

**Evaluación del uso de semen sexado contra
semen convencional en vaquillas de leche en la
finca de Ingeniería Agrícola y Ganadera S.A.
(IAGSA), Comayagua, Honduras**

**Carlos Antonio Rentería Briceño
Sarah Daniela Soto García**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2013

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

**Evaluación del uso de semen sexado contra
semen convencional en vaquillas de leche en la
finca de Ingeniería Agrícola y Ganadera S.A.
(IAGSA), Comayagua, Honduras**

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

Presentado por

**Carlos Antonio Rentería Briceño
Sarah Daniela Soto García**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2013

Evaluación del uso de semen sexado contra semen convencional en vaquillas de leche en la finca de Ingeniería Agrícola y Ganadera S.A. (IAGSA), Comayagua, Honduras

Presentado por:

Carlos Antonio Rentería Briceño
Sarah Daniela Soto García

Aprobado:

Isidro A. Matamoros, Ph.D.
Asesor principal

Renán Pineda, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y Producción
Agropecuaria

John J. Hincapié, Ph.D.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Osman Ávila, Ing. Agr.
Asesor

Evaluación del uso de semen sexado contra semen convencional en vaquillas de leche en la finca de Ingeniería Agrícola y Ganadera S.A. (IAGSA), Comayagua, Honduras.

**Carlos Antonio Rentería Briceño
Sarah Daniela Soto García**

Resumen: El semen sexado y el semen convencional son tecnologías que se están implementando en el hato lechero para mejorar el desempeño del mismo, a través de la Inseminación Artificial (IA). Conforme la tecnología avanza es necesario hacer más investigaciones sobre el desempeño reproductivo en vaquillas de los hatos en diferentes zonas climáticas. Se utilizaron dos tratamientos: Semen Convencional (SC) y Semen Sexado (SS). Para el estudio se utilizaron 740 vaquillas de ganado lechero, de las cuales 523 fueron inseminadas con SC y 217 fueron inseminadas con SS. En Porcentaje de Preñez a Primer Servicio (PPPS), Porcentaje de Preñez a Segundo Servicio (PPSS) y Porcentaje de Preñez a Tercer Servicio (PPTS) hubo una diferencia ($P \geq 0.05$), en el PPPS, 64.4% en SC, y 54.4% en SS; en el PPSS, 54.4% con SC, y 70.4% con SS; y en PPTS, 80.0% en SC, y 62.5% en SS. En Porcentaje de Preñez Acumulada (PPA) no hubo diferencia ($P \geq 0.05$) con 92.5% en SC y 94.5% en SS. En Servicios por Concepción (S/C), no hubo diferencia ($P \geq 0.05$), y se observaron 1.66 y 1.52 pajillas por concepción, para los tratamientos de SC y SS, respectivamente. En sexo de la cría sí hubo diferencia ($P \geq 0.05$) en vaquillas inseminadas con SC se obtuvo 54.5%, crías nacidas hembras mientras que en vaquillas inseminadas con SS se obtuvo 91.2%, crías nacidas hembras. En edad a primer parto se obtuvo una media de 32.2 meses para vaquillas inseminadas con SC y 27.2 meses para vaquillas inseminadas con SS. Para servicios por concepción de todas las vaquillas no hubo diferencia ($P \geq 0.05$) con una media de 1.8 servicios para vaquillas inseminadas con SC y 1.69 servicios para vaquillas inseminadas con SS.

Palabras clave: Fertilidad, sexo cría, servicio por concepción.

Abstract: The sexed semen and conventional semen are technologies that are being implemented in the dairy herd to improve the performance of the same, through Artificial Insemination (AI). As technology advances more research is needed on reproductive performance in heifers from herds in different climatic zones. Two treatments were used: Conventional Semen (CS) and Sexed Semen (SS). For the study 740 dairy heifers were used, of which 523 were inseminated with CS and 217 were inseminated with SS. In Percentage of Pregnancy to First Service (PPFS), Percentage of Pregnancy to Second Service (PPSS) and Percentage of Pregnancy at Third Service (PPTS) there was a difference ($P \geq 0.05$) in the PPFS, 64.4% in CS and 54.4 % in SS, in the PPSS, 54.4% with CS, and 70.4% with SS, and PPTS, 80.0% in CS, and 62.5% in SS. In Cumulative Percentage of Pregnancy (CPP) there was no difference ($P \geq 0.05$) with 92.5% in CS and 94.5% in SS. In Services for Conception (S / C), there was no difference ($P \geq 0.05$), and

1.66 and 1.52 straws were observed per conception, for CS and SS treatments, respectively. In calf sex there was a difference ($P \geq 0.05$) in heifers inseminated with CS was obtained 54.5%, whereas female calves born in heifers inseminated with SS was obtained 91.2%, female calves born. In age at first birth was obtained a mean of 32.2 months for heifers inseminated with CS and 27.2 months for heifers inseminated with SS. For services per conception of all heifers there was no difference ($P \geq 0.05$) with an average of 1.8 services for heifers inseminated with CS and 1.69 for heifers inseminated with services SS.

Keywords: Fertility, sex breeding, service per conception.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	v
Índice de cuadros y figuras	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	6
4. CONCLUSIONES	9
5. RECOMENDACIONES	10
6. LITERATURA CITADA	11

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros Página

1. Porcentaje de Preñez a Primer Servicio (PPPS), Porcentaje de Preñez a Segundo Servicio (PPSS), Porcentaje de Preñez a Tercer Servicio (PPTS) y el Porcentaje de Preñez Acumulada (PPA), con ambos tratamientos..... 6
2. Comparación del porcentaje del sexo de las crías en Semen Convencional (SC) contra Semen Sexado (SS) 7
3. Comparación de Medias de Servicios por Concepción (S/C) y Servicio por Concepción Total de Vaquillas (SCTVaq), entre los tratamientos Semen Convencional (SC) y Semen Sexado (SS)..... 8

Figuras Página

1. Media para la edad al primero parto de las vaquillas en meses, comparando los tratamientos de semen convencional (SC) y semen sexado (SS). 8

1. INTRODUCCIÓN

Toda finca se enfrenta con la necesidad de incrementar su hato lechero, aumentar la cantidad de nacimientos de terneras con buenas propiedades físicas y genética para lograr que su hato sea competitivo a nivel nacional e internacional. ¿Pero cómo lograr el incremento del hato productivo asegurando de que la cría sea una ternera con un alto valor genético?

La Inseminación Artificial (IA) es un proceso en el cual el espermatozoide del macho se colecta para procesarlo, almacenarlo e introducirlo en forma manual en el tracto reproductor femenino, en el momento óptimo para la concepción. La IA se ha convertido en una de las técnicas más importantes para mejorar la genética de los animales. Se ha utilizado extensamente en el ganado de leche, permitiendo que toros de alto mérito genético estén disponibles en numerosas fincas en distintos lugares del mundo. Desde que la IA se empezó a utilizar en forma generalizada, ha existido un gran interés en el sexado del semen para obtener solo hembras, ya que esta técnica incrementa la posibilidad de lograr una ternera en lugar de un ternero, que es el sueño de todo finquero criador de ganado de leche principalmente, en el ámbito mundial (Salazar 2007).

Los principios básicos para el sexado del semen son simples. El procedimiento que se lleva a cabo es una separación de células por citometría de flujo. Esta separación se basa en que los espermatozoides que llevan el cromosoma X (hembras) presentan un mayor contenido de ácido desoxirribonucleico (ADN), que aquellos que llevan el cromosoma Y (machos). La diferencia en el contenido de ADN es de aproximadamente 3.8%, en ganado bovino. Aunque esta diferencia es pequeña, es posible medir el contenido de ADN de un solo espermatozoide con suficiente precisión para distinguir correctamente si es X o Y, con una efectividad del 90% (Johnson *et al.* 1987; Weigel 2004).

Según Cabrera 2010 la comparación entre el semen sexado y el semen convencional tiene diferentes factores importantes a considerar para su evaluación, como se muestra en el anexo 1. Para la industria lechera, la tecnología del semen sexado aumenta la posibilidad de tener una becerro hembra de un 50% con semen convencional a un 90% cuando se utiliza semen sexado. Aumentar el número de becerros nacidas en la lechería, le permite al productor tener una expansión rápida de su hato desde el interior (Bruno 2012).

Ofrece la posibilidad de un mayor aporte de novillas mejores para reposición, particularmente si alcanza una mayor disponibilidad, y se minimiza su baja tasa de concepción. Las ganaderías con mejores bases de datos, referidas a información genética de sus animales, tendrán la oportunidad de manejar con mayor eficacia el semen sexado. Podrán utilizarlo en sus mejores madres para alcanzar un más rápido progreso genético y

mejorarán su bioseguridad al reducir el ingreso de animales y, por ende, patógenos externos. Si este semen se usa en vacas sin previa selección para eliminar aquellas con función ovárica o uterina sub óptima, las tasas de gestación serán muy bajas, por lo que la ecografía podría ayudar a mejorar estos resultados (Perez 2004).

En virtud de que el semen sexado ha sido usado exitosamente en múltiples ocasiones, una ventaja obvia es inseminar novillas para obtener crías hembras, lo que resultará en reemplazos de excelente calidad. También permitirá obtener crías machos de las mejores vacas del hato para usarlos como toros reproductores (Salazar 2007).

Una de las desventajas, en parte, que se puede mencionar sobre el semen sexado es el hecho que según diversas compañías en los Estados Unidos, el costo de una pajilla de semen sexado oscila entre \$30 y \$50 más que una pajilla de semen convencional (Salazar 2007).

En la actualidad no se encuentran datos reportados del uso de semen sexado en vaquillas en zonas tropicales. Sin embargo, existen varias bases de datos sobre la utilización de semen sexado en países como Estados Unidos y Canadá (Cabrera 2010).

Según la revista *Progressive Dairyman*, 21 de junio 2012, la selección de semen sexado es relativamente una nueva tecnología que ha sido comercialmente disponible en las lecherías de EUA desde principios de 2006. El proceso de selección de semen por el género fue desarrollado a finales de 1980 y ha mejorado significativamente con el tiempo. Hoy en día, el semen sexado está ordenado de modo que de un 85 a 90% de la descendencia sea del género deseado.

Puesto que las becerras tienden a ser más pequeñas que los becerros machos, su parto suele ser mucho más fácil. Por lo tanto, otro beneficio es que se tienen menos problemas al parto (distocia). Además del aumento del costo de semen sexado, la disminución del riesgo por concepción (CR) impide que algunos productores adopten esta tecnología. El riesgo por concepción disminuye de un 12 a 20% en comparación con el semen convencional. Debido a esta característica indeseable, el semen sexado ha sido utilizado principalmente y se recomienda su uso sólo en vaquillas vírgenes (Bruno 2012).

En realidad, la inseminación artificial se adapta adecuadamente para acceder a animales de alta producción en un corto período de tiempo y así ser competitivos en el mercado regional y nacional, con reproductores de alto valor genético (Apaza 2012).

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la efectividad de semen sexado contra el semen convencional en la producción de vaquillas de reemplazo. Los objetivos específicos del estudio fueron comparar los Porcentajes de Preñez a Primer Servicio

(PPPS), Porcentaje de Preñez a Segundo Servicio (PPSS), Porcentaje de Preñez a Tercer Servicio (PPTS), y Porcentaje de Preñez Acumulado; en vaquillas inseminadas con Semen Convencional (SC), contra vaquillas inseminadas con Semen Sexado (SS). Comparar los Servicios por Concepción (S/C) y los Servicios por Concepción de Todas las Vaquillas (SCTVaq) con SC contra SS. Comparar la edad al primer parto en vaquillas inseminadas con SC contra vaquillas inseminadas con SS; Y comparar la relación hembra contra macho para los partos de vaquillas inseminadas con SC contra SS.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en dos fincas:

Hacienda Santa Elisa, propiedad del grupo Repastos y Ordeños de Oriente (RODEO) SA de CV, ubicada en Linaca, El Paraíso, con un rango de temperatura de 23.4°C- 29.1°C, una precipitación de 1400 mm y a una altura de 820 msnm.

Finca #8, propiedad de IAGSA, ubicada en el valle de Comayagua, con un rango de temperatura de 20°C-25°C, una precipitación de 1200-1500 mm y a una altura de 550 msnm.

En la Hacienda Santa Elisa se contó con 427 vaquillas, las cuales fueron inseminadas con semen convencional a partir de Abril 2007 hasta Abril del 2013.

En la Finca #8 se contó con 96 vaquillas que fueron inseminadas con semen convencional desde Abril del 2011 hasta Marzo del 2012. Así mismo 217 vaquillas más, las cuales fueron inseminadas con semen sexado a partir de Marzo del 2011 hasta Abril del 2013.

En la Hacienda Santa Elisa las vaquillas se encuentran bajo pastoreo rotacional. En los potreros los animales se alimentan con pasto *Cynodon Plectostachium*, así mismo se complementa la dieta con 10 kg de caña de azúcar y 4.54 kg de concentrado. Estas vaquillas fueron inseminadas por dos personas capacitadas para inseminar. En la finca se utilizó semen convencional con Bovatel™; el cual según Kknutsne 2007, incrementa los prejuicios de género que dará más hembras sin comprometer la fertilidad y no requiere equipos o de manejo especial y está disponible en casi todos los toros probados en la alineación. Muchas investigaciones hechas han demostrado que Bovatel™ proporciona un adicional de 10 terneras por cada 100 embarazos. Bovatel™ es el único producto de su clase que utiliza un procedimiento de procesamiento en los prejuicios de género, que es propiedad de y está disponible exclusivamente a partir de Accelerated Genetics (Kknutsen 2007).

En la Finca #8 las vaquillas se encuentran bajo estabulación. Su alimentación consiste en 2.72 kg de heno de pasto *Brachiaria mulato*, complementado con 3.18 kg de concentrado en pellet y 10 kg de silo de maíz. Estas vaquillas fueron inseminadas por tres personas capacitadas para inseminar.

Las características de selección de una vaquilla para ser inseminada en ambas fincas fueron: peso de 330 kg y que tengan 14 meses de edad. Así mismo se tomó en cuenta que tenga: una condición corporal de 2.5 a 3.5 y un estado sanitario óptimo; se revisó que la mucosidad de la vulva sea cristalina y que no presente una coloración turbia o anormal al momento del celo.

La inseminación se realizó 12 horas después de la detección del celo, aplicando la regla de inseminación AM/PM.

Los dos tratamientos que se midieron fueron:

1. Semen Convencional (SC): de las empresas Semex y Genética Acelerada.
2. Semen Sexado (SS): de las empresas Semex y Genética Acelerada.

De las 740 vaquillas en total se tomaron 427 vaquillas para ser inseminadas con semen convencional y 217 vaquillas que fueron inseminadas con semen sexado.

Se analizan las siguientes variables:

1. Porcentaje de preñez de las vaquillas inseminadas con SC y SS.
 - Porcentaje de Preñez Primer Servicio (PPPS)
 - Porcentaje de Preñez Segundo Servicio (PPSS)
 - Porcentaje de Preñez Tercer Servicio (PPTS)
 - Porcentaje de Preñez Acumulada (PPA)
2. Servicio por Concepción (S/C)
3. Servicio por Concepción Total de Vaquillas (SCTVaq)
4. Sexo de la cría
5. Edad de la vaquilla a la concepción

Toda la información recolectada de las inseminaciones en cada una de las fincas se organizó y se analizó utilizando el programa VAMPP bovino 3.0.

Se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA) con dos tratamientos; para el análisis de los datos se utilizó el análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias con la prueba LSMEANS, utilizando el Modelo Lineal General (GLM); así mismo se hizo un análisis de Chi cuadrado (X^2), para las variables de PPPS, PPSS, PPTS Y PPA. El nivel de significancia exigido fue de $P \leq 0.05$, utilizando el programa “Statistical Analysis System” (SAS 2012).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de preñez de las vaquillas inseminadas con SC y SS.

Para el Porcentaje de Preñez a Primer Servicio (PPPS) y el Porcentaje de Preñez a Tercer Servicio si existe una diferencia significativa ($P \leq 0.05$), entre la comparación de Semen Convencional contra Semen Sexado, siendo esta diferencia a favor del Semen Convencional (Cuadro 1)

En el Porcentaje de Preñez a Segundo Servicio (PPSS) también se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en este caso a favor del Semen Sexado (Cuadro 1)

Sin embargo, el Porcentaje de Preñez Acumulada (PPA) demostró que para el trópico no difiere entre Semen Convencional y Semen Sexado (Cuadro 1)

A comparación de Fricke (2008), quien establece que para semen sexado se debe obtener un PPPS de 53.3%, un PPSS 52.9% y un PPTS 49.7%. por lo tanto se concluye que el estudio está sobre estos valores, así mismo para Kunh (2006) quien presenta un PPPS, PPSS y un PPTS de 52.2%, 50.5% y 49.1% respectivamente.

Cuadro 1. Porcentaje de Preñez a Primer Servicio (PPPS), Porcentaje de Preñez a Segundo Servicio (PPSS), Porcentaje de Preñez a Tercer Servicio (PPTS) y el Porcentaje de Preñez Acumulada (PPA), con ambos tratamientos.

	PPPS (%)	PPSS (%)	PPTS (%)	PPA (%)
SC (n)	64.4(337) ^a	54.4(100) ^a	80.0(68) ^a	92.5(484) ^a
SS(n)	54.4(118) ^b	70.4(76) ^b	62.5(20) ^b	94.5(205) ^a
Probabilidad	0.0105	0.0069	0.0500	0.3462

SC= Semen Convencional

SS= Semen Sexado

^{ab}= Medias en la misma columna seguidas por diferentes letras, difieren entre sí ($P \leq 0.05$)

n= Número de vaquillas

Sexo de la cría.

Para el porcentaje del sexo de las crías. Las diferencias fueron significativas ($P \leq 0.05$), para SC se encontró que el 54.7% de las crías fueron hembras en 523 vaquillas, estos porcentajes aun son mayores que los encontrados por Bruno (2012), quien menciona que con semen convencional se obtiene 50% de ambos sexos (Cuadro 2).

En semen sexado el porcentaje del sexo de las crías se encontró una gran diferencia al obtener un 91.24% de hembras en 217 vaquillas, esto se asemeja a los resultados de Bruno (2012), con 90% hembras y 10% machos (Cuadro 2)

A comparación con Cabrera (2010) quien presenta un porcentaje de crías hembras con semen convencional de 46.7% y para semen sexado 89%, el estudio presentó valores superiores a los establecidos por el mismo, de igual manera DeJarnette (2008) establece que el porcentaje de crías hembras para semen convencional es de 56% y de 83% para semen sexado, en este caso el estudio se encuentra por debajo por lo establecido por DeJarnette (2008) para semen convencional y es superior en lo encontrado para semen sexado en el estudio.

Cuadro 2. Comparación del porcentaje del sexo de las crías en Semen Convencional (SC) contra Semen Sexado (SS).

Tratamiento	n	Hembras (%)	Machos (%)
SC	523	54.7 ^a	45.3 ^a
SS	217	91.2 ^b	8.8 ^b
Probabilidad		<.0001	<.0001

n= Número de Animales

^{ab} = Medias en la misma columna seguidas por diferentes letras, difieren entre sí ($P \leq 0.05$)

Edad de la vaquilla a la concepción.

En la Figura 1, se observa que para SC hay diferencia significativa ($P \leq 0.05$), ya que se obtuvo una media de edad al primer parto de 32.2 meses con 523 repeticiones en cambio para SS se obtuvo 27.23 meses con 217 repeticiones. El rango de edad para el primer parto según Fricke (2008) es de 24-28 meses, con ello se observa que los rangos encontrados en el estudio se encuentran por encima del rango de meses al primer parto esperados para SC y dentro del rango para SS. Esto debido a que las vaquillas que fueron inseminadas con SS tres veces sin concepción, pasaron a ser inseminadas con SC en su cuarto servicio.

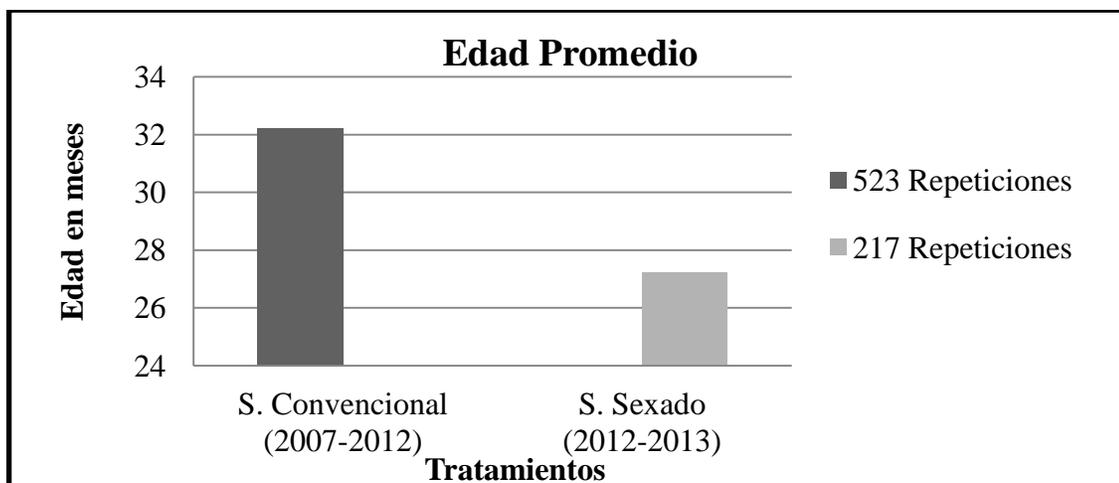


Figura 1. Media para la edad al primer parto de las vaquillas en meses, comparando los tratamientos de semen convencional (SC) y semen sexado (SS).

Servicio por Concepción (S/C) y Servicio por Concepción Total de Vaquillas (SCTVaq).

La tasa de servicios por concepción entre el semen convencional y el semen sexado, presenta diferencia significativa ($P \leq 0.05$), con una media de 1.66 pajillas para SC y para SS una media de 1.52 pajillas. Para la variable de concepción de todas las vaquillas con el semen convencional se obtuvo una media de 1.80 servicios y para el semen sexado se obtuvo una media de 1.69 pajillas tomando en cuenta todas las pajillas utilizadas, lo que no representó una diferencia significativa ($P \geq 0.05$).

Cuadro 4. Comparación de medias de Servicios por Concepción (S/C) y Servicio por Concepción Total de Vaquillas (SCTVaq), entre los tratamientos Semen Convencional (SC) y Semen Sexado (SS).

Tratamientos	n	S/C	SCTVaq
SC	523	1.66 ^a	1.80 ^a
SS	217	1.52 ^b	1.69 ^a
Probabilidad		0.0158	0.0526

^{ab} = Medias en la misma columna seguidas por diferentes letras, difieren entre sí ($P \leq 0.05$)

n= Número de animales

4. CONCLUSIONES

- El porcentaje de preñez a primer y a tercer servicio son superiores para semen convencional en comparación a semen sexado, atribuyendo esto a que el semen convencional tiene un porcentaje de preñez mucho más alto.
- El porcentaje de preñez al segundo servicio fue superior para semen sexado, atribuyendo esto a q se debió a la madures reproductiva de la vaquilla.
- Sin embargo, el porcentaje de preñez acumulado no difiere entre semen convencional y sexado ya que ambos obtuvieron alrededor de un 94% de efectividad en el porcentaje final del número de vaquillas preñadas.
- Se obtuvo una mayor tasa de crías hembras para el semen sexado en comparación al semen convencional, por lo que se torna en una buena alternativa para el manejo en la producción de vaquillas de reemplazo.
- Se obtuvo un menor número de servicios por concepción en semen sexado con relación a semen convencional.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que se siga utilizando semen sexado en vaquillas de leche para reemplazo, por el mayor número de crías hembras.
- Se recomienda que se hagan más investigaciones para el trópico y se pueda tener mayor información.
- Recomendamos darle un seguimiento a este estudio para tener una fuente de datos mayor para futuros estudios.

6. LITERATURA CITADA

Apaza, R. 2012. Tecnología productiva de lácteos, inseminación artificial (en línea). Consultado 24 de mayo de 2013. Disponible en:

<http://www.solidperu.com/upl/1/default/doc/2%20Inseminacion%20Artificial%20%20-%20Marco%20Referencial..pdf>

Bruno, R. 2012. Evaluando el semen sexado en vaquillas lecheras (en línea). Consultado 20 de Mayo de 2013.

Disponible en: http://web.altagenetics.com/espanol/DairyBasics/Details/259_Evaluando-el-semen-sexado-para-vaquillas-lecheras.html

Cabrera, V. 2010. Valor del Semen Sexado para la Industria Lechera (en línea). Consultado 23 de Marzo de 2013. Disponible en:

http://www.reproduccionanimal.com.mx/AISS_valor%20%20Semen%20sexado%20Ind%20Lechera.pdf

Dalton, J. (s.f.). Semen sexado: ¿Cómo afecta la fertilidad un aumento en el número de espermatozoides? (En línea). Consultado 14 de Septiembre de 2013. Disponible en:

<http://absmexico.com.mx/docs/comoafec.pdf>

DeJarnette, J. M., R. L. Nebel, C. E. Marshall, J. F. Moreno, C. R. McCleary, and R. W. Lenz. 2008. Sexed semen vs convencional semen (En línea). Consultado 15 de Septiembre de 2013. Disponible en: <http://www.thebullvine.com/news/handle-sexed-semen-care-maximize-heifer-fertility/>

Fricke, P. 2008. Hoards Dairyman: Why they use sexed semen (En línea). Consultado 13 de Octubre de 2013 Disponible en: http://www.hoards.com/E_reproduction/REP04

Johnson, L.A.; J.P. Flok y M.V. Look 1987. Flow cytometry of X and Y chromosome bearing sperm for DNA using an improved preparation method and staining with Hoeschst 33342. Gamete Research. 17:203-212.

Kknutsen, 2007. A visit to Accelerated Genetics (en línea). Consultado 13 de Septiembre de 2013. Disponible en: <http://www.allbreedsblog.com/2007/07/18/a-visit-to-accelerated-genetics/#sthash.dhdGbKdW.uAaOcZFt.dpbs>

Perez, C. Facultad Veterinaria Universidad de Córdoba 2004 impacto de las nuevas tecnologías reproductivas (en línea). Consultado 22 de Marzo de 2013. Disponible en: http://www.eumedia.es/user/upload/plan-star/ART_plan-star_06_REP.pdf

Salazar, J. 2007. El uso del semen sexado en ganado de leche (en línea). Consultado 16 de Enero de 2013.

Disponible en <http://www.personal.psu.edu/jae226/Semen%20sexado.pdf>

SAS. 2012. SAS User's Guide. Statistical Analysis Institute Inc. Cary N.C.

Weigel, K. A. 2004. Exploring the role of sexed semen in dairy production systems. *Journal of Dairy Science*. 87(E. Suppl.):E120-E130.