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |

Cuadro 1. Sistema de calificación de la conducta de protección materna.

Donde:

- a) Reac. Reacciona al becerro o no: Reacciona al becerro equivale a 2 puntos y no reacciona al becerro a 1 punto.
- b) Inten. hum. Intensidad de reacción con humano va de 1 a 5 puntos.
- c) Inten. s/hum. Intensidad de reacción sin humano va de 1 a 5 puntos.
- d) Prom. inten. becerro propio: Promedio de intensidad de reacción con becerro propio va de 1 a 5 puntos.
- e) Prom. Inten. becerro ajeno: Promedio de intensidad de reacción con becerro(s) ajeno(s) va de 1 a 5 puntos.
- f) # de becerros reac: Número de becerros a los que reacciona.

De acuerdo con la calificación obtenida, fueron clasificadas en madres protectoras o no protectoras, siendo protectoras igual o mayor a una puntuación de 11 y no protectoras menor a una puntuación de 11.

b) Parámetros reproductivos

Para encontrar el efecto del comportamiento materno de protección sobre la función reproductiva de las vacas se tomaron en cuenta los siguientes parámetros reproductivos de los animales del estudio de Pérez-Torres *et al.* 2015:

1. Ovulación o no ovulación a los 11 días post retiro de CIDR: Se tomó una muestra sanguínea de la vena coccígea para determinar la concentración de progesterona en sangre.

De acuerdo con los resultados se clasificaron a las vacas como:

- 1 Negativa a ovulación < 1ng/ml
- 2 Positiva a ovulación > 1ng/ml

2. Dinámica folicular: Para determinar el tamaño de los folículos en los ovarios se realizó una medición por ultrasonografía del diámetro de los mismos una vez al día durante cuatro días post retiro del CIDR mediante un ultrasonido (Aloka SSD-500, Aloka, Tokio, Japón) equipado con un transductor lineal en tiempo real de 7.5 MHz. De acuerdo con esta evaluación y para fines de este proyecto se consideró ideal cuando se presentaron folículos dentro de las siguientes categorías, con un diámetro de 7-11mm, de 12-16mm y de 17-21mm. Se considerará como una dinámica folicular no ideal cuando no se presente alguno de los diámetros antes descritos.

3. Presentación de celo: Las vacas fueron observadas por 96 horas después del retiro del CIDR, empezando las observaciones a las 7:00h y terminando a las 19:00h. Se consideró el comportamiento homosexual como un indicativo de conducta de celo, donde la vaca que se dejaba montar fue positiva a manifestar conducta de celo. Para detectar conducta de celo posterior a las 19:00h se utilizaron parches ESTROTECT™ (Rockway, Spring Valley, WI, USA). Los cambios en el color de los parches fueron registrados cada mañana a las 7:00 am.

4. Presentación de celo con ovulación: Se clasificaron a las vacas de acuerdo a la presentación de celo y a la presentación de ovulación con el fin de identificar celos falsos o celos silenciosos.

De acuerdo con los resultados obtenidos las vacas pudieron ser clasificadas mediante un sistema de calificación progresivo.

| ID | Dinámica folicular normal o anormal | Presentación de celo | Ovulación | Ovulación con conducta de celo |
|----|-------------------------------------|----------------------|-----------|--------------------------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |

Donde:

- Dinámica folicular con todos los tamaños antes descritos equivale a 2 puntos y una dinámica folicular diferente a 1 punto.
- Presentación de celo equivale a 2 puntos y no presentación de celo a 1 punto.
- Ovulación equivale a 2 puntos y no ovulación a 1 punto.
- Ovulación con conducta de celo equivale a 4 puntos, ovulación sin conducta de celo 3 puntos.

Análisis estadístico

Una vez que las vacas fueron calificadas con base a las categorías reproductivas y de comportamiento materno de protección, se analizaron los

datos mediante un análisis de regresión lineal categórica para datos categóricos en el programa estadístico IBM SPSS® Statistic 25.

Para la evaluación de la relación entre la conducta de protección materna con cada categoría reproductiva se realizó por estadística no paramétrica, una prueba de hipótesis para la diferencia entre las proporciones de las dos poblaciones (hembras protectoras y no protectoras) partiendo de la siguiente hipótesis:

Ho: $X_1 = X_2$ sig ≥ 0.05

Ha: $X_1 \neq X_2$ sig < 0.05

Tomando en cuenta la siguiente regla de decisión:

Si $p \geq 0.05$ no existe una asociación entre las variables o son dependientes.

Si $p < 0.05$ existe asociación entre las variables o son independientes.

5. RESULTADOS

Aspectos descriptivos

Comportamiento materno de protección

Del total de vacas seleccionadas para el estudio (n=30), 53% (16) fueron clasificadas como madres protectoras (PT) y 47% (14) como no protectoras (NPT).

Ante la prueba de protección materna, el 100% de las vacas (16/16) del grupo PT presentaron una reacción hacia su becerro independientemente del manejo y presencia del humano, mientras que esto sólo sucedió en el 36% de las vacas NPT (5/14) (Figura 1.).

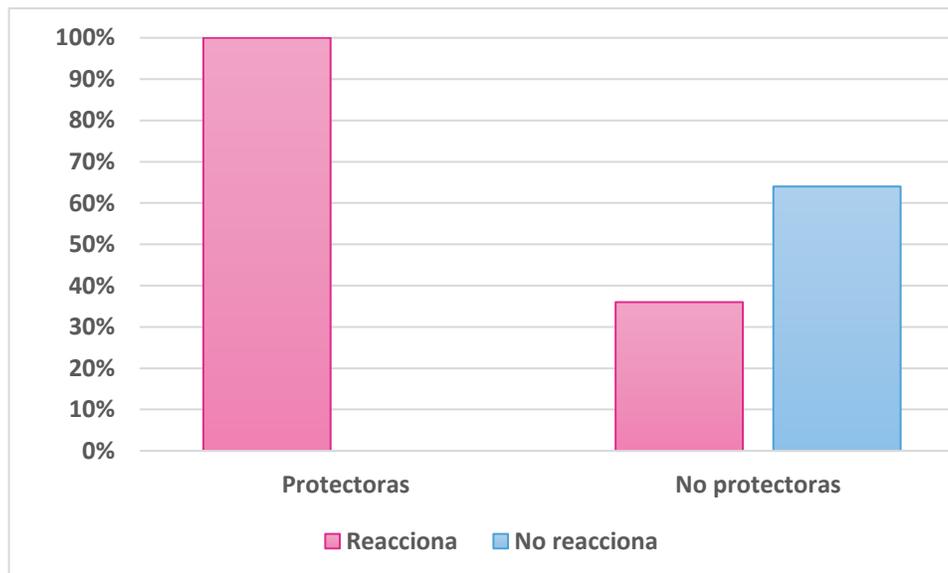


Figura 1. Proporción de vacas clasificadas como protectoras o no protectoras que presentaron una reacción ante su becerro durante la prueba de Hoppe *et al.*, (2008) modificada.

Con respecto a la intensidad de reacción de la vaca hacia el becerro, se observó una diferencia de hasta 3 puntos en la intensidad de la reacción en 88% (14/16) de las vacas del grupo de PT. En la figura 2 se muestra la variación de la intensidad de reacción de las vacas PT. Se observó una mayor intensidad de la reacción con una diferencia de hasta 3 puntos entre la presencia del humano y cuando el becerro no fue manejado. Por otra parte, en el grupo NPT el 36% (5/14) de las vacas aumentaron sólo 1 grado de intensidad de reacción cuando existía una intervención por parte del humano en comparación a cuando el becerro no fue manejado (Figura 3).

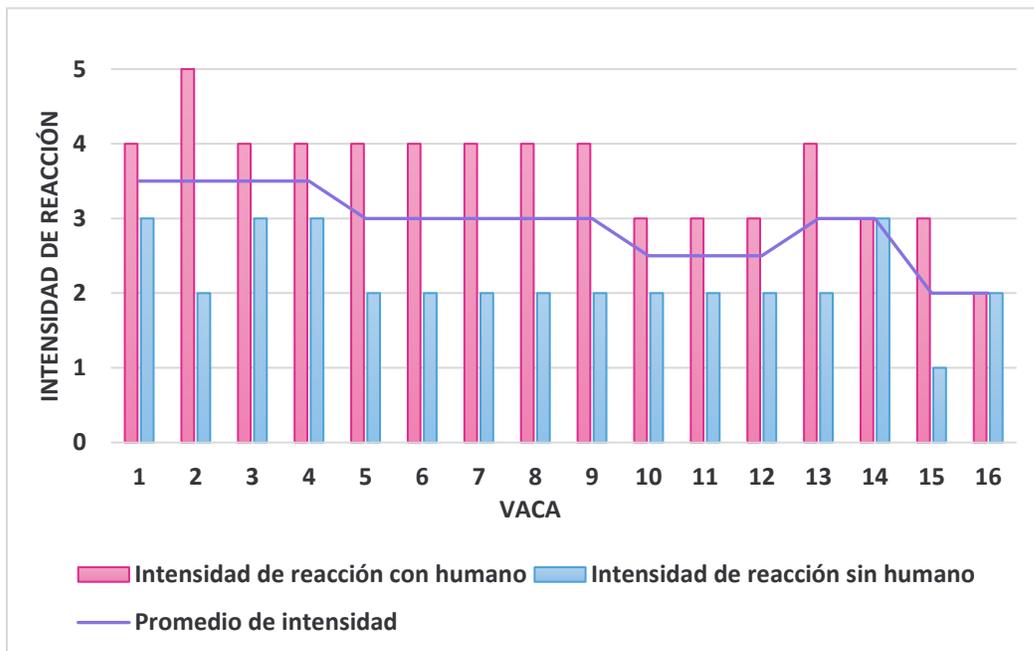


Figura 2. Intensidad de reacción de las vacas ante su cría con o sin manejo del humano en el grupo de vacas clasificadas como protectoras (PT).

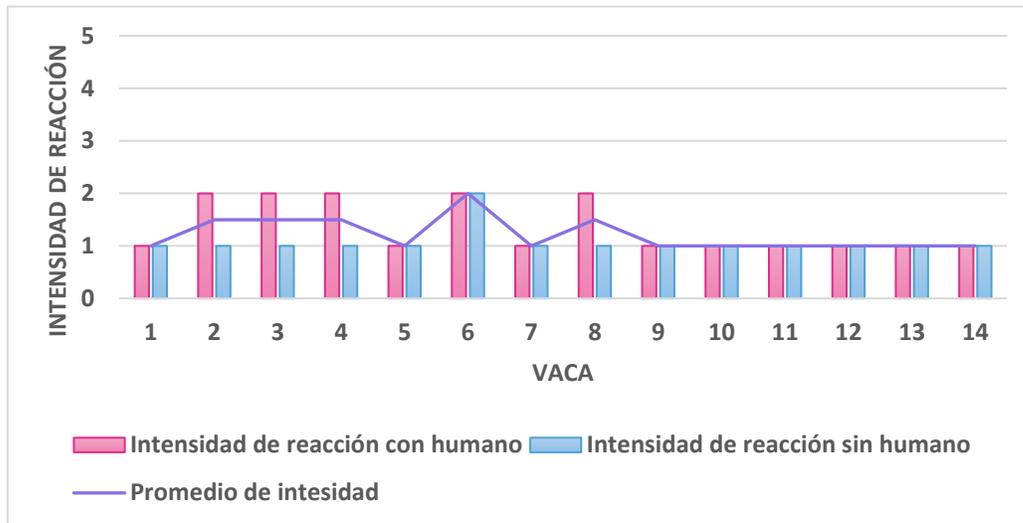


Figura 3. Intensidad de reacción ante su cría con o sin manejo del humano en el grupo de vacas clasificadas como no protectoras (NPT).

En cuanto al porcentaje de vacas de cada grupo (PT y NPT) que respondieron a becerros ajenos se observa que, en el grupo de PT, el 31% de las madres respondieron a 3 becerros ajenos, mientras que el 64% de las vacas NPT no respondió a ningún becerro ajeno. Dentro del grupo de madres PT se encontró una vaca (6%) que respondió a 7 becerros ajenos (Figura 4).

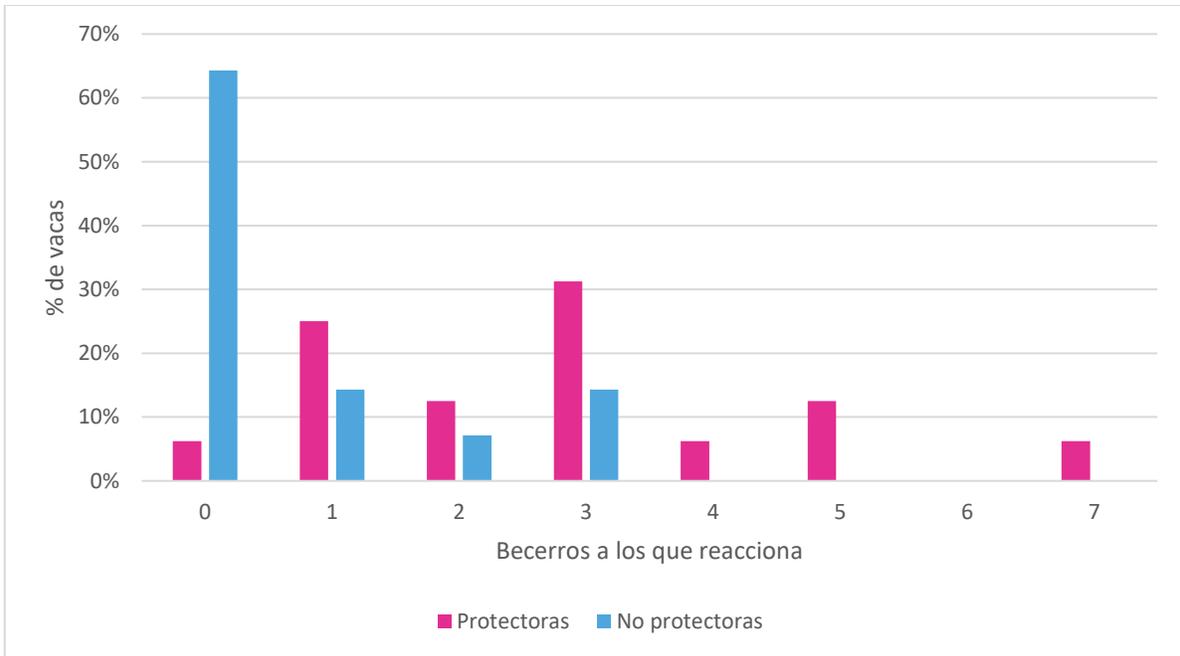


Figura 4. Porcentaje de vacas protectoras y no protectoras que reaccionaron ante becerros ajenos.

Parámetros reproductivos

La proporción de vacas que ovularon a los 36 días postparto entre los grupos NPT y PT no difirió ($P=0.68$), la mayoría (93% y 75% para NPT y PT respectivamente) ovularon a los 36 días (Figura 5).

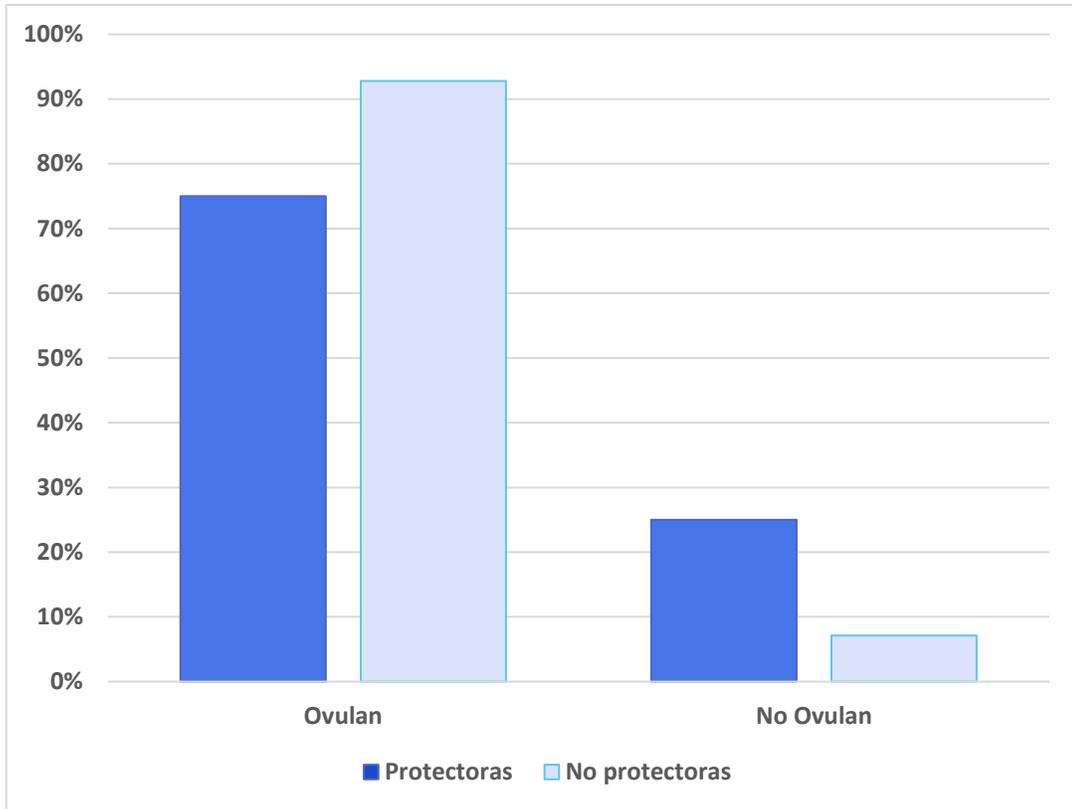


Figura 5. Porcentaje de vacas protectoras y no protectoras que ovularon y que no ovularon a los 36 días postparto después del tratamiento de sincronización.

(P= 0.68)

La figura 6 describe la presentación de celo a las 96 horas post retiro del CIDR. A este tiempo sólo la mitad (50%) de las vacas PT presentaron estro, mientras que el 79% de las NPT mostró una conducta positiva de celo.

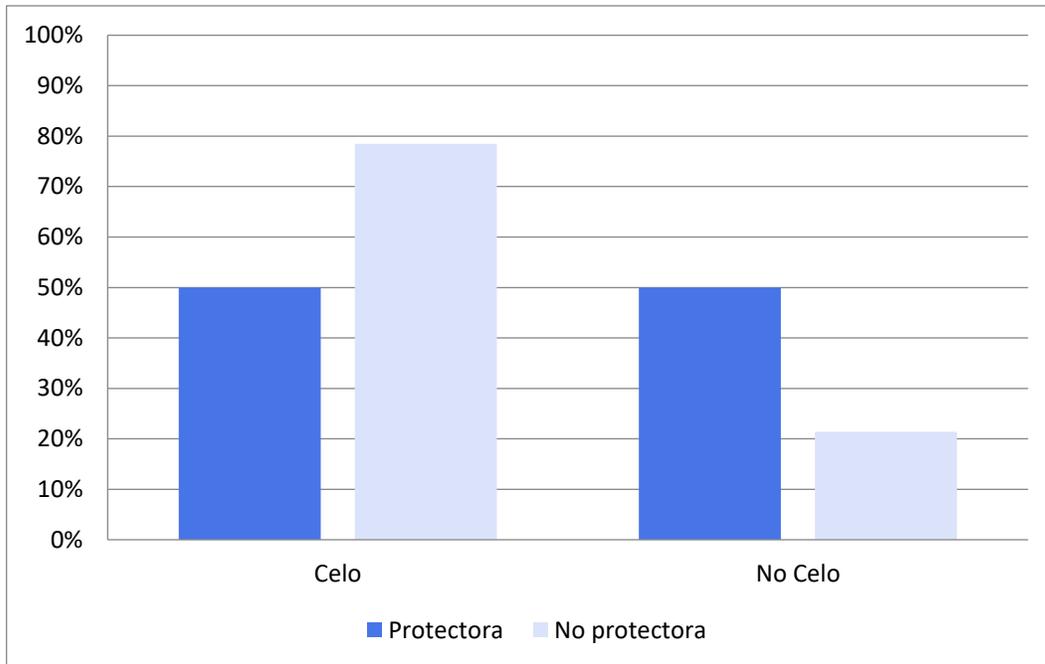


Figura 6. Proporción de vacas clasificadas como protectoras y no protectoras que presentaron conducta de celo dentro de las 96 horas siguientes al retiro del implante (P= 0.84)

De acuerdo a la proporción de vacas protectoras y no protectoras que presentaron folículos con un diámetro de 6-11mm, de 12-16mm y de 17-21mm, se obtuvieron resultados similares entre los dos grupos (P=0.75) donde la mayoría de los animales presentó diámetros de dos categorías establecidas, tanto de 6-11mm y 12-16mm como de 6-11mm y 17-21mm (Figura 7.).

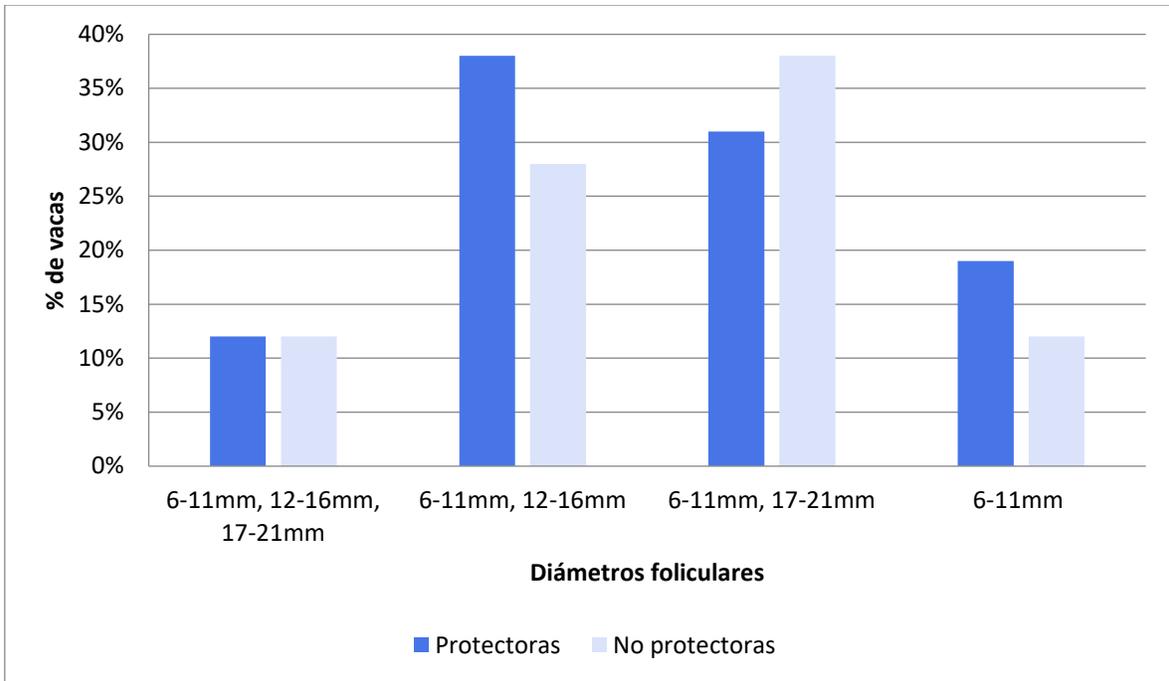


Figura 7. Proporción de vacas clasificadas como protectoras y no protectoras de acuerdo con el tamaño folicular que presentaron. $P= 0.75$

Con respecto a las vacas protectoras que presentaron celo o no con ovulación y celo o no sin ovular, se observó que aunque el 79% de las madres clasificadas como NPT presentó un celo verdadero, en comparación con el 50% de las vacas clasificadas como PT, esta diferencia no fue significativa ($P>0.05$) (Figura 8).

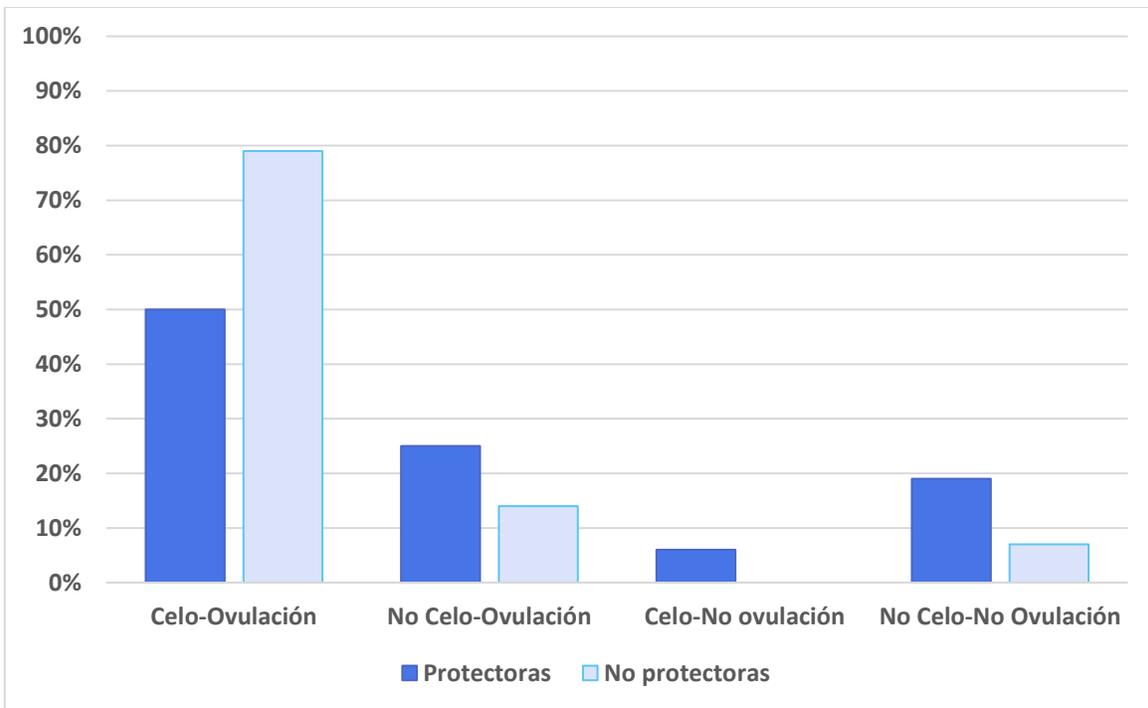


Figura 8. Porcentaje de vacas clasificadas como protectoras y no protectoras que presentaron una conducta de celo con ovulación, no celo con ovulación, celo con no ovulación y no celo con no ovulación.

6. DISCUSIÓN

El porcentaje de vacas clasificadas como protectoras en este estudio fue 53%. Estudios anteriores (Hoppe *et al.* 2008) en vacas de raza German Angushan encontrado resultados similares, teniendo un porcentaje de vacas con reacción protectora de 61%. Edwards y Broom (1982), Le Neindre, *et al.*, (1989) y Selman *et al.* (1970) han postulado que el comportamiento materno de protección es más intenso y vigoroso en el ganado de carne comparado con el ganado lechero, probablemente por la selección que se ha dado a través de los años en este último, conservando, vacas más dóciles para facilitar su manejo.

Por otro lado, los resultados mostraron que la intensidad de reacción de protección materna de las vacas se incrementó cuando estaba el humano presente y existió un manejo hacia el becerro. Este acrecentamiento de la intensidad de reacción de protección ha sido observado en estudios previos realizados por Buddenberg *et al.*, (1986), Morris *et al.*, (1994), Sandelin *et al.*, (2004) y Pérez-Torres *et al.*, (2014), demostrando que cuando el humano realiza alguna actividad con el becerro como pesaje o aretado casi todas las vacas muestran un aumento en la intensidad de la protección maternal. En efecto, parece ser que el humano es percibido por la vaca como una amenaza hacia su becerro, lo cual provoca la reacción agresiva particularmente en vacas criadas en pastoreo sin contacto o con poco contacto con el humano (Le Neindre *et al.*, 1999, Turner and Lawrence, 2007; Hoppe *et al.*, 2008). Sin embargo, a pesar de que la intensidad de las vacas que reaccionaron resultó similar con los estudios antes citados, en el presente trabajo no todas las vacas mostraron una reacción

de protección materna hacia su cría cuando un humano estaba a cargo de su manejo. Más aún, en el grupo de las vacas clasificadas como no protectoras se obtuvo un 64% de madres que se mostraron indiferentes ante la intervención del humano. Esta variación en los resultados puede ser atribuido a que los datos de los experimentos mencionados fueron obtenidos entre 0 y 24 horas postparto a diferencia de los datos recolectados para este estudio que fueron obtenidos a partir de los 30 días post parto. El momento en el que se evalúa el comportamiento materno de protección a la cría pudiera impactar la reacción de la vaca ante su cría ya que se ha comprobado que el vínculo de apego entre la vaca y su becerro disminuye en ganado de carne desde el día 30 hasta el día 120 postparto (Stehulová *et al.*, 2013, Pérez-Torres *et al.*, 2014). De hecho, von Keyserlingk y Weary, (2007) han demostrado que hay una disminución en la frecuencia de amamantamiento de 4 veces por día durante los primeros 30 días a sólo 1 vez cuando las crías cumplieron 6 meses y que el tiempo de amamantamiento se reduce de 4 minutos a menos de 2 minutos respectivamente. La disminución en la reacción de protección materna puede deberse asimismo a la habituación al contacto con el humano y al grado de docilidad del animal. En borregas por ejemplo, se ha visto que existe una relación entre la docilidad del animal hacia el humano con ciertas conductas maternas (Dwyer y Lawrence; 1998).

La respuesta hacia becerros ajenos que presentó tanto el grupo de vacas protectoras y no protectoras se obtuvo que la mayoría de vacas clasificadas como no protectoras (64%) no reaccionó a ningún becerro ajeno, a diferencia de

las vacas protectoras donde un 31% respondió hasta a 3 becerros ajenos. Esta reacción ante becerros ajenos puede ser debido a que la conducta materna parece no ser exclusiva entre madre y cría biológica, ya que se ha observado en manadas de otras especies de mamíferos y vacas *Bos taurus* conductas dirigidas a crías no filiales como cuidado, amamantamiento, protección y acicalado comunal (Le Neindre *et al.*, 1989, Hass *et al.*, 1990, Vichová y Bartos, 2005, Pérez-Torres *et al.*, 2014). No obstante, en algunas hembras primíparas el interés por un becerro ajeno puede llegar a afectar la relación con la cría propia, hasta llegar a un rechazo por parte de la madre (Illman y Spinka, 1993). En el presente estudio el número de primíparas fue similar en ambos grupos, siendo una muestra poco representativa para comprobar si el número de partos tiene un efecto sobre la conducta de protección materna. Aunado a esto, no ha sido comprobado si las vacas son capaces de distinguir a sus propias crías a distancia o simplemente están respondiendo a algunos terneros por la incapacidad de poder reconocer a su propio becerro (Watts y Stookey, 2000; Marchant-Forde *et al.*, 2002).

En relación a las variables reproductivas, sólo 12% tanto de PT como NPT presentó una dinámica folicular con tamaños de 7-11mm, de 12-16mm y de 17-21mm. Esto puede ser debido a que las mediciones fueron realizadas a partir del día 25pp hasta el día 29pp. Estudios anteriores (Ruiz-Cortés y Olivera-Ángel, 1998; Rubio *et al.*, 2010) encontraron que durante los primeros 6 meses postparto la población folicular fue en su mayoría de tamaños de 4 a 6mm, mientras que en la segunda mitad de la lactación aumentó el número de

folículos de mayor tamaño. A pesar de que no se observó una dinámica folicular constante, la mayoría de las vacas clasificadas como PT y NPT sí ovuló a los 36 pp (75 y 93% respectivamente), lo cual, coincide con lo observado por Henao *et al.*, (2000) donde obtuvieron intervalos entre el parto y la primera ovulación de 35 días en vacas Gyr y cruzadas. Esto probablemente a causa de la frecuencia de toma de muestra del tamaño folicular, sugiriendo que el tamaño de los folículos probablemente no es un indicador de la capacidad de las hembras para ovular, ya que a pesar del tamaño folicular las vacas sí ovularon.

De acuerdo con los resultados del presente estudio, se concluye que la reactivación ovárica posparto no es afectada por la conducta de protección materna. Parece que existen factores que tienen una mayor influencia sobre la ciclicidad como lo es la condición corporal o el estímulo de amamantamiento por parte del becerro. Es probable asimismo que el sistema de calificación utilizado para clasificar el comportamiento de protección materna no fuera el adecuado, así como el tiempo posparto en el que fueron recolectados los datos del estudio. Se requieren más estudios para evaluar si existe una relación entre la respuesta de protección materna a menos días posparto y la reactivación ovárica posparto.

7. REFERENCIAS

- Alberio, R, Butler, HM, Palma, G, Schiersmann, GCS, Algorta, D, Ortiz A. 1984. Actividad reproductiva y fertilidad luego de un destete temporario en vacas de cría múltiparas con diferentes estados corporales. *Revista Argentina de Producción Animal*. 4: 555-566.
- Anta, E, Rivera, JA, Galina, CS, Porras, A, Zarco, L. 1989. Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos II. Parámetros productivos. *Veterinaria México*. 20: 11-18.
- Baruselli, PS, Reis, EL, Marques, MO, Nasser, LF, Bó, GA. 2004. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Animal Reproduction Science*. 82: 479-486.
- Baruselli, PS, Sales, J, Sala, R, Vieira, L, Sá, Filho M. 2012. History, evolution and perspectives of timed artificial insemination programs in Brazil. *Animal Reproduction*. 9, 139–152.
- Bó, G, Cutaia, L, Peres, L, Pincinato, D, Maraña, D, Baruselli, PS. 2007. Technologies for fixed-time artificial insemination and their influence on reproductive performance of *Bos indicus* cattle. *Society for Reproduction and Fertility*. 64: 223-236.
- Bosch, OJ, Neumann, ID. 2012. Both oxytocin and vasopressin are mediators of maternal care and aggression in rodents: from central release to sites of action. *Hormones and Behavior*. 61: 293-303.

- Bridges, RS. 2015. Neuroendocrine regulation of maternal behavior. *Frontiers in Neuroendocrinology*. 36: 178-196.
- Buddenberg, BJ, Brown, CJ, Johnson, ZB, Honea, RS. 1986. Maternal behavior of beef cows at parturition. *Journal of Animal Science*. 62: 42-46.
- Caughey, SD, Klampfl, SM, Bishop, VR, Pfoertsch, J, Neumann, ID, Bosch, OJ, Meddle, SL. 2011. Changes in the intensity of maternal aggression and central oxytocin and vasopressin V1a receptors across the peripartum period in the rat. *Journal of Neuroendocrinology*. 23:1113–1124.
- Chenoweth, P. 1994. Aspects of reproduction in female *Bos indicus* cattle: a review. *Australian Veterinary Journal*. 71: 422-426.
- Cooke, RG, Benhaj, KM. 1989. Effects of ACTH and cortisol on luteolysis in the ewe. *Animal Reproduction Science*. 20: 201–211.
- Cooke RF, Arthington JD, Araujo DB, Lamb GC. 2009a. Effects of acclimation to human interaction on performance, temperament, physiological responses, and pregnancy rates of Brahman-crossbred cattle. *Journal of Animal Science*. 87: 4125–4132.
- Cooke, RF, Bohnert, DW, Meneghetti, M, Losi, TC, Vasconcelos, JLM. 2011. Effects of temperament of pregnancy rates to fixed-time AI in *Bos indicus* beef cows. *Livestock Science*. 142; 108–113.
- Cooke, RF, Schubach, KM, Marques, RS, Peres RF, Silva, LG, Carvalho, RS, Cipriano, RS, Bohnert, DW, Pires, AV, Vasconcelos, JL. 2017. Effects of

- temperament on physiological, productive, and reproductive responses in beef cows. *Journal Animal Science*. 95:1-8.
- Curley, KO, Neuendorff, DA, Lewis, AW, Cleere, JJ, Welsh, TH, Randel RD. 2008. Functional characteristics of the bovine hypothalamic-pituitary-adrenal axis vary with temperament. *Hormones and Behavior*. 53:20-27.
- Díaz, R, Galina, CS, Rubio, I, Corro, M, Pablos, JL, Orihuela, A. 2018. Monitoring changes in back fat thickness and its effect on the restoration of ovarian activity and fertility in *Bos indicus* cows. *Reproduction in Domestic Animals*. 53:495-501.
- Dobson, H, Tebble, JE, Smith, RF, Ward W.R. 2001. Is stress really all that important? *Theriogenology*. 55:65-73.
- Dwyer C.M., Lawrence A.B. 1998. Variability in the expression of maternal behavior in primiparous sheep: effects of genotype and litter size. *Applied Animal Behaviour Science*. 58: 311-330.
- Edwards S.A., Broom D.M., 1982. Behavioral interaction of dairy cows with their newborn calves and the effects of parity. *Animal Behaviour*. 30: 525–535.
- Florcke, C., Engle T.E., Grandin T., Deesing, M.J. 2012. Individual differences in calf defense patterns in Red Angus beef cows. *Applied Animal Behaviour Science*. 139:203-208.
- Fordyce, G., Dodt, R.M., Wythes, J.R. 1988a. Cattle temperaments in extensive beef herds in northern Queensland. Factors affecting temperament. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 28: 683-687.

- Galina, C. and Arthur, G. 1989. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 3. Puerperium. *Animal Breeding Abstract*. 57, 899–910.
- Grandinson, K., 2005. Genetic background of maternal behaviour and its relation to offspring survival. *Livestock Production Science*. 93: 43-50.
- Hass, C.C. 1990. Alternative maternal-care patterns in two herds of bighorn sheep. *Journal of Mammalogy*. 71: 24-35.
- Henao G., Olivera-Angel M., Maldonado-Estrada J.G. 2000. Follicular dynamics during postpartum anestrus and the first estrous cycle in suckled or non-suckled Brahman (*Bos indicus*) cows. *Animal Reproduction Science*. 63: 127-136.
- Henao, G., 2001. Reactivación ovárica postparto en bovinos. Revisión. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 54: 1285-1302.
- Hoppe, S., Brandt, H.R., Erhardt, G., Gaulty, M. 2008. Maternal protective behaviour of German Angus and Simmental beef cattle after parturition and its relation to production traits. *Applied Animal Behaviour Science*. 114: 297-306.
- Illmann G., Spinka M. 1993. Maternal Behaviour of Dairy Heifers and Suckling of Their Newborn Calves in Group Housing. *Applied Animal Behaviour Science*, 36: 91-98.
- Kasimanickam, R., Asay, M., Schroeder, S., Kasimanickam, V., Gay, J.M., Kastelic, J.P., Hall, J.B., Whittier, W.D. 2014. Calm Temperament Improves

Reproductive Performance of Beef Cows. *Reproduction in Domestic Animals*. 49:1063–1067.

Kasimanickam R., Schroeder S., Assay M., Kasimanickam V., Moore D.A., Gay J.M., Whittier W.D. 2014. Influence of temperament score and handling facility on stress, reproductive hormone concentrations, and fixed time AI pregnancy rates in beef heifers. *Reproduction Domestic Animals*. 49:775–782.

Lamb, G.C., Miller B., Lynch J., Thompson K., Heldt J., Loest C., Grieger D., Stevenson J. 1999. Twice daily suckling but not milking with calf presence prolongs postpartum anovulation. *Journal of Animal Science*. 77:2207-2218.

Lee, G., Gammie, S.C. 2007. GABA enhancement of maternal defense in mice: possible neural correlates. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*. 86 (1): 176-187.

Le Neindre P., D'Hour P., 1989. Effects of a postpartum separation on maternal responses in primiparous and multiparous cows. *Animal Behaviour*. 37: 166-168.

Marchant-Forde J., Marchant-Forde R., Weary D. 2002. Responses of dairy cows and calves to each other's vocalisations after early separation. *Applied Animal Behaviour Science* 78: 19-28.

Moberg G.P., Anderson C.O., Underwood T.R. 1980. Ontogeny of the adrenal and behavioral responses of lambs to emotional stress. *Journal of Animal Science* 51:138-142.

- Morris C.A., N. Cullen G., Kilgoure R., Bremner K.J. 1994. Some genetic factors affecting temperament in *Bos taurus* cattle. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 37: 167-175.
- Nephew, B.C., Byrnes, E.M., Bridges R.S. 2010. Vasopressin mediates enhanced offspring protection in multiparous rats. *Neuropharmacology*. 58:102-106.
- Nett, T.M. 1987. Function of the hypothalamic-hypophysial axis during the postpartum period in ewes and cows. *Journal of Reproduction and Fertility*. 34: 201-213.
- Neumann I.D., Toschi N., Ohi F., Torner L., Kromer S.A. 2001. Maternal defence as an emotional stressor in female rats: correlation of neuroendocrine and behavioural parameters and involvement of brain oxytocin. *European Journal of Neuroscience*. 13: 1016–1024.
- Orihuela A. 2000. Some factors affecting the behavioural manifestation of oestrus in cattle: a review. *Applied Animal Behaviour Science*. 70: 1-16.
- Pérez-Torres, L., Orihuela, A., Corro, M., Rubio, I., Cohen, A., Galina, C.S., 2014. Maternal protective behavior of zebu type cattle (*Bos indicus*) and its association with temperament. *Journal Animal Science*. 92: 4694–4700.
- Pérez-Torres, L.I., Rubio, I., Corro, M., Cohen, A., Orihuela, A., Galina, C.S., Pablos, J.L. 2015. A pre-synchronization program at early postpartum might increase the chances of *Bos indicus* cows cycling prior to 50 days regardless of the length of calf separation. *Journal of Reproduction and Development*. 61: 199–203.

- Polleto, R. 2010. Maternal behaviour. In: Mills D.S. (Ed.) The Encyclopedia of Applied Animal Behaviour and Welfare, CABI: Wallingford, UK, 402-405.
- Pratt, B.R., Berardinelli, J.G., Stevens, L.P., and Inskeep, E.K. 1982. Induced corpora lutea in the postpartum beef cow. I. Comparison of gonadotropin releasing hormone and human chorionic gonadotropin and effects of progesterone and estrogen. *Journal of Animal Science* 54: 822-831.
- Rawlings N.C., Cook S.J. 1991. The effects of acclimation to confinement of gonadotropin and cortisol secretion during the estrous cycle of the ewe. *Canadian Journal of Animal Science*. 71: 327-332.
- Rexroad, C.E., Casida, L.E. 1975. Ovarian follicular development in cows, sows and ewes in different stages of pregnancy as affected by number of corpora lutea in the same ovary. *Journal of Animal Science*. 41: 1090-1097.
- Rubio I., Castillo E., Soto r., Alarcón F., Murcia C., Galina C.S. 2010. Postpartum follicular development in Brahman cows under two stocking rates. *Tropical Animal Health and Production*. 42: 539-545.
- Ruiz-Cortés Z.T., Olivera-Angel M. 1999. Ovarian follicular dynamics in suckled zebu (*Bos indicus*) cows monitored by real time ultrasonography. *Animal Reproduction Science*. 54: 211–220.
- Sandelin B.A., Brown A.H., Johnson Z.B., Hornsby J.A., Baublits R.T., Kutz B.R. Case Study: Postpartum maternal behavior score in six breed groups of beef cattle over twenty-five years. 2005. *The Professional Animal Scientist*. 21: 13-16.

- Sanz A., Casasús, I., Villalba, D., and Revilla, R. 2003. Effects of suckling frequency and breed on productive performance, follicular dynamics and postpartum interval in beef cows. *Animal Reproduction Science*. 79: 57–69.
- Selman I.E., McEwan A.D., Fisher E.W., 1970. Studies on natural suckling in cattle during the first eight hours post partum I. Behavioural studies (dams). *Animal Behaviour*. 18: 276–283.
- Short R.E., Bellows R.A., Staigmiller R. B., Berardinelli J. G., Custer E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*. 68: 799–816.
- Stěhulová I., Spinka M., Šárová R., Máchová L. 2013. Maternal behaviour in beef cows is individually consistent and sensitive to cow body condition, calf sex and weight. *Applied Animal Behaviour Science*. 144: 89-97.
- Stevenson J.S., Knoppel E.L., Minton J.E., Salfen B.E., Garverick H.A. 1994. Estrus, ovulation, luteinizing hormone, and suckling-induced hormones in mastectomized cows with and without unrestricted presence of the calf. *Journal of Animal Science*. 72: 690-699.
- Stewart R.E., Spicer L.J., Hamilton T.D., Keefer B.E., Dawson L.J., Morgan G.L., Echtenkamp S.E. 1996. Levels of insulin-like growth factor (IGF) binding proteins, luteinizing hormone and IGF-I receptors, and steroids in dominant follicles during the first follicular wave in cattle exhibiting regular estrous cycles. *Endocrinology* 137:2842–2850.

- Turner S.P., Lawrence, A.B. 2007. Relationship between maternal defensive aggression, fear of handling and other maternal care traits in beef cows. *Livestock Science*. 106: 182-188.
- Víchová J., Bartos L. 2005. Allosuckling in cattle: Gain or compensation? *Applied Animal Behaviour Science*. 94: 223-235.
- von Keyserlingk M., Weary D. 2007. Maternal behavior in cattle. *Hormones and Behavior*. 52:106-113.
- Wagner, JJ, Lusby KS, Oltjen, JW, Rakestraw, J, Wettemann, R, Walters, LE 1988. Carcass composition in mature Hereford cows: Estimation and effect on daily metabolizable energy requirement during winter. *Journal of Animal Science* 66:603–612.
- Watts J.M, Stookey J.M. 2000. Vocal behaviour in cattle: the animal's commentary on its biological processes and welfare. *Applied Animal Behaviour Science*. 67: 15-33.
- Werth L.A., Azzam S.M., Kinder, J.E. 1996. Calving intervals in beef cows at 2, 3 and 4 years of age when breeding is not restricted after calving. *Journal Animal Science*. 74: 593-596.
- Yavas, Y., Walton, J.S., 2000. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenology*. 54: 25- 55.
- Zaleski D.D., Forrest D.W., Arthur N.H., Wilson J.M., Morris D.L., Harms P.G. 1990. Suckling inhibits release of luteinizing hormone-releasing hormone from the

bovine median eminence following ovariectomy. *Journal of Animal Science*. 68:
444-448.