

Evaluación del desempeño reproductivo en las montas 2017 – 2018 de la Escuela Agrícola Panamericana

Evert Eduardo Varela Troya

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Evaluación del desempeño reproductivo en las montas 2017 – 2018 de la Escuela Agrícola Panamericana

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Evert Eduardo Varela Troya

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2018

Evaluación del desempeño reproductivo en las montas 2017 – 2018 de la Escuela Agrícola Panamericana

Evert Eduardo Varela Troya

Resumen. Los problemas reproductivos en el sector ganadero representan un gran reto, entre ellos la mortalidad embrionaria (ME) representa hasta un 80% en pérdidas totales de preñeces, provocando retraso en la preñez efectiva, baja natalidad, lento progreso genético y pérdidas económicas. El objetivo del estudio fue evaluar el desempeño reproductivo en las montas de agosto 2017 – marzo 2018 de la unidad de aprendizaje y producción de Ganado de Carne de la Escuela Agrícola Panamericana. Se usaron vacas Brahman y sus encastes, las cuales fueron sincronizadas con los protocolos DIV-B y PGF_{2α} a la vez que fueron tonificadas con Catofós® y Calfosvit®, 98 vacas fueron evaluadas durante la monta B 2017 y 115 en la monta A 2018. Se utilizó un diseño completamente al azar basado en un análisis retrospectivo para la comparación de los parámetros analizados entre los diferentes grupos de tratamientos, una prueba de chi cuadrado (χ^2), un ANDEVA, un T-test y una separación de medias LSD ($P \leq 0.05$). Luego de la sincronización, las vacas fueron inseminadas artificialmente a tiempo fijo (IATF), en la monta del 2017 se usó el kit IDEXX de detección temprana de preñez (día 28 post IA) y luego palpación rectal (día 60 post IA). Durante la monta 2018 se usó DIV-B y para evaluar preñez, se realizó palpación rectal (día 60 post IA). Las vacas encastadas sincronizadas con PGF_{2α} mostraron mejores índices de preñez; también, la detección de celo fue muy pobre en las montas 2017 y 2018 obteniendo 46.82 y 32.3% respectivamente.

Palabras clave: Especificidad, IDEXX, mortalidad embrionaria, palpación, sensibilidad.

Abstract: Reproductive problems in livestock sector represent a great challenge, among them embryonic mortality (EM) represents up to 80% in total losses of pregnancies, causing delays in effective pregnancy, low birth rate, slow genetic progress and economic losses. The objective of the study was to evaluate the reproductive performance between August 2017 and March 2018 mounts, at learning and production unit of the Pan-American Agricultural School. Brahman cows and their crossbred were used, which were synchronized with the CIDR and PGF_{2α} protocols while they were toned with Catofós® and Calfosvit®, 98 cows were evaluated during the B mount 2017 and 115 in the mount A of 2018. A completely randomized design based on a retrospective analysis was perform to compare the parameters analyzed between the different groups of treatments, a chi-squared test (χ^2), an ANOVA, a T-test and a separation of LSD means ($P \leq 0.05$). After synchronization, all the cows were inseminated artificially at fixed time (IAFT) and toned with minerals, in the mount of 2017 the IDEXX kit for early detection of pregnancy was used (day 28 post AI) and then rectal palpation (day 60 post AI). During the mount of 2018, CIDR was used and to evaluate pregnancy, rectal palpation was performed (day 60 post AI) Crossbred cows synchronized with PGF_{2α} showed better pregnancy rates; also, estrus detection was very poor in the mounts 2017 and 2018 obtaining 46.82 and 32.3% respectively.

Key words: Embryonic mortality, IDEXX, palpation, specificity, sensitivity.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIONES.....	12
5. RECOMENDACIONES.....	13
6. LITERATURA CITADA	14
7. ANEXOS	17

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Porcentaje de preñez y mortalidad embrionaria en todo el hato con detección de preñez mediante kit IDEXX Visual Pregnancy Test® y palpación en la unidad de ganado de carne de Zamorano.....	6
2. Porcentaje de preñez y mortalidad embrionaria en vacas Brahman y encaste sincronizadas con Dispositivo Intravaginal Bovino (DIV-B) usando el kit IDEXX Visual Pregnancy Test® y palpación en la unidad de ganado de carne de Zamorano.....	7
3. Porcentaje de preñez y mortalidad embrionaria en vacas de encaste sincronizadas con prostaglandina F ₂ α (PGF ₂ α) usando el kit IDEXX Visual Pregnancy Test® y palpación en la unidad de ganado de carne de Zamorano.....	7
4. Porcentaje de verdaderos positivos, verdaderos negativos, falsos positivos, falsos negativos, sensibilidad y especificidad del diagnóstico con el kit IDEXX Visual Pregnancy Test® a 28 días post-inseminación Artificial (IA) y palpación rectal a 60 días pos-IA	8
5. Porcentajes de preñez correspondientes a la monta B del 2017 y A del 2018 de la unidad de ganado de carne de Zamorano	9
6. Eficiencia de detección de celos en las montas del 2017 B y 2018 A de la unidad de ganado de carne de Zamorano	9
7. Resultados de las variables observadas de la monta B del 2017.....	10
8. Resultados de las variables tratamiento hormonal independiente de la raza y resultados de la raza independiente del tratamiento hormonal en la monta 2017 A y 2018 B	11
Figuras	Página
1. Procedimiento del cálculo de porcentajes de sensibilidad y especificidad	8
Anexos	Página
1. Protocolo IDEXX para detección de preñez serológica en bovinos	17
2. Protocolo de sincronización de celo con prostaglandina F ₂ α (PGF ₂ α)	18
3. Protocolo de sincronización de celo con Dispositivo Intravaginal Bovino (DIV-B).....	18
4. Protocolo de detección de celo.....	18

1. INTRODUCCIÓN

La mortalidad embrionaria es uno de los mayores problemas reproductivos en la producción de ganado de carne, provocando retraso en la preñez efectiva, baja natalidad, lento progreso genético y pérdidas económicas. El reconocimiento de la preñez es el resultado de la interacción entre el embrión y la madre, el cual termina con una serie de eventos iniciados por el desarrollo folicular y la interacción de los gametos masculinos y femeninos. Hay muchos factores internos y externos que afectan el desarrollo embrionario, como lo es la calidad de los oocitos, el sistema endocrino, la receptividad del útero, la capacidad del embrión de enviar señales para indicar su presencia en el útero, la dieta que recibe la madre y la condición corporal de la misma. La mortalidad embrionaria en el ganado ocurre durante los primeros 28 y 42 días después de la inseminación o monta; es decir, en la fase embrionaria de la preñez que comprende desde la fertilización del oocito hasta el final de la organogénesis (Bilodeau-Goeseels y Kastelic 2003).

La mortalidad embrionaria comprende dos eventos importantes en el desarrollo del embrión y la gestación. Las dos primeras semanas (desarrollo embrionario temprano), corresponden a la etapa anterior al reconocimiento materno de la preñez, las dos semanas siguientes (desarrollo embrionario tardío) corresponden a la etapa después del reconocimiento materno de gestación (Diskin *et al.* 2011). La duración de este periodo embrionario es aproximadamente de 42 días (Evans and Walsh 2011). En este periodo no solo sucede el proceso de organogénesis, también ocurre la placentación para que el feto pueda seguir su desarrollo, y es hasta el día 90 que termina este proceso, por lo que cualquier tipo de alteración desde el día de la inseminación hasta el día 90 pueden ser letales (Jiménez 2010).

La mortalidad embrionaria representa entre un 70 y un 80% de pérdidas totales de preñeces entre los días 8 y 16 (Diskin *et al.* 2016). De esta manera no suceden anomalías en el ciclo estral generándose un retorno a celo normal; mientras que el 20% restante sucede en la etapa de desarrollo embrionario tardío. En consecuencia, el ciclo estral se ve afectado, alargándose el puerperio y retrasando la preñez, a estas se les llaman muertes fetales (Diskin y Morris 2008).

En cuanto a la mortalidad embrionaria tardía, por mínima que sea va a causar pérdidas económicas al ganadero, puesto que las vacas que estaban gestantes demoran más tiempo en entrar a celo e inseminarlas nuevamente. El consumo de materia seca y la suplementación energética en las cuatro semanas postparto son determinantes en la tasa de concepción de las vacas cuando estas son inseminadas entre el día 60 y 105 después del parto (Diskin *et al.* 2016). Sin embargo, la suplementación con concentrado a vacas en pastoreo tiene mínimos efectos en las tasas de preñez, aunque no se debe dejar de dar el suplemento en la ingesta dietética (Diskin y Morris 2008).

Tanto la ganadería lechera como la de carne se benefician cuando se conoce el estado de preñez de las vacas en un hato. El poder identificar vacas vacías e inseminarlas rápidamente permite al ganadero aumentar su producción y rentabilidad. Por lo cual, la precisión de los métodos de diagnóstico de preñez tiene un impacto directo en el manejo del hato. Normalmente el diagnóstico de preñez se realiza por el método de palpación después del día 35 o con ultrasonido a partir del día 28 de la inseminación artificial (IA) (Paré *et al.* 2008); estas actividades demandan personal especializado y a la vez representa un costo para la finca.

Actualmente muchas fincas medianas y grandes usan métodos rápidos y eficientes para detectar preñez entre el día 28 y 42 luego de la inseminación. Así, una de las pruebas más usadas es la prueba ELISA IDEXX que basa su diagnóstico en detección de glicoproteínas asociadas a la preñez (PAGs) presentes en el plasma sanguíneo de la vaca (Serrano García 2016).

Según Piechotta *et al.* (2011), las glucoproteínas asociadas a la preñez (PAGs) pertenecen a una larga familia de péptidos aspárticos, de los cuales la proteína específica del embarazo (PSBS) fue la primera en ser descubierta. Estas glucoproteínas son producidas exclusivamente por células trofoblásticas especializadas en la placenta de los rumiantes. Estas migran del trofocotodermo para fusionarse con las células epiteliales uterinas de la madre, y liberan su contenido granular (que contiene PSBS y PAGs) en la sangre materna. Debido a que estas proteínas son específicas del tejido de la placenta, es posible usar la detección de PAGs en la circulación sanguínea de la madre como un indicador de preñez pues sólo se producen en presencia de un feto o embrión.

Sin embargo, con el fin de reducir costos de producción, y de tratamientos para reducir el porcentaje de mortalidad embrionaria, los ganaderos han recurrido a la tonificación de hembras utilizando tratamientos con Calfosvit Se[®] (Fosforilcolamina, sulfato de zinc, yoduro de potasio, selenito de sodio). Este estimula la aparición de celos, función reproductiva y la maduración folicular mejorando la tasa de concepción, además de que favorece la involución uterina, reduce la incidencia de distocias y retención placentaria (Madrid y Matamoros 2013). Por otro lado, Catofós[®] (Butafosfán, ácido fólico, cianocobalamina) B9+B12, mejora la eficiencia reproductiva y la prevención de enfermedades reproductivas y otros trastornos, ayuda en la prevención de enfermedades metabólicas asociadas al parto (con la consecuente prevención de problemas reproductivos y de fertilidad posteriores) como la hipocalcemia, cetosis y quistes ováricos. La deficiencias de los componentes de Catofós[®] B9+B12 han demostrado causar aborto y desprendimiento prematuro de placenta (Agrovvetmarket 2017).

Los objetivos del estudio fueron:

- Evaluar el desempeño reproductivo en las montas de agosto 2017 – marzo 2018 de la unidad de aprendizaje y producción de Ganado de Carne de la Escuela Agrícola Panamericana.
- Evaluar el uso del kit IDEXX como prueba de detección temprana de preñez.
- Evaluar la eficiencia de detección de celos en las montas B 2017 y A 2018.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado de agosto 2017 a julio 2018 en la unidad de ganado de carne de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano dedicada a la venta de sementales y reproductoras de alto valor genético, ubicada en el Municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras; con una temperatura promedio anual de 24°C, precipitación anual de 1100 mm y una altitud de 800 msnm.

Se evaluó el desempeño reproductivo del hato en la monta B del 2017 que corresponde a los meses de agosto – noviembre y en la monta A del 2018 correspondiente a los meses de febrero – abril.

Durante la monta B 2017 se usaron 98 vacas de la raza Brahman, y cruces entre las razas Brahman con Senepol, Angus rojo, Simmental, Charolais y Holstein. Del total de las vacas, 28 de ellas se encontraban en anestro por lo que se sincronizaron con Dispositivo Intravaginal Bovino (DIV-B). Asimismo, 49 se sincronizaron según el protocolo con Prostaglandina F₂α (PGF₂α) (Anexo 2), por último 21 vacas presentaron celo natural por lo que no se les aplicó tratamiento hormonal. Para el estudio, se seleccionaron las vacas según su estado reproductivo (ciclado o anestro).

A las 98 vacas se les suministró un tónico (10 mL de Catosal y 30 mL de Calfosvit) al inicio del periodo de sincronización de celo. Al grupo de 49 vacas se les aplicó una dosis de 20 mL de Catofós[®] por vía intramuscular al día 1, 3 y 5 posparto, así mismo a todos los grupos se les inyectó 10 mL de selenio con vitamina E por vía intramuscular. Se sincronizó celo a todas las vacas con dispositivo intravaginal bovino (DIV-B) a partir del día 31 al 37 posparto, y el implante se retiró a partir del día 39 al 46 posparto; una vez retirados los implantes se realizó la inseminación artificial (IA) a celo observado o a tiempo fijo.

Al día 28 después de la inseminación, se realizaron pruebas de preñez serológica, con el Kit IDEXX Bovine Pregnancy[®], para ello se extrajo una muestra de sangre de 3 a 5 mL por vaca y se colocó en tubos de ensayo de 10 mL, posteriormente las muestras se centrifugaron por tres minutos a 7000 rpm para la obtención del plasma sanguíneo el cual se colocó en tubos eppendorf previamente etiquetados con el número del animal al que correspondía la muestra de sangre. Las pruebas de preñez serológica se realizaron en laboratorio de Biotecnología y Reproducción Animal de Zamorano bajo el protocolo establecido por la marca IDEXX el cual se detalla en el Anexo 1 (Gárate y Suarez 2016).

Durante los días 68 a 75 después de la primera inseminación se realizaron pruebas de preñez con ultrasonido. Asimismo, las vacas diagnosticadas negativas a las pruebas de preñez se volvieron a inseminar una vez presentaron celo; las vacas que resultaron positivas a la prueba de preñez, se les realizó una palpación rectal al día 60 después de la inseminación

artificial, para determinar si la vaca aún se encontraba preñada o vacía debido a una mortalidad embrionaria.

Al finalizar las pruebas, se calculó el porcentaje de mortalidad embrionaria a partir de la diferencia del porcentaje de preñez del día 28 y el día 60 después de la inseminación artificial.

Por otro lado, durante la monta de febrero – abril del 2018 (monta A), se utilizaron 115 vacas Brahman y sus encastes. Todas las vacas fueron sincronizadas según el protocolo DIV-B (Anexo 3), de estas 40 fueron mineralizadas con Calfosvit® y el resto fueron tonificadas con Catofós®.

Las vacas que luego del primer servicio fueron vistas en celo se volvieron a inseminar. Por otro lado, las vacas que no presentaron celo luego del primer servicio, se les realizó palpación rectal para comprobar la preñez al día 60 post inseminación, y al día 75 se realizó pruebas de ecografía para corroborar los resultados de la palpación rectal del día 60.

Variables evaluadas.

Verdaderos positivos: Representan aquellas vacas diagnosticadas como preñadas en el análisis con prueba Elisa a los 28 días y se confirmaron preñadas en el diagnóstico de palpación rectal a los 60 días luego de la IA.

Verdaderos negativos: Son las vacas que resultaron vacías en la prueba realizada a los 28 días de la IA y reconfirmando su estado a los 60 días en la palpación.

Falsos positivos: Representan aquellas vacas que se detectaron preñadas en el diagnóstico con la prueba Elisa a los 28 días y que mediante palpación rectal se diagnosticaron vacías.

Falsos negativos: Son las vacas diagnosticadas como vacías a los 28 días de la IA y a los 60 días se diagnostican preñadas, con palpación.

Verdaderos positivos y verdaderos negativos son considerados como diagnósticos correctos, falsos positivos y falsos negativos son considerados como diagnósticos incorrectos.

Sensibilidad: Es la capacidad que tiene la prueba de poder identificar correctamente aquellas vacas que están preñadas.

Especificidad: Es la capacidad de la prueba para detectar correctamente las vacas vacías (Gárate y Suarez 2016)

Porcentaje de preñez al primer servicio: Representan aquellas vacas que quedaron preñadas al primer servicio.

Porcentaje de preñez al segundo servicio: Representan aquellas vacas que quedaron preñadas al segundo servicio.

Porcentaje de preñez por monta: Representa el total de vacas efectivamente preñadas en un periodo de monta de 90 días.

Porcentaje de eficiencia de detección de celos: Representa la eficiencia de los trabajadores en observar vacas en celo para su posterior inseminación, calculando el número de celos observados de los posibles por cada vaca.

Porcentaje de preñez a los 28 días: Representa el número de vacas que quedaron preñadas en el primer servicio.

Porcentaje de preñez a los 60 días: Representa el número de vacas que efectivamente quedaron preñadas luego del diagnóstico con kit IDEXX.

Porcentaje de mortalidad embrionaria: Es la diferencia entre el porcentaje de preñez a los 60 días y el porcentaje de preñez a los 28 días.

Servicios por concepción: Representa el número de pajillas usadas por vaca hasta la preñez efectiva.

Servicios por concepción del total del hato: Representa el total de pajillas usadas durante toda la monta hasta obtener la preñez efectiva.

Diseño experimental y análisis estadístico. Se usó un Diseño Completamente al Azar, (DCA), basado en un análisis retrospectivo para la comparación de los parámetros analizados entre los diferentes grupos de tratamientos. Se utilizó un análisis de varianza, correlación de Pearson y distribución de frecuencias Chi cuadrado (X^2) con una separación de medias Least Significant Difference de Fisher, además de pruebas TTEST con un nivel de significancia ($P \leq 0.05$), utilizando el programa estadístico SAS[®] versión 9.4.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de preñez al primer servicio.

Con la utilización del kit IDEXX Visual Pregnancy Test® se obtuvo un mejor diagnóstico de preñez por ser práctico y sencillo, en comparación con la técnica de palpación rectal donde este fue menor. Sin embargo, se encontró una alta mortalidad embrionaria la cual puede ser atribuida a problemas reproductivos (Cuadro 1). Esto coincide con Gárate y Suárez (2016) quienes obtuvieron un mejor diagnóstico de preñez temprana con prueba IDEXX Bovine Pregnancy® 28 días después de la IA y un menor diagnóstico con la técnica de palpación 60 días después de la IA en ganado lechero. La Torre (2001) indica que el porcentaje de identificación de preñez para la raza Brahman y encastes debe ser del 77% con la prueba IDEXX, con una oscilación de entre el 88 y el 47%. En base a esto, se determinó que la identificación de preñez por medio de la prueba IDEXX en este estudio está por debajo de lo esperado, debido a la presencia de mortalidad embrionaria y a la baja tasa de detección de celos de la unidad de ganado de carne de Zamorano.

Cuadro 1. Porcentaje de preñez y mortalidad embrionaria en todo el hato con detección de preñez mediante kit IDEXX Visual Pregnancy Test® y palpación en la unidad de ganado de carne de Zamorano.

Prueba	Vacas	Resultados %*
IDEXX Rapid Visual Pregnancy Test®	49/98	50.0 ^a
Palpación Rectal	33/98	33.7 ^b
Mortalidad Embrionaria	16/49	32.7
Probabilidad		0.0205

*= Valores en columnas con letra distinta, difieren estadísticamente entre sí ($P \leq 0.05$).

En cuanto al diagnóstico de preñez, para el grupo de encaste y Brahman (en anestro) sincronizadas con Dispositivo Intravaginal Bovino (DIV-B) e inseminadas artificialmente a tiempo fijo (IATF), no se encontró diferencia entre la prueba IDEXX y palpación rectal (Cuadro 2). No obstante, Baruselli *et al.* (2004) reportaron un diagnóstico del 68.2% de concepción y un 67% de preñez en vacas sincronizadas con DIV-B, posiblemente el bajo diagnóstico de preñez en ambos grupos se debió a que las vacas estuvieron lactando y a las altas temperaturas. Factores que son causantes de un anestro prolongado posterior al parto, implicando un difícil restablecimiento del ciclo reproductivo normal en las vacas lo que dificulta el diagnóstico de concepción y preñez (Baruselli *et al.* 2004). Por otro lado, se obtuvo un 40% y 50% de mortalidad embrionaria para las vacas de encaste y Brahman respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de preñez y mortalidad embrionaria en vacas Brahman y encaste sincronizadas con Dispositivo Intravaginal Bovino (DIV-B) usando el kit IDEXX Visual Pregnancy Test® y palpación en la unidad de ganado de Zamorano.

Prueba	Brahman	Encaste
	Preñez % ^{n.s}	Preñez % ^{n.s}
IDEXX Rapid Visual Pregnancy Test ®	28.57% (4/14)	35.71% (5/14)
Palpación Rectal	14.29% (2/14)	21.43% (3/14)
Mortalidad Embrionaria	50% (2/4)	40% (2/5)
Probabilidad	0.357	0.4028

^{n.s} = Diferencia no significativa

En cuanto al diagnóstico de preñez, para el grupo de encaste y Brahman (ciclado) sincronizadas con prostaglandina F₂α (PGF₂α) e inseminadas artificialmente a tiempo fijo (IATF), se encontró diferencia entre la prueba IDEXX y palpación rectal (Cuadro 4). Sin embargo, en vacas Brahman no se encontró diferencia en cuanto al uso del kit IDEXX y palpación rectal. Rusiñol y Cavestany (2011) encontraron un porcentaje de concepción de 78.4% y Pursley *et al.* (1997) encontraron una tasa de preñez efectiva del 46.3%, asimismo Zambrano (1998) encontró un 43.5% de tasa de preñez efectiva y un 53.6% de fertilidad. Concluyendo que, la unidad de ganado de carne de Zamorano está dentro de los parámetros normales establecidos anteriormente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de preñez y mortalidad embrionaria en vacas de encaste sincronizadas con prostaglandina F₂α (PGF₂α) usando el kit IDEXX Visual Pregnancy Test® y palpación en la unidad de ganado de carne de Zamorano.

Prueba	Brahman	Encaste
	Preñez % ^{n.s}	Preñez % [*]
IDEXX Rapid Visual Pregnancy Test ®	52.63 (20/38) ^a	81.25 (26/32) ^a
Palpación Rectal	39.47 (15/38) ^a	43.75 (14/32) ^b
Mortalidad Embrionaria	25 (5/20)	46.15 (12/26)
Probabilidad	0.2499	0.0019

^{*} =Valores en columnas con letra distinta, difieren estadísticamente entre sí (P ≤ 0.05).

^{n.s} = Diferencia no significativa

Cuadro 4. Porcentaje de verdaderos positivos, verdaderos negativos, falsos positivos, falsos negativos, sensibilidad y especificidad del diagnóstico con el kit IDEXX Visual Pregnancy Test® a 28 días post-inseminación Artificial (IA) y palpación rectal a 60 días pos-IA.

Prueba IDEXX	Vacas	Resultados (%)
Verdaderos Positivos	39/98	39.80
Verdaderos Negativos	43/98	43.90
Falsos Positivos	16/98	16.30
Falsos Negativos	0/98	0.00
Sensibilidad	33/49	70.90
Especificidad	49/49	100

El procedimiento para obtener los porcentajes de especificidad y sensibilidad se detallan en la Figura 1.

	Preñadas	Vacías	
Preñadas	39	16	$\Sigma 39 + 16 = 55$
Vacías	0	49	$\Sigma 0 + 49 = 49$

Sensibilidad $39/55 = *100 = 70.9\%$
Especificidad $49/49 = *100 = 100\%$

Figura 1. Procedimiento del cálculo de porcentajes de sensibilidad y especificidad.

Sensibilidad. En este experimento fue de 70.9%, valor que se halla por debajo de lo establecido por la marca comercial IDEXX que es del 99.3%, esto puede ser atribuido al alto porcentaje de mortalidad embrionaria que ha sucedido y que afecta el porcentaje de preñez del grupo evaluado (Cuadro 4) (IDEXX Laboratories 2011).

Especificidad. En este experimento fue del 100%, dato superior al establecido por la marca IDEXX que es de 95.6%, esto es bueno para los productores ganaderos ya que con este kit se pretende detectar todas las vacas que han quedado vacías y poder inseminarlas nuevamente una vez vuelvan a presentar celo (Cuadro 6) (IDEXX Laboratories 2011).

En la monta B del año 2017 (Cuadro 5) se obtuvo un porcentaje global del 50% de vacas con concepción al primer servicio y 33.7% de preñez efectiva, en el segundo servicio se obtuvo 25% de concepción, porcentaje que se mantuvo en la preñez efectiva, por último, en el tercer servicio ninguna de las vacas servidas quedó preñada. Asimismo, en la monta A del año 2018 (Cuadro 5) se obtuvo un 26.09% de vacas que concibieron al primer servicio y 25.22% de preñez efectiva. En el segundo servicio se obtuvo 37.5% de concepción, el cual que se mantuvo en el diagnóstico con palpación, por último, en el tercer servicio se diagnosticó 33.33% de vacas preñadas que mantuvieron preñez al momento de la palpación. Por otro lado, estudios realizados por Bastidas Mendoza (1997) en novillas Brahman obtuvo porcentajes de 59% de PPS, 23% PSS y 11% PTS con IA. Esto da a conocer que la unidad

de ganado de carne de Zamorano es deficiente en lo referente a PPS. Sin embargo, está por arriba de lo esperado en PSS, de la misma manera en el tercer servicio de la monta 2017 B no se logró ninguna preñez, pero en la monta A del 2018 se logró sobrepasar ese porcentaje presentado por Bastidas Mendoza (1997).

Cuadro 5. Porcentajes de preñez correspondientes a la monta B del 2017 y A del 2018 de la unidad de ganado de carne de Zamorano.

%	Monta 2017 B		Monta 2018 A	
	Vacas Preñadas	Preñez efectiva	Vacas Preñadas	Preñez efectiva
PPS	50 (49/98)	33.7 (33/98)	26.09 (30/115)	25.22 (29/115)
PSS	25 (14/56)	25.0 (14/56)	37.50 (12/32)	37.50 (12/32)
PTS	0.0 (0/7)	0.0 (0/7)	33.33 (2/6)	33.33 (2/6)

PPS = Preñez a primer servicio

PSS = Preñez a segundo servicio

PTS = Preñez a tercer servicio

Análisis de parámetros reproductivos. En la monta B del año 2017 se logró un 47.96% de preñez efectiva, mientras que en la monta A del año 2018 se logró apenas un 37.39% de preñez efectiva. Esto es debido principalmente al bajo porcentaje en la eficiencia de detección visual de celo tanto en la monta B del 2017 como en la A del 2018 (Cuadro 6), porcentaje que debería estar entre 50 y 67%. Además, que si se implementara un método de ayuda visual para la detección de celo como pintura o parches en el anca de la vaca se podría alcanzar hasta un 86.1% de detección de celo (Catalano y Callejas 2001). Asimismo, se sabe que los errores relacionados con la capacidad del animal para presentar celo son de mínima importancia (10%) con respecto a los errores que se le atribuyen a la persona encargada revisar celo (Pueyo *et al.* 2017).

Cuadro 6. Eficiencia de detección de celos en las montas del 2017 B y 2018 A de la unidad de ganado de carne de Zamorano.

Año	Monta	Celos observados	Celos posibles	Porcentaje (%)
2017	B	128	273.38	46.82
2018	A	124	383.9	32.30

Durante la monta B del 2017 (Cuadro 7), se encontró diferencia en preñez a primer servicio para las vacas de encaste tratadas con PGF_{2α}, siendo el porcentaje más alto encontrado. De la misma manera el número de servicios por vaca preñada fue diferente para los tratamientos y razas, volviendo a ser las vacas de encaste tratadas con PGF_{2α} nuevamente las que presentan el mejor resultado con el uso de 1.23 pajillas por concepción. Sin embargo, estudios realizados por Pellerano *et al.* (2005) muestran 40.5% de preñez usando el protocolo con DIV-B. Por otro lado, se ha encontrado que el uso del protocolo de PGF_{2α} da mejores resultados al ser considerados casi como celos naturales y se ha llegado a obtener

porcentajes de hasta un 78.4% de concepción en razas de carne según el estudio de Rusiñol (2014), este dato está por debajo de lo reportado en este estudio para vacas de encaste, pero si se considera el total del hato al igual que se consideró en su estudio, el porcentaje reportado en este estudio sería mucho más bajo. En cuanto al número de servicios por vaca preñada donde resultados difieren para cada tratamiento, puede deberse principalmente a la heterosis la cual permite la máxima explotación de características maternas como la fertilidad, por ello el ganado encastado tiende a ser más fértil (Espasandín y Ducamp 2004).

Cuadro 7. Resultados de las variables observadas de la monta B del 2017

TRT	Raza	% PPS IDEXX	% PPS PALP	NSVacc	% PACCPALP	NSVP1
PGF ₂ α	Brahman	52.63 ^c	36.84 ^a	1.55 ^{ab}	50.00 ^a	1.90 ^a
	Encaste	81.25 ^a	56.25 ^b	1.71 ^{ac}	56.25 ^a	1.23 ^b
DIV-B	Brahman	50.00 ^c	14.29 ^a	1.86 ^{ac}	28.57 ^a	2.00 ^c
	Encaste	57.14 ^{bc}	21.43 ^a	1.41 ^{bc}	50.00 ^a	1.75 ^d

Valores en columnas con letra distinta, difieren estadísticamente entre sí ($P \leq 0.05$).

TRT = Tratamiento

PPS IDEXX = Preñez a primer servicio usando el kit IDEXX

PPS PALP = Preñez a primer servicio mediante palpación

NSVacc = Número de servicios por vaca acumulada

PACCPALP = Preñez acumulada mediante palpación

NSVP1 = Número de servicios por vaca preñada al primer servicio

En la monta 2017 B, se encontraron diferencias en tratamiento hormonal, el diagnóstico de preñez a primer servicio con palpación fue mayor en vacas tratadas con PGF₂α (45.72%), de la misma manera en número de servicios por vaca acumulados, siendo PGF₂α el que menor número de servicios recibió (1.49) (Cuadro 8), también el número de servicios por vaca preñada fue significativamente diferente, nuevamente PGF₂α muestra el menor número (1.52). Sin embargo, no se encontró diferencias en preñez acumulada con palpación y número de servicios por vaca al segundo servicio acumulados. Sin embargo este porcentaje es mucho mejor que el encontrado por Flores (2005) donde muestra apenas un 25% de preñez en el primer servicio. Del mismo modo, el número de servicios acumulado reportado en el mismo estudio es de 6.75 usando el protocolo de sincronización con PGF₂α. Asimismo, el número de servicios por concepción de un estudio realizado en México en ganado criollo, muestra el uso de 1.6 servicios por concepción (Rosendo Ponce y Becerril Pérez 2015).

Del mismo modo y en la misma monta la evaluación entre razas encontró diferencias en número de servicios por vaca preñada al primer servicio siendo las vacas encastadas las que requieren de menos servicios (1.35) en comparación de las Brahman que necesitan de 1.93 servicios para quedar preñadas. En cuanto al resto de variables evaluadas en el Cuadro 8, no se encontraron diferencias ($P > 0.05$).

Por último, en la monta A del 2018 donde solamente se evaluó la raza de las vacas no se encontraron diferencias para ninguna de las variables evaluadas.

Cuadro 8. Resultados de las variables tratamiento hormonal independiente de la raza y resultados de la raza independiente del tratamiento hormonal en la monta 2017 A y 2018 B

Monta	TRT	% PPS PALP	NSVacc	% PACCPALP	NSVP1	NSV2acc
2017 B	PGF ² α	45.72 ^a	1.49 ^a	52.86 ^a	1.52 ^a	1.48 ^a
	DIV-B	17.86 ^b	1.79 ^b	39.29 ^a	1.87 ^b	1.79 ^a
	Brahman	30.77 ^c	1.63 ^c	44.23 ^c	1.93 ^c	1.70 ^a
	Encaste	45.65 ^c	1.50 ^c	54.35 ^c	1.35 ^d	1.56 ^a
2018 A	Brahman	29.31 ^d	1.29 ^d	39.66 ^d	3.81 ^e	N/D [*]
	Encaste	22.81 ^d	1.37 ^d	36.84 ^d	3.85 ^e	N/D [*]

Valores en columnas con letra distinta, difieren estadísticamente entre sí ($P \leq 0.05$).

*Durante la monta A del 2018 todas las vacas fueron tratadas con DIV-B

TRT = Tratamiento

PPS PALP = Preñez a primer servicio con palpación

NSVacc = Número de servicios por vaca acumulado

PACCPALP = Preñez acumulada con palpación

NSVP1 = Número de servicios por vaca preñada al primer servicio

NSV2acc = Número de servicios por vaca al segundo servicio acumulados

N/D = No determinado

4. CONCLUSIONES

- Aún cuando los índices de preñez son considerados bajos tanto en la monta B 2017 y A 2018, las vacas encastadas presentan mayores índices en relación a las vacas Brahman, gracias al uso de prostaglandina con la que muestra los mejores índices de preñez.
- El uso del kit IDEXX como prueba de detección temprana de preñez funcionó, sin embargo, la sensibilidad de esta prueba se vio afectada con respecto a los porcentajes de análisis de gestación, esto ocurre por los altos índices de mortalidad embrionaria.
- La detección de celo fue muy pobre en las montas 2017 y 2018 y esto representa una oportunidad de mejora.

5. RECOMENDACIONES

- Utilizar personal adicional y ayudas visuales como los parches para facilitar la detección de celo.
- Utilizar protocolos de sincronización de la ovulación con inseminación artificial a tiempo fijo (IATF).
- Garantizar mayores oportunidades de servicio a las vacas revisando celo constantemente.

6. LITERATURA CITADA

- Agrovetmarket. [consultado el 18 de nov. de 2017]. Catofós® B9+B12 | Fósforo | Vitamina | Hematopoyético |. [sin lugar]: [sin editorial]. <http://www.agrovetmarket.com/productos-veterinarios/Catofós-b9b12-fosforo-vitamina-hematopoyetico>.
- 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*. 82-83:479–486. doi:10.1016/j.anireprosci.2004.04.025.
- Bastidas Mendoza PS. 1997. Pubertad en Novillas y Toros Brahman. Universidad Central de Venezuela, Fac. de Ciencias Veterinarias, Inst. de Reproducción Animal e Inseminación Artificial, Maracay, Venezuela.: Universidad Central de Venezuela. XV Reunión Latinoamericana de Producción Animal y IX Congreso Venezolano de Zootecnia en Maracaibo, Venezuela. http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/67-pubertad_en_novillas_y_toros_brahman.pdf.
- Bilodeau-Goeseels S, Kastelic JP. 2003. Factors affecting embryo survival and strategies to reduce embryonic mortality in cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 83(4):659–671. doi:10.4141/A03-029.
- Catalano R, Callejas S. 2001. Detección de celos en bovinos. Factores que la afectan y métodos de ayuda. *Revista de Medicina Veterinaria-Buenos Aires*-. 82(1):17–22.
- Diskin MG, Morris DG. 2008. Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. *Reprod Domest Anim.* 43 Suppl 2:260–267. eng. doi:10.1111/j.1439-0531.2008.01171.x.
- Diskin MG, Parr MH, Morris DG. 2011. Embryo death in cattle: an update. *Reprod Fertil Dev.* 24(1):244–251. eng. doi:10.1071/RD11914.
- Diskin MG, Waters SM, Parr MH, Kenny DA. 2016. Pregnancy losses in cattle: potential for improvement. *Reprod Fertil Dev.* 28(1-2):83–93. eng. doi:10.1071/RD15366.
- DMV. 2017. Resumen de las características del producto [Departamento de medicamentos veterinarios]. [sin lugar]: Ministerio de sanidad, servicios sociales e igualdad. https://www.zoetis.es/_locale-assets/spc/cidr-138-g-dispositivo-vaginal-para-vacas.pdf.
- Espasandín AC, Ducamp F. 2004. El uso de cruzamientos vs. la utilización de razas puras para la producción de carne bovina. Uruguay: Universidad de la República. <http://>

www.produccion-animal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/bovinos_de_carne/64-cruzamientos_vs_razas_puras.pdf.

- Evans ACO, Walsh SW. 2011. The physiology of multifactorial problems limiting the establishment of pregnancy in dairy cattle. *Reprod Fertil Dev.* 24(1):233–237. eng. doi:10.1071/RD11912.
- Flores P. 2005. Evaluación de dos protocolos de sincronización de celo en vaquillas acíclicas, utilizando PGF $_{2\alpha}$ (Lutalyse[®]) y un análogo de progesterona (Eazi Breed TM) en Rancho Rosa, Jamastrán, Honduras. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 29; [consultado el 15 de oct. de 2017]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5215/1/CPA-2005-T032.pdf>.
- Gárate W, Suarez W. sep. 2016. Diagnóstico temprano de preñez con prueba Elisa en ganado lechero mediante el kit IDEXX Bovine Pregnancy[®]. [Tesis]. [EAP Zamorano]: Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2015. spa; [consultado el 28 de oct. de 2017]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/4587>.
- Idexx L. 2017. Gestación en rumiantes: Prueba para la detección visual de gestación de IDEXX. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 14 de nov. de 2017; consultado el 14 de nov. de 2017]. <http://www.idexx.es/livestock-poultry/ruminant/lpd-bovine-pregnancy-test.html>.
- IDEXX Laboratories. 2011. lpd-bovine-pregnancy-test-lab-info-sheet: Test with confidence. Datos sobre los archivos en IDEXX; [consultado el 25 de sep. de 2018]. http://www.idexx.es/pdf/es_es/livestock-poultry/lpd-bovine-pregnancy-test-lab-info-sheet.pdf.
- Jiménez Escobar C. 2010. Mortalidad embrionaria en bovinos: Causas, herramientas diagnósticas y alternativas para su manejo. Colombia: Universidad Nacional De Colombia, Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. <http://www.docentes.unal.edu.co/cjimeneze/docs/8193.pdf>.
- La Torre W. 2001. Métodos de reducción de los días abiertos en bovinos lecheros. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú.* 12(2):179–184. <http://www.fao.org/AG/agA/AGAP/FRG/lrrd/lrrd12/4/plas124b.htm>.
- Madrid. AM, Matamoros Y. 2013. Inducción de celo y porcentaje de preñez en vacas con Catosal[®] o Calfosvit Se[®] al momento del retiro del implante intravaginal DIV-B[®]. [sin lugar]: Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2013. spa. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1774/1/CPA-2013-054.pdf>.
- Paré J, Audet-Grenier M-H, Rouillier P, Sirard M-A. 2008. Evaluation of the DG29 test for early detection of pregnancy in cattle. *Can Vet J.* 49(11):1119–1121. eng.
- Pellerano GS, De Sa Da Silva A, Amuchastegui F, Crudeli GA. 2005. Comparación de diferentes protocolos de sincronización e inseminación artificial a tiempo fijo dentro y

- fuera de la estación de servicio en búfalas en el NEA. Corrientes, Argentina: Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2005/4-Veterinaria/V-050_Falta%20Corregir.pdf.
- Pueyo D, Sanz A, Casasús I. 2017. Efectividad de cuatro métodos para la detección de celo en vacuno de carne [Tesis]. España: Universidad de Zaragoza. https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/3955/1/2017_493.pdf.
- Pursley JR, Wiltbank MC, Stevenson JS, Ottobre JS, Garverick HA, Anderson LL. 1997. Pregnancy Rates Per Artificial Insemination for Cows and Heifers Inseminated at a Synchronized Ovulation or Synchronized Estrus. *Journal of Dairy Science*. 80(2):295–300. doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)75937-X.
- Rosendo-Ponce A, Becerril-Pérez CM. 2015. Avance en el conocimiento del bovino criollo lechero tropical de México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. 2(5):233–243.
- Ruiz A. 2016. Protocolos de sincronización de celos bovinos utilizando prostaglandinas (PGF₂α) para Inseminación Artificial (IA) o Transferencia de Embriones (TE): Biotecnología Reproductiva. Colombia: Genbiogan. <https://www.genbiogan.com/single-post/2016/12/16/Protocolos-de-sincronizaci%C3%B3n-de-celos-bovinos-utilizando-prostaglandinas-PGF2%CE%B1-para-Inseminaci%C3%B3n-Artificial-IA-o-Transferencia-de-Embriones-TE>.
- Rusiñol C. 2014. Comparación de tres métodos de sincronización de celos y ovulaciones con y sin inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en vaquillonas para carne. Uruguay: Ergomix. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/comparacion-tres-metodos-sincronizacion-t30822.htm>.
- Rusiñol C, Cavestany D. 2011. Comparación de tres métodos de sincronización de celos y ovulaciones con y sin inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en vaquillonas para carne. *Veterinaria*,(Montevideo). 47(182):23–28.
- Serrano García M. 2016. Utilización de Glicoproteínas Asociadas a la Gestación (PAGs): Para el Diagnóstico de Gestación Mediante una Técnica de ELISA. México: BMEDITORES; [consultado el 10 de nov. de 2017]. Investigación Aplicada S.A de C.V. <http://bmeditores.mx/utilizacion-glicoproteinas/>.
- Zambrano Solórzano. RA. 1998. Influencia de PGF₂α y FSH en la sincronización de celos con progestágenos en vaquillas. [Tesis]. Zamorano: [sin editorial]. spa. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2746/1/CPA-1998-T113.pdf>.

7. ANEXOS

Anexo 1. Protocolo IDEXX para detección de preñez serológica en bovinos.

1. Preparar los reactivos:
 - Antes de comenzar; dejar que los reactivos adquieran temperatura ambiente (de 18 a 26 °C). Agite suavemente para mezclar.
2. Añadir las muestras y los reactivos en la placa ELISA
 - Añadir una gota de diluyente de la muestra en cada pocillo. Mediante la pipeta de precisión.
 - Con una boquilla limpia, añadir el control negativo sin diluir en 2 pocillos.
 - Cambiar la boquilla y añadir el control positivo en 2 pocillos.
 - Cambiar la boquilla y añadir la muestra en los pocillos restantes. Golpear suavemente la placa para mezclar.
 - Cubrir y dejar incubar durante 30 minutos (± 2 minutos) a temperatura ambiente
 - Lavar: Quitar la tapa e invertirla la placa sobre el lavatorio. Sacudir para desechar el líquido. Llenar los pocillos con solución de lavado y luego invertirlos para desechar el líquido. Repetir entre 3 a 5 veces en total. No permitir que la placa se seque.
3. Añadir la solución de detección.
 - Añadir 2 gotas de solución de detección en cada pocillo. Cubrir la placa y dejar incubar durante 30 minutos (± 2 minutos) a temperatura ambiente.
 - Lavar: Quitar la tapa e invertirla la placa sobre el lavatorio. Sacudir para desechar el líquido. Llenar los pocillos con solución de lavado y luego invertirlos para desechar el líquido. Repetir entre 3 a 5 veces en total. No permitir que la placa se seque.
4. Añadir el conjugado
 - Añadir dos gotas de conjugado de peroxidasa de rábano (horseradish peroxidase, HRPO) en cada pocillo, cubrir la placa y dejar incubar durante 30 minutos (± 2 minutos) a temperatura ambiente.
 - Lavar: Quitar la tapa e invertirla la placa sobre el lavatorio. Sacudir para desechar el líquido. Llenar los pocillos con solución de lavado y luego invertirlos para desechar el líquido. Repetir entre 3 a 5 veces en total. No permitir que la placa se seque.
5. Añadir el sustrato y la solución de frenado
 - Añadir 2 gotas de sustrato de tetrametilbenzidina (Tetramethylbenzidine, TMB) en cada pocillo.
 - Dejar incubar durante 15 minutos (± 1 minuto) a temperatura ambiente.
6. Leer la placa e interpretar los resultados
 - Para que los resultados sean válidos, ambos pocillos de control positivo deben tener un aspecto azul.

- Animal gestante (positivo): Los pocillos tienen una apariencia azul.
- Animal no gestante (negativo): Los pocillos no tienen una apariencia azul.
- Dudoso/sospechoso: Los pocillos de muestra que son difíciles de interpretar mediante una evaluación visual deben ser considerados dudosos/sospechosos; se recomienda que vuelva a realizar la prueba de gestación (Idexx 2017).

Anexo 2. Protocolo de sincronización de celo con prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$)

Los programas de reproducción basados en la hormona $PGF_{2\alpha}$ son inyectadas a una vaca o novilla con un Cuerpo Lúteo (CL) susceptible (8 – 17 días del ciclo estral) los niveles de progesterona descenderán a valores menores a 1.0 ng/ml en 24 horas. Normalmente los signos del celo se muestran a las 60 – 72 horas, mientras que la ovulación ocurre a las 90 – 96 horas después de la inyección de $PGF_{2\alpha}$. Se afirma que ninguna hembra responderá antes del día 5 del ciclo estral, 25% en el día 6 y 66 % en el día 7. La respuesta es óptima entre el día 8 – 17 del ciclo estral, pero nunca excederá el 96 %. Se ha determinado que el estado de desarrollo del folículo dominante influirá en cuanto a la presentación del celo y la ovulación (Ruiz 2016).

Anexo 3. Protocolo de sincronización de celo con Dispositivo Intravaginal Bovino (DIV-B)

Se debe insertar el DIV-B en la vagina de cada vaca o novilla que vaya a ser tratada acompañado de una inyección de estradiol, vitaminas ADE, fósforo y selenio. El dispositivo debe ser retirado al día 7 y se debe administrar una inyección de $PGF_{2\alpha}$ y Novormón. Los animales que respondieron al tratamiento deberán inseminarse a tiempo fijo (IATF) en el día 10 y se deberá inyectar hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y Catofós® (DMV 2017).

Anexo 4. Protocolo de detección de celo

Entre las medidas correctivas que se proponen, se indica realizar uso del protocolo J-SYNCH como método de sincronización de la ovulación, utilizando inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Adicionalmente se utilizarán parches Estrodetect® para facilitar el proceso de detección de celo, los cuales se harán con personal dedicado el 100% a esa actividad para mejorar la detección. Por eso, se recomienda realizar dos rondas de sincronización de la ovulación usando pruebas o técnicas de detección temprana de preñez para poder garantizar de 3 a 4 oportunidades de inseminación artificial en el periodo de monta de 90 días.