

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Parámetros reproductivos en vacas de alta fertilidad, usando semen sexado

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

Presentado por

Francisco Jose Hernández Flores

Zamorano, Honduras

Mayo, 2015

Parámetros reproductivos en vacas de alta fertilidad, usando semen sexado

Francisco José Hernández Flores

Resumen: El objetivo de este estudio fue determinar el desempeño reproductivo de vacas de alta fertilidad al ser inseminadas con semen sexado, determinar el porcentaje de preñez a primer servicio y determinar los servicios por concepción. Para efectos del estudio se usaron 189 animales, todas bajo las mismas condiciones de manejo en confinamiento y alimentación: durante todo el estudio las vacas se alimentaron con silo de maíz, heno de *Bracharia* sp Mulato y un suplemento de concentrado balanceado para su respectivo nivel de producción. Las vacas múltiparas de alta fertilidad lograron un 68% de preñez al primer servicio cuando en el ciclo anterior de producción fueron inseminadas con semen convencional, en el presente estudio estas mismas vacas fueron inseminadas con semen sexado y presentaron un 51% de preñez al primer servicio, lo cual significó una reducción en la tasa de fertilidad del 24%. Las categorías por producción, desempeño reproductivo y los servicios por concepción de todas las vacas fueron superiores a los esperados cuando se usó semen sexado y superior a las observadas en la lactancia anterior donde se usó semen convencional, para cada una de las categorías definidas como vacas de alta fertilidad.

Palabras clave: Semen sexado, servicio por concepción, tasa de preñez.

Abstract: The objective of the present study was to determine the reproductive performance of high fertility cows on her inseminated with sexed semen. Pregnancy rates to first service and service per conception were determined using 189 cows; all of them managed and feed in similar confined condition. Feed included corn silage mulato sp bracharia and concentrate supplement balance to their own levels of production. The multiparous high fertility cows that were used presented a 68% pregnancy rates at first service during the previous cycle of production when inseminated with conventional service in the present study, the same cows were inseminated with sexed semen presented a 51% pregnancy rates at first service, thus achieving a reduction equivalent to 24% in the fertility rate. The categories for production, reproductive performance and services per conception of all cows were higher than expected when sexing and higher than those observed in the previous lactation was used where conventional semen sperm was used for each of the categories defined as cows high fertility.

Keywords: Semen sexing, service per conception, pregnancy rate.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros y figuras	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
4 CONCLUSIONES.....	11
5 RECOMENDACIONES.....	12
6 LITERATURA CITADA.....	13

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Política de aplicación del semen sexado y distribución de los tratamientos	4
2. Número de Servicios por Concepción (SC), número de Servicios por Concepción para Todas las Vacas (SCTV) y Tasa de Concepción (TC), independientemente de la categoría de fertilidad para vacas incluidas en el estudio.....	8
3. Número de Servicios por Concepción (SC), número de Servicios por Concepción para Todas las Vacas (SCTV) y Tasa de Concepción (TC) para vacas primíparas y multíparas usando semen sexado en vacas independientemente de su categoría.	9
4. Número de Servicios por Concepción (SC), número de Servicios por Concepción para Todas las Vacas (SCTV) y sus respectivas Tasas de Concepción (TC) en los mismos animales que cuando eran vaquillas y primíparas se utilizó semen sexado.	10

Figuras	Página
1. Porcentaje de preñez al primer servicio cuando se usó semen convencional (ciclo anterior) o semen sexado en el presente ciclo de producción.	5
2. Número de servicios por concepción para las dos categorías de vacas clasificadas en el presente estudio.....	6
3. Número de servicios por concepción para todas las vacas en ambas categorías de fertilidad (incluye vacas preñadas y no preñadas)..	7

1. INTRODUCCIÓN

La inseminación artificial es una biotécnica que ayuda a mejorar los animales, principalmente en correcciones fenotípicas y mejoramiento en producción ya sea de carne o de leche para muchos hatos ganaderos. Mientras que el toro en la monta natural, deposita el semen en el fondo de la vagina, en la inseminación artificial se deposita el semen en el útero de la vaca, utilizando equipo especial. El cambio en la ubicación de deposición del semen, por parte de la inseminación artificial, permitió disminuir el número de espermatozoides por dosis inseminante. Mientras el toro puede depositar más de 1 billón de espermatozoides en una monta natural, en la inseminación artificial se utilizan dosis que contienen cerca de 6 a 10 millones de espermatozoides vivos después del descongelado del semen. Esto a su vez permite que un toro produzca diversas dosis a partir de una única colecta de semen (Aud 2010)

Las hembras tienen dos cromosomas sexuales similares (X y X), mientras que los machos tienen un cromosoma X y otro Y, más pequeño. Los gametos (óvulo y espermatozoide) normales son células haploides que contienen el cromosoma X o el Y. Las células somáticas (diploides) de las hembras (sexo homogamético) contienen un par de cromosomas X, en tanto que las de los machos (sexo heterogamético) tiene cromosomas sexuales XY. El sexo genético se determina en el oviducto al momento de la fecundación por el cromosoma sexual contenido en el espermatozoide (Hafez 1998)

En ganado de leche, existe una valoración de las becerras nacidas, que pueden ser usadas en la reposición del rebaño o para ventas. Por otro lado, los machos normalmente son poco valorados, pudiendo ocasionalmente ser vendidos al nacer, en haciendas que realizan ordeño sin la presencia del becerro. Esa mayor valoración de las hembras está conduciendo al desarrollo de sistemas que seleccionen el sexo de los becerros que irán a nacer. Actualmente la técnica más adoptada es el uso del semen sexado, en el que se seleccionan los espermatozoides que originarán becerros del sexo femenino (Aud 2010)

Se han realizado extensas investigaciones para preseleccionar y separar por completo los espermatozoides X y Y antes de la inseminación artificial. En el caso de los bovinos, los espermatozoides X que producen terneras contienen en promedio 3.8% más de ADN que los espermatozoides Y que producen machos (Zelaya 2008). La calidad y concentración espermática de los eyaculados son quizá los factores más importantes para obtener una buena separación de las dos poblaciones espermáticas. Entre las técnicas más usadas esta la citometría de flujo, este proceso se basa en que el semen se incuba con un colorante que tinte el ADN de los espermatozoides, el cual tiene la particularidad de emitir una fluorescencia cuando es sometido a luz láser. A mayor cantidad de ADN (espermatozoides con cromosoma X), mayor fluorescencia, para poder detectar la

diferencia de fluorescencia y separar los espermatozoides deseados. La citometría de flujo consiste en un circuito cerrado de alta velocidad de flujos de líquido que permite alinear y leer los espermatozoides individualmente en micro-gotas. La fluorescencia que produce cada espermatozoide teñido es procesada por un software que permite al operador seleccionar la población espermática con mínima o máxima luminosidad, según el sexo que se quiera separar. Los espermatozoides elegidos son cargados eléctricamente, desviados del flujo original en un campo magnético y finalmente recolectados en un tubo para su posterior congelación. Aproximadamente del 100% de los espermatozoides, un 20% termina colectado en la fracción X, y un 20% en la fracción Y; el 60% restante lo constituyen espermatozoides que no pudieron ser detectados por la técnica, espermatozoides muertos y gotas sin esperma. El semen sexado se presenta comercialmente congelado en pajuelas de 0.25 ml (Aud 2010)

El semen sexado es una herramienta que permite, la selección del sexo de la cría, aumentando el número de becerras nacidas en el hato, incrementa la disponibilidad de hembras para recria o venta, permite tener mejor intensidad de selección en el rebaño. Adicionalmente esta tecnología permite que las empresas ganaderas tengan mayores beneficios tales como la facilidad al momento del parto ya que las crías hembras pesan menos que los machos, mejores lactancias y menos vientres para la reproducción de reemplazos en el hato (Zelaya 2008)

El semen sexado tiene limitaciones tales como la cantidad disponible de semen en cada dosis, la inseminación debe hacerse en presencia absoluta del celo del animal y se recomienda hacerlo en vaquilla vírgenes, mayor costo de adquisición, exige manipulación más cuidadosa del semen en el momento de la inseminación (Zelaya 2008). Con esta técnica se puede obtener un 80-90% de probabilidades de obtener el sexo deseado. El semen sexado debe ser utilizado en haciendas que poseen buen índice de fertilidad en la inseminación artificial lo cual es un requisito básico para la adopción de esta tecnología.

El semen sexado preferiblemente se utiliza en vaquillas ya que presentan mayor fertilidad que la vaca en lactancia. Se deben utilizar vaquillas de buena condición corporal (≥ 3 a $4 \leq$) y que estén ganando peso. Algunos trabajos relatan que la fertilidad del semen sexado, en vaquillas, a pesar de variar entre toros, puede ser hasta 30% menor que la fertilidad obtenida cuando se usa el semen convencional (Aud 2010)

El presente estudio utilizó semen sexado en vacas con alto índice de fertilidad para tratar de mejorar la tasa de nacimientos de hembras en ganaderías de leche sin detrimento de los índices de fertilidad observado para las vacas. El objetivo del presente estudio fue determinar el porcentaje de fertilidad de vacas con alto índice de fertilidad en la lactancia anterior, cuando se usó semen sexado. Los objetivos específicos fueron: determinar el número de servicios por concepción por vaca preñada, determinar el número de servicios por concepción para todas las vacas y determinar la tasa de concepción.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó entre el 8 de julio del 2012 y 26 de abril del 2013 en la finca IAGSA (Ingeniería Agrícola y Ganadería S.A.) ubicada en el departamento de La Paz, Yarumela a 1 km hacia Mira Valle, con una precipitación anual promedio de 1454mm, con una elevación de 575msnm y una temperatura promedio anual de 28 °C.

Se utilizaron 189 vacas las cuales se dividieron en dos grupos: la primera categoría fue de vacas de alta fertilidad con base en el historial de cada una utilizando el sistema de registro VAMPP. En la segunda categoría se utilizaron vacas de fertilidad media con base en el historial de cada una utilizando el sistema de registro VAMPP. Las razas de las vacas para ambas categorías fueron de alto encaste ($\geq 7/8$) Holstein y se tomó una condición corporal de 2.75 a 3.5 para las dos categorías.

Los criterios de inclusión utilizados fueron:

Condición corporal ≥ 2.75 y ≤ 3.5 en la escala de 1 a 5

- Vacas que presentaron un intervalo de días abiertos menor a 110 días para la primera categoría y menor a 130 días para la segunda categoría en su lactancia anterior.
- Las características del moco estral fueron: transparentes, fluido y sin presencia de turbidez, vulva roja y comportamiento de signo de celo normal (montar otras vacas, orejas paradas e inquietud).
- No haber presentado ningún tipo de trastorno en el parto, periparto y/o puerperio (partos distócicos, retención de placenta, metritis y piómetra).
- No más de tres servicios en la última concepción para la segunda categoría y para la primera categoría no más de dos servicios en la última concepción.

Todos los animales fueron mantenidos bajo las mismas condiciones de manejo y alimentación a base de ensilaje de maíz y heno de *Brachiaria* Mulato, en un sistema de confinamiento total. Además de la base forrajera, las vacas fueron suplementadas con concentrado (harina de soya, harina de maíz, sal blanca y minerales) para balancear una dieta de acuerdo a su nivel de producción y recibieron una tonificación previa con vitaminas (A, D₃, E, Selenio, Fósforo, Cobre y Zinc (Suplenut®)) y se realizó una masaje uterino entre la cuarta o quinta semana post-parto.

Los animales fueron distribuidos en dos categorías, cada uno de los cuales representó un tratamiento y cada vaca una unidad experimental (Cuadro 1).

Cuadro 1. Política de aplicación del semen sexado y distribución de los tratamientos.

Categoría	n	Primer servicio	Segundo servicio	Tercer servicio
1	133	Semen sexado	Semen sexado	Semen convencional
2	56	Semen sexado	Semen convencional	Semen convencional

Como medida para seleccionar las vacas se tomó la condición corporal que debe ser de .75 a 3.5 en escala de 1 a 5; en la primera categoría se evaluó los tres últimos partos, las vacas que se preñaron con menos de dos servicios se clasificaron como vacas de alta fertilidad. Estas vacas recibieron dos servicios con semen sexado, en el caso de los animales que presentaron celo por tercera vez se realizaron servicios con semen convencional. Las vacas que no presentaron celo después de ser servidas, se palparon en el día 50 después del último servicio.

En la segunda categoría la medida de selección fue de 2.75 a 3.5 en una escala de 1 a 5; se evaluaron sus tres últimos partos. Las vacas que se preñaron con 3 servicios se clasificaron como vacas de media fertilidad. Estas vacas recibieron un servicio de semen sexado. En el caso de los animales que presentaron celo por segunda y tercera vez se realizaron servicios con semen convencional. Las vacas que no presentaron celo después de ser servidas, se palparon en el día 50 después del último servicio.

Las variables analizadas fueron:

- a. Porcentaje de Preñez (PP)
- b. Servicios por Concepción (SC)
- c. Servicio por Concepción para Todas las Vacas (SCTV)
- d. Tasa de Concepción (TC)

Este estudio se realizó con un diseño completo al azar y se usaron datos retrospectivos con respecto al desempeño reproductivo de las vacas evaluadas en lo que respecta a la lactancia o ciclo reproductivo anterior cuando se usó semen convencional para luego *comparar estos datos con los datos observados en la presente lactancia o ciclo reproductivo* donde se usó semen sexado. Para las variables Servicio por Concepción (SC) y Servicios por Concepción para Todas las Vacas (SCTV) se utilizó el análisis de varianza con nivel de probabilidad ($P \leq 0.05$); mientras que para las variables Tasa de Concepción (TC) y Porcentaje de Preñez (PP) se utilizó un análisis de Chi cuadrado (X^2), con un nivel de ($P \leq 0.05$). Este análisis estadísticos se hicieron usando el “Statistical Analysis System” (SAS 2013).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de preñez (PP). Todas las vacas utilizadas en el estudio presentaron un celo sano sin signos de turbidez, también una vulva enrojecida y signos de presencia de celos normales. Para poder cubrir y servir todas las vacas que presentaban celos se utilizaron los tres inseminadores de la finca IAGSA. El PP al primer servicio en la lactancia anterior en las vacas seleccionadas independientemente de su categoría fue superior ($P \leq 0.05$) al obtenido en la presente lactancia (Figura 1) siendo la lactancia anterior superior en un 17% esto es un equivalente a una reducción del 25%. Los resultados obtenidos con semen convencional en la lactancia anterior se encuentra dentro del rango recomendado por Hincapié *et al.* (2008) para vacas en el trópico de 60-75%. Sin embargo, son similares a los presentados por González (2001) con 50% de preñez para vacas en el trópico.

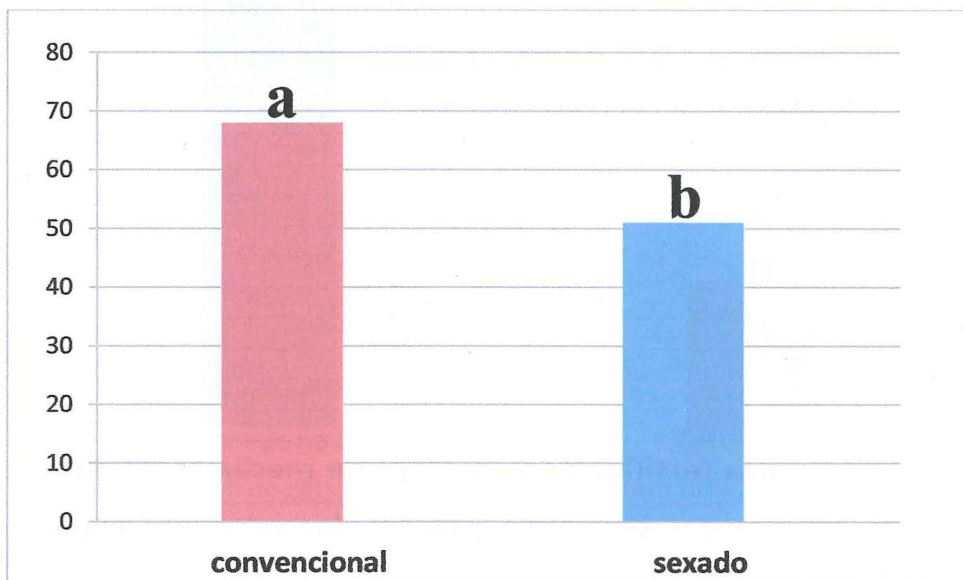


Figura 1. Porcentaje de preñez al primer servicio cuando se usó semen convencional (ciclo anterior) o semen sexado en el presente ciclo de producción.

Servicios por concepción (SC). Es un factor económico importante y uno de los parámetros que permiten apreciar mejor la fertilidad de un rebaño al considerar solo los animales gestantes. Este parámetro se puede calcular de la suma de todos los servicios ya sea con Inseminación Artificial (IA) o Monta Natural (MN) realizados en las vacas que resultaron preñadas durante un periodo dividido para el número de vacas confirmadas preñadas en el mismo periodo (González 2001)

Las diferencias estadísticas entre las dos categorías fueron significativas ($P \leq 0.05$) el mayor es para la categoría de alta fertilidad la cual es superior a la categoría de media fertilidad en un 0.1 S/C (Figura 2) Estos resultados, superan los valores obtenidos por Iglesias Paladines (2002) de 1.9 S/C en vacas repetidoras de servicios y los de Andrango y Pazmiño Almeida (2001) de 2.8 S/C en vacas Pardo Suizo. O'Connor (1999) recomienda que para vacas en el trópico los valores deben estar entre 1.3 y 1.7 S/C clasificado como óptimo y de 1.2 S/C como ideales, para estos valores utilizando semen convencional. Así mismo, estos resultados superan a los presentados por Soto García y Rentería Briceño (2013) de 1.52 S/C utilizado semen sexado.

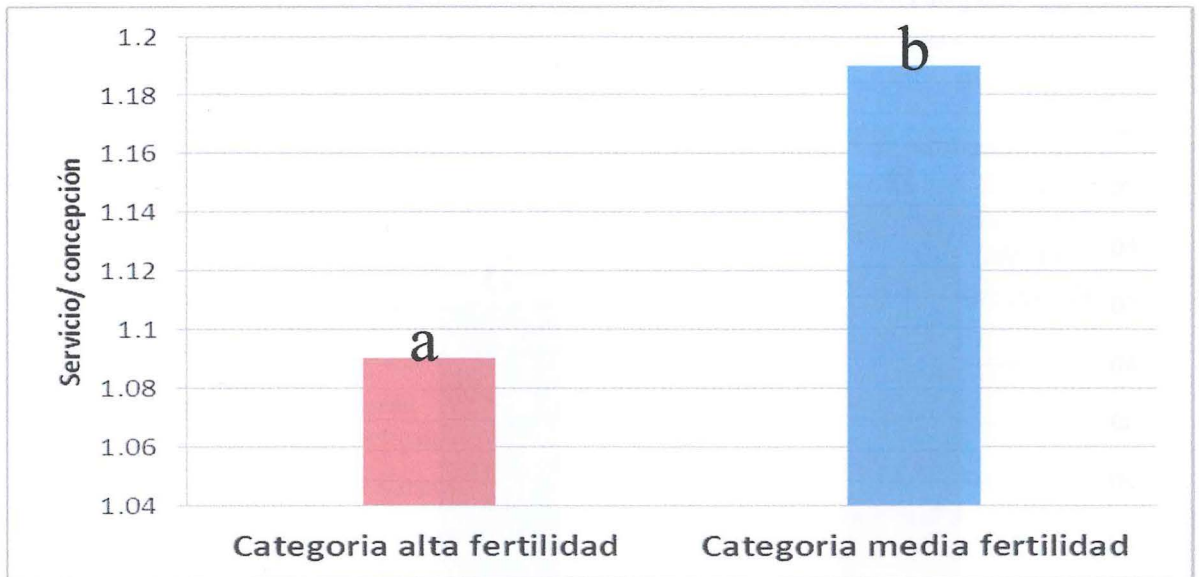


Figura 2. Número de servicios por concepción para las dos categorías de vacas clasificadas en el presente estudio.

Servicios por Concepción para Todas las Vacas (SCTV). En el concepto de servicios por concepción para todas las vacas se consideran solo los servicios para el primer servicio donde se usó semen sexado. El parámetro servicios por concepción para todas las vacas relaciona la eficiencia o la fertilidad de todos los servicios en el hato o vacas que fueron inseminadas con los protocolos de inclusión. Según Hincapié *et al.* (2008) en este parámetro se deben incluir todas las vacas tanto fértiles como infértiles y se determina dividiendo el número total de vacas inseminadas entre el número total de vacas preñadas en el mismo periodo.

El número de servicios por concepción para todas las vacas en cada una de las categorías difiere ($P \leq 0.05$) entre sí, donde las vacas de categoría de alta fertilidad con la más alta fertilidad presentaron una superioridad de 1.13 (SCTV) sobre la categoría de media fertilidad (Figura 3), estos valores son inferiores a los presentados por Soto García y Rentería Briceño (2013) de 1.52 (SCTV) utilizando semen sexado.

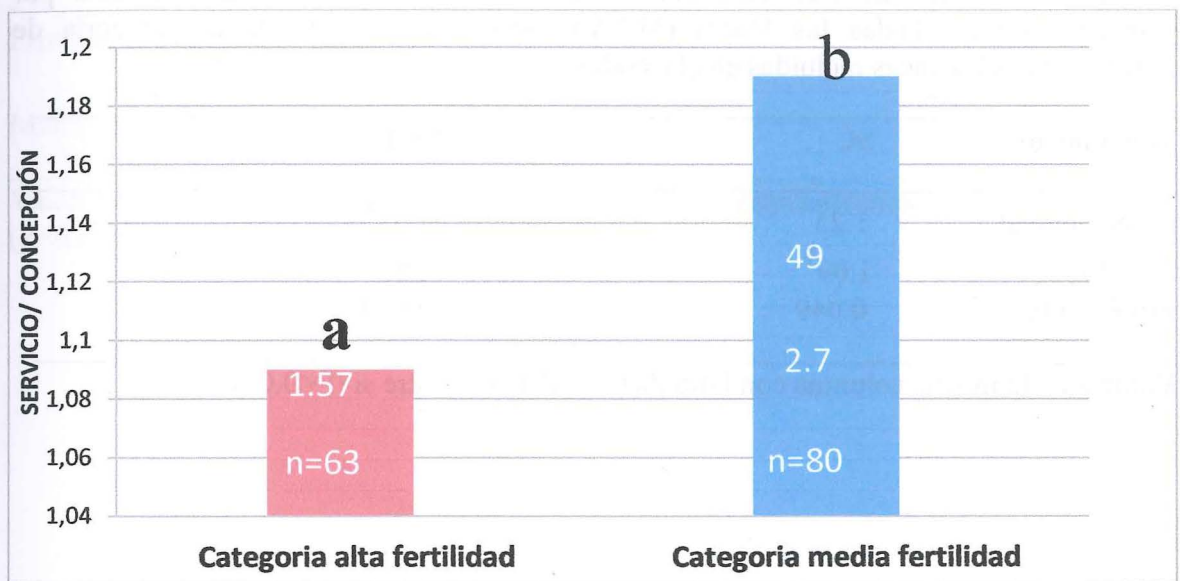


Figura 3. Número de servicios por concepción para todas las vacas en ambas categorías de fertilidad, (incluye vacas preñadas y no preñadas).

Servicios por concepción para todas las vacas (SCTV) en su lactancia anterior y Servicios por concepción para todas las vacas en el presente estudio. Se evaluó los servicios por concepción comparando la concepción anterior que fueron servidas con semen convencional y el servicio por concepción de este estudio que fueron servidas con semen sexado el que tuvo como resultado una superioridad en 0.16 S/C con respecto al convencional; estos resultados superan los recomendados por González (2001) de 1.6 a 1.8 S/C para vacas en el trópico usando semen convencional (Cuadro 2). Para los servicios por concepción para todas las vacas comparando el mismo factor que para los servicios por concepción, el tratamiento en semen convencional superó ($P<0.05$) al semen sexado en 0.07 SCTV (Cuadro 2). Sin embargo, ambos tratamientos superaron los datos recomendados por González (2001) de 2.5 a 2.7 SCTV para vacas en el trópico con semen convencional y por otra parte son menores a los resultados obtenidos en vaquillas por Soto García y Rentería Briceño (2013) de 1.69 SCTV con semen sexado.

Cuadro 2. Número de Servicios por Concepción (SC), Número de Servicios por Concepción para Todas las Vacas (SCTV) independientemente de la categoría de fertilidad para las vacas incluidas en el estudio.

Tratamiento	SC	SCTV
Convencional	1.25 ^a	1.71 ^a
Sexado	1.09 ^b	1.84 ^b
Probabilidad	0.049	0.014

Valores en la misma columna con letra distinta, difieren entre sí ($P<0.05$)

Primíparas vs. Multíparas. Cuando las vacas en el estudio fueron clasificadas como primíparas o multíparas, las vacas primíparas mostraron un mejor desempeño reproductivo en donde superaron las multíparas en el número de servicios por concepción en un 0.16 S/C y en el SCTV en un 0.18, sin embargo, con estos desempeños ambos grupos muestran un excelente tasa de concepción, lo cual no difirió ($P>0.05$) para primíparas o multíparas (Cuadro 3)

Cuadro 3. Número de Servicios por Concepción (SC), número de Servicios por Concepción para Todas las Vacas (SCTV) y sus respectivas Tasas de Concepción (TC) para vacas primíparas y multíparas usando semen sexado en vacas independientemente de su categoría.

Tratamiento	SC	SCTV	TC (SCTV) (%)
Primíparas sexado	1.03 ^a	1.07 ^a	92
Multíparas sexado	1.19 ^b	1.25 ^b	83

Valores en la misma columna con letra distinta, difieren estadísticamente entre sí ($P<0.05$)

Vaquillas con semen sexado vs. Primíparas con semen sexado. Se evaluó y comparó los servicios por concepción de las primíparas que se preñaron con semen sexado ya que, en el servicio anterior se sirvieron con semen sexado. Como resultado se presentaron diferencias entre los tratamientos ($P \leq 0.05$). Las vaquillas presentaron 0.08 S/C más que las primíparas con semen sexado; sin embargo, la SCTV fueron mejores en las vaquillas que en las primíparas ($P \leq 0.05$) superándolas en 1.1 SCTV (Cuadro 4).

Cuadro 4. Número de Servicios por Concepción (SC), número de Servicios por Concepción para Todas las Vacas (SCTV) y sus respectivas Tasas de Concepción (TC) en los mismos animales que cuando eran vaquillas y primíparas se utilizó semen sexado.

Tratamiento	SC	SC	TC (SCTV) (%)
Vaquillas sexado	1.11 ^a	1.22 ^b	81 ^a
Primíparas sexado	1.03 ^b	2.32 ^b	43 ^b
Probabilidad	0.049	0.014	0.014

Valores en la misma columna con letra distinta, difieren entre sí ($P < 0.05$)

4. CONCLUSIONES

- El porcentaje de preñez al primer servicio se redujo un 25% para todas las categorías de las vacas seleccionadas con respecto al desempeño anterior.
- El menor número de servicios por concepción y servicios por concepción de todas las vacas fue superiores cuando se usó semen sexado y superior a los observados en las lactancias anteriores donde se usó *semen convencional*, para la categoría definida como de alta fertilidad.
- Las vacas primíparas de alta fertilidad presentaron índices de fertilidad similares o superiores a su desempeño como vaquillas y superior a los índices de las vacas *multíparas*.

5. RECOMENDACIONES

- Incluir vaquillas y vacas de alto desempeño reproductivo (no más de dos servicios por concepción) para inseminaciones con semen sexado.
- Garantizar un registro de los eventos reproductivos de cada vaca para poder tener éxito con el semen sexado.
- Hacer estudios futuros en cuanto la relación de partos gemelares por vaca inseminada con semen sexado.

6. LITERATURA CITADA

Aud, M. A. 2010. Manual de bovinocultura de leche. Brasilia, Brasil, LK Editora. Guía sp.

Andrango, G.C.; Z. Pazmiño Almeida 2001. Análisis reproductivo y productivo del hato lechero rancho Lima en Atlántida, Honduras con el programa VAMPP. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 21 p.

González, C. 2001. Reproducción bovina. Maracaibo, Venezuela, Editorial Fundación Giraz,. 437 p.

Hincapié, J.J., E.C. Pipaon, G.S. Blanco. 2008. Trastornos reproductivos en la hembra bovina. 2 ed. Editorial Litocom. Tegucigalpa, Honduras. 159 p.

Hafez, E.S. 1998. Reproducción e inseminación artificial en animales. Trad. R.P. Martínez. 6 ed. Atlampa, México, Interamericana Mcgraw Hill. 412 p.

Iglesias Paladines, G.C. 2002. Aplicación posparto de GnRH y PGF₂ α para estimular la reactivación ovárica y la fertilidad en ganado lechero. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 23 p.

O'Connor, M.L. 1999. Medidas de la eficiencia reproductiva. Lecturas seleccionadas de reproducción animal 3: 45-54 p.

Soto García, S. A.; C.A. Rentería Briceño , G. 2013. Sincronización de celo en ganado de carne para la introducción de la Inseminación Artificial y utilización de semen sexado para el mejoramiento genético del hato. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 8 p.

Zelaya, G. 2008. Sincronización de celo en ganado de carne para la introducción de la Inseminación Artificial y utilización de semen sexado para el mejoramiento genético del hato. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 13 p.