

**Análisis del desempeño reproductivo con la
utilización de semen sexado en vacas y
vaquillas**

**Jorge Gabriel Barberena Reyes
Josué Chinchilla Vargas**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Análisis del desempeño reproductivo con la utilización de semen sexado en vacas y vaquillas

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

Presentado por

Jorge Gabriel Barberena Reyes
Josué Chinchilla Vargas

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2015

Análisis del desempeño reproductivo con la utilización de semen sexado en vacas y vaquillas

Presentado por:

Jorge Gabriel Barberena Reyes
Josué Chinchilla Vargas

Aprobado:

Isidro A. Matamoros, Ph.D.
Asesor principal

John J. Hincapié, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Guillermo E. Zelaya, Ing. Agr.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Kenia L. David, Ing. Agr.
Asesor

Análisis del desempeño reproductivo con la utilización de semen sexado en vacas y vaquillas

Jorge Gabriel Barberena Reyes
Josué Chinchilla Vargas

Resumen: La inseminación artificial y el semen sexado son biotecnologías que mejoran la relación de nacimientos hembras, aumentando la rentabilidad al mejorar el número de reemplazos. Sin embargo, es necesario realizar investigaciones para comprobar la viabilidad del uso de estas tecnologías en el trópico. Se analizó el Número de Servicios Por Vaca (NSV), el Número de Servicios por Preñez (NSP) y el Porcentaje de Preñez (PP). El NSP y el PP se calcularon al primer y segundo servicio. Tanto el NSV, NSP como el PP se calcularon acumulando ambos servicios. Estos parámetros reproductivos se analizaron en las fincas Rodeo S.E., IAGSA Rodeo e IAGSA F8 de manera retrospectiva desde el 15 de marzo del 2012 hasta el 15 de marzo del 2015. Para el NSP Acumulado se observaron diferencias ($P \geq 0.05$). Teniendo el menor número de servicios IAGSA F8 con 2.66, seguida de IAGSA Rodeo con 2.83, y Rodeo S.E. con 3.15 servicios. En vacas no se encontraron diferencias ($P \geq 0.05$) entre el uso de semen sexado y semen convencional al evaluar el NSV en donde el semen sexado tiene 1.26 y el semen convencional 1.37. Para el NSP en vacas sí se encontraron diferencias ($P \geq 0.05$) al comparar el uso de semen sexado y semen convencional con 3.06 servicios y 3.67, respectivamente. Se demuestra el beneficio de usar semen sexado como una herramienta de manejo reproductivo para el trópico.

Palabras Clave: Biotecnología, Ganado, Inseminación Artificial, Lechero, Reproducción.

Abstract: Artificial Insemination and sexed semen are used to obtain a better ratio of female births in a herd, thus, improving the profitability by producing a bigger number of replacements. This being said, further investigation is needed to validate the use of this biotechnologies in the tropical region. Pregnancy Percentage (PP), Services per Cow (NSV), and Services per Conception (NSP) were analyzed. NSP and PP were calculated at first and second service. NSP, PP and NSV were calculated with the accumulative of first and second services. All this reproductive parameters were retrospectively analyzed on a three-year period from 3/15/2012 to 3/15/2015 on three dairy farms: Rodeo S.E., IAGSA Rodeo and IAGSA F8. For Accumulative NSP on heifers there are differences ($P \geq 0.05$) where IAGSA F8 had the lowest number of services with 2.66, followed by IAGSA Rodeo with 2.83 and Rodeo S.E. with 3.15. On NSV among cows there are no differences ($P \geq 0.05$) while evaluating the usage of sexed semen with 1.26 and conventional semen with 1.37. There are differences ($P \geq 0.05$) for NSP among cows while comparing sexed semen and conventional semen with 3.06 and 3.67 services, respectively. The beneficial effects of sexed semen as a reproductive management tool in the tropic is proven.

Keywords: Biotechnology, Bovines, Cattle, Dairy, Reproduction

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	4
4. CONCLUSIONES.....	7
5. RECOMENDACIONES.....	8
6. LITERATURA CITADA.....	9
7. ANEXOS	11

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Porcentaje de Preñez a Primer servicio (PPPS), Porcentaje de Preñez a Segundo Servicio (PPSS) y Porcentaje de Preñez Acumulado (PPA) en vaquillas para las tres fincas.....	4
2. Número de Servicios por Preñez al Primer Servicio (NSPPS) en vaquillas, Tasa de Fertilidad al Primer Servicio (TCPS), Número de Servicios por Preñez al Segundo Servicio (NSPSS), Tasa de Fertilidad al Segundo Servicio (TFSS), Número de Servicios por Preñez Acumulado (NSPA) y Tasa de Fertilidad Acumulada (TCA)	5
3. Número de Servicios por Vaca (NSV), Tasa de Fertilidad (TF), Número de Servicios por Preñez (NSP) en vacas y Tasa de Concepción (TC) en vacas utilizando semen sexado y semen convencional	5
4. Porcentaje de Preñez a Primer Servicio (PPPS), Porcentaje de Preñez a Segundo Servicio (PPSS) y Porcentaje de Preñez Acumulada (PPA) en vacas utilizando semen sexado y semen convencional	6
Anexos	Página
1. Tabla de frecuencia de nacimiento de reemplazos utilizando semen convencional con 100 animales en el hato, 30% de reemplazo y 90% de efectividad en el sexado el semen.....	11
2. Tabla de frecuencia de nacimiento de reemplazos utilizando semen sexado en vaquillas con 100 animales en el hato, 30% de reemplazo y 90% de efectividad en el sexado del semen.....	12
3. Tabla de Frecuencia de nacimiento de reemplazos utilizando semen sexado en vaquillas y vacas en los dos cuartiles superiores a la media en cuanto a parámetros reproductivos con 100 animales en el hato, 30% de reemplazo y 90% de efectividad en el sexado del semen.....	13

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la genética lechera avanza muy rápidamente, mejorando constantemente entre generaciones. Por esto, toda finca para ser exitosa necesita incrementar y mejorar su hato de manera constante. Por medio de nacimientos de reemplazos con características morfológicas y productivas óptimas, el productor se garantiza una base que le permite mantenerse competitivo en la industria. Es en este aspecto reproductivo donde la biotecnología juega un papel clave en la actualidad.

La biotecnología de la reproducción comprende técnicas como la inseminación artificial (IA), clonación, transferencia de embriones, entre otras, que permiten aumentar la eficiencia reproductiva de los animales. El semen sexado es uno de los productos más emblemáticos de la investigación del control y el dominio de las ciencias de la vida y la zootecnia porque logró incrementar con éxito el progreso genético de los hatos (rebaños, rodeos), destinados a la producción de leche, lana, pelo y carne, a través de las diferentes tecnologías aplicadas comercialmente desde el siglo XX (Palma 2001).

Por medio de la inseminación artificial, el semen del macho se colecta, se diluye, almacena y se introduce manualmente en el útero de la hembra buscando el momento óptimo para que haya una singamia exitosa. La IA es una de las herramientas más importantes y efectivas para la mejora genética en animales. Especialmente en ganado de leche donde ha permitido que toros de altísimo mérito genético estén disponibles en muchas fincas en diferentes lugares del mundo (Elizondo 2007). Esta técnica toma una gran relevancia para el ganado de leche al mezclarse con técnicas como el sexado de semen, que permite a los ganaderos conseguir más crías hembras para usar como reemplazos en sus hatos.

El procedimiento básico del sexado de semen es sencillo. Para lograrlo se realiza una separación de células utilizando la técnica de citometría de flujo. Esta técnica consiste en separar los espermatozoides que llevan cromosoma X de aquellos que llevan cromosoma Y. Esto gracias a que el cromosoma X contiene aproximadamente 3.8% más material genético que el cromosoma Y. Lo que permite separar los espermatozoides con una efectividad del 90% (Cran *et al.* 1993).

En cuanto a la relación de machos y hembras obtenidos con semen sexado, Tubman *et al.* (2004) reportan que en un experimento con crías producidas con semen sexado para el cromosoma X, el 87.8% fueron hembras, mientras que el 92.1% fueron machos cuando se sexó para el cromosoma Y, por su parte, cuando no se utilizó semen sexado el porcentaje de machos fue de 49.2% (Elizondo 2007).

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 (Elizondo 2007).

Aun cuando el uso de semen sexado reporta ventajas a la hora de obtener crías machos o hembras según la elección del ganadero, tiene algunas desventajas. Una de ellas es que el costo de una pajilla de semen sexado oscila entre \$30 y \$50 más que una pajilla de semen convencional. Esto hace que esta tecnología no se encuentre al alcance de los productores más pequeños (Elizondo 2007).

Otra de sus desventajas es que las pajillas de semen sexado regularmente contienen 10 veces menos espermatozoides (2×10^6 células/pajilla) en comparación con el semen convencional (20×10^6 células/pajilla) (Yumilbe 2014). Es por esto que la tasa de concepción se ve disminuida cuando se utiliza semen sexado tanto en vacas como en vaquillas. En un estudio realizado durante los años 2006 hasta el 2008 por Hubbard *et al.* (2009) se demuestra que la tasa de concepción promedio para vaquillas bajó del 56% con semen convencional al 39% con semen sexado; y en vacas la tasa de concepción baja del 30% al 25%, respectivamente. Pero tiene la ventaja de que se presentó una disminución en los partos difíciles del 28% en vaquillas y en un 64% en vacas. Y específicamente en vaquillas la frecuencia general de mortinatos se ve disminuida (Espinoza y Ortiz 2010).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la fincas IAGSA F8, IAGSA Rodeo y Rodeo SE. Rodeo SE ubicada en Linaca, El Paraíso con un rango de temperatura entre 23.4 a 29.1°C, una precipitación de 1400 mm y una altura de 820 msnm. IAGSA F8 e IAGSA Rodeo, ubicadas en el valle de Comayagua, con un rango de temperatura de 20 a 25 °C, una precipitación de 1200 a 1500 mm y una altura de 550 msnm.

El número de vaquillas utilizadas en el análisis fue de 223 para Rodeo SE, 257 para IAGSA F8 y 757 vaquillas para IAGSA Rodeo. Todas las vaquillas fueron inseminadas con semen sexado en el primer y segundo servicio. Además se analizaron 1557 vacas de IAGSA Rodeo, de las cuales 1411 fueron inseminadas con semen convencional y 146 con semen sexado. Las vacas inseminadas con semen sexado fueron aquellas que estaban en los cuartiles superiores a la media en cuanto a parámetros reproductivos. Todos los datos analizados pertenecen al periodo comprendido desde marzo del 2012 a marzo del 2015.

Se utilizó el Vampp Bovino[®] 3.0 para la obtención de los datos de los eventos reproductivos de las fincas. Para analizar los datos se utilizó el programa de análisis estadístico SAS[®] 2013. Se usó estadística descriptiva para presentar los datos, mientras que la comparación de los índices de desempeño reproductivo entre vacas y vaquillas inseminadas con semen convencional y las inseminadas con semen sexado se realizó un análisis de varianza donde cada evento reproductivo en cada vaca y vaquilla constituyó una unidad experimental. Se usó un programa de análisis estadístico (SAS[®] 2013) y el nivel de significancia exigido fue de $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de preñez en vaquillas. El bajo Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS) cuyo valor más alto lo tiene IAGSA F8 con un 49.4% (Cuadro 1) que no llega al 65-75% al que se apunta en una producción intensiva (Ávila 1984). Cabe destacar que el bajo PPPS de Rodeo SE puede deberse a que en la época en la que se llevó a cabo el estudio el primer celo de los reemplazos era inducido con prostaglandina lo que causa una baja fertilidad para dicho celo.

Cuadro 1. Porcentaje de Preñez a Primer servicio (PPPS), Porcentaje de Preñez a Segundo Servicio (PPSS) y Porcentaje de Preñez Acumulado (PPA) en Vaquillas para las tres fincas.

Localidad	PPPS (%)	PPSS (%)	PPA (%)
IAGSA F8	49.4 ^a	45.8 ^b	48.1 ^a
IAGSA Rodeo	43.3 ^a	41.0 ^b	42.5 ^a
Rodeo SE	31.8 ^b	65.9 ^a	34.2 ^b
Probabilidad (χ^2)	0.0004	0.0005	0.0005

^{a,b}: Los resultados con diferente letra en la misma columna muestran diferencias significativas.

χ^2 : Chi cuadrado.

Para el Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PPSS) únicamente Rodeo SE satisface la meta de llegar a un 60-70% de preñez (Ávila 1984). Esto debido a que el segundo servicio en esta finca se realiza sobre celos naturales lo cual puede conllevar a una fertilidad más alta. En el caso del Porcentaje de Preñez Acumulado (PPA) ninguna finca cumple con la meta de 60-70%. De igual manera el PPPS y PPSS más altos se muestran bajos al compararse con el 54.4% y 70.4% obtenidos, respectivamente por Rentería Briceño y Soto García (2013) al probar el uso de semen sexado en vaquillas.

Numero de servicios y tasas de concepción en vaquillas. Hubo diferencia para el NSPPS (Cuadro 2) siendo IAGSA F8 la finca con el índice más bajo, con 2.02 servicios por preñez. Además se deduce que para el Numero de Servicios por Preñez al Segundo Servicio (NSPSS) y Numero de Servicios por Preñez Acumulado (NSPA) el número de servicios requerido es muy alto, esto debido a las vaquillas con problemas de fertilidad.

Cuadro 2. Número de Servicios por Preñez al Primer Servicio (NSPPS) en vaquillas, Tasa de Fertilidad al Primer Servicio (TCPS), Número de Servicios por Preñez al Segundo Servicio (NSPSS), Tasa de Fertilidad al Segundo Servicio (TFSS), Número de Servicios por Preñez Acumulado (NSPA) y Tasa de Fertilidad Acumulada (TCA)

Localidad	NSPPS	TCPS (%)	NSPSS	TCSS (%)	NSPA	TCA (%)
IAGSA F8	2.02 ^b	49.4 ^b	3.90 ^a	25.7 ^a	2.66 ^c	37.6 ^c
IAGSA Rodeo	2.30 ^a	43.5 ^a	3.49 ^c	28.7 ^c	2.83 ^b	35.3 ^b
Rodeo SE	3.14 ^c	31.9 ^c	3.64 ^b	27.5 ^b	3.15 ^a	31.7 ^a
R ²	0.9999	0.9999	0.9927	0.9927	0.9963	0.9963
C.V. (%)	0.92	0.92	39.38	39.38	22.41	22.41

^{a-c}: Resultados con diferente letra en la misma columna muestran diferencias significativas.

C.V.: Coeficiente de Variación

Al compararse con los resultados de Rentería Briceño y Soto García (2013) quienes obtuvieron un NSPA de 1.69 se observa que los datos obtenidos en este estudio para las tres fincas analizadas resultan más alto de lo esperado. Para el TCA, el valor más alto es de 37.50%, valor que no se aproxima al 39% esperado para semen sexado en vaquillas (Tubman *et al.* 2004)

Numero de servicios y tasas de fertilidad en vacas. No hubo diferencias en el Número de Servicios por Vaca (NSV) (Cuadro 3) al utilizar semen sexado o semen convencional, obteniendo medias de 1.37 y 1.26, respectivamente. No hubo diferencias entre las tasas de fertilidad, siendo estas 73.53% usando semen convencional y 79.37% usando semen sexado. En el número de servicios por preñez (NSP) se encontraron diferencias con medias de 3.67 y 3.06 para semen convencional y semen sexado, respectivamente.

Cuadro 3. Número de Servicios por Vaca (NSV), Tasa de Fertilidad (TF), Número de Servicios por Preñez (NSP) en vacas y Tasa de Concepción (TC) en vacas utilizando semen sexado y semen convencional

Tipo de Semen	NSV	TF (%)	NSP*	TC (%)
Convencional	1.37 ^a	73.5 ^a	3.67 ^a	27.3 ^a
Sexado	1.26 ^a	79.4 ^a	3.06 ^b	32.9 ^b
Probabilidad	0.0889	0.0889	0.0001	0.0001
C.V. (%)	35.22	35.22	11.82	11.82

^{a-b}: Resultados con diferente letra en la misma columna muestran diferencias significativas.

CV: Coeficiente de Variación

El NSP encontrado difiere a los resultados obtenidos por Hernández Flores (2015), que obtuvo 1.8 servicios por concepción. Asimismo, hay diferencias ($P \leq 0.05$) en las tasas de concepción que corresponden a un 27.32% usando semen convencional y un 32.89% usando semen sexado. Esto se asemeja a lo establecido por Hafez y Hafez (2000) el cual dice que las tasas de concepción son de 25 a 45% con semen congelado. En cambio Hincapié (1994) asegura que como tasa general, esta debe de ser de un 55% aproximadamente.

Porcentaje de preñez en vacas. No hubo diferencias en el Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS), obteniendo un 30.97% usando semen convencional y un 34.25% usando semen sexado (Cuadro 4).

Cuadro 4. Porcentaje de Preñez a Primer Servicio (PPPS), Porcentaje de Preñez a Segundo Servicio (PPSS) y Porcentaje de Preñez Acumulada (PPA) en Vacas utilizando semen sexado y semen convencional

Tipo de Semen	PPPS (%)	PPSS (%)	PPA (%)
Convencional	30.97 ^a	26.40 ^a	29.11 ^a
Sexado	34.25 ^a	25.35 ^a	31.14 ^a
Probabilidad (χ^2)	0.4164	0.8469	0.4908

^a: Resultados con diferente letra en la misma columna muestran diferencia significativa.
 χ^2 : Chi cuadrado.

Los resultados antes mencionados difieren a los obtenidos en el estudio realizado por Hernández Flores (2015) en cual se obtuvieron porcentajes de preñez al primer servicio de 65 y 50% con semen convencional y sexado, respectivamente. Por otro lado se establece que el porcentaje de preñez a primer servicio mínimo debe de ser de un 52% (Sanchez 2010). En los Porcentajes de Preñez al Segundo Servicio (PPSS) tampoco se encontraron diferencias siendo un 26.40% usando semen convencional y un 25.35% con semen sexado. El Porcentaje de Preñez Acumulado (PPA) no presentó diferencias al obtener un 29.11% usando semen convencional y un 31.14% usando semen sexado, este último se encuentra fuera del rango de un 60 a 75% para preñez acumulada (Hincapié *et al.* 2005).

4. CONCLUSIONES

- El uso de semen sexado en vacas y vaquillas es una herramienta de manejo reproductivo válida en ganado lechero en el trópico, ya que no afecta las tasas de fertilidad.
- En las fincas analizadas, no se alcanzan los parámetros reproductivos ideales según la industria, esto puede deberse a diversos factores.

5. RECOMENDACIONES

- Repetir el estudio en un número mayor de fincas localizadas en el trópico con un mayor número de vacas.
- Realizar otro estudio homogenizando factores como dieta, manejo y ambiente que pueden influir en el desempeño reproductivo de un hato lechero.

6. LITERATURA CITADA

Ávila, S. 1984. Producción intensiva de ganado lechero. México D.F., México, Compañía Editorial Continental. p 224.

Cran, D.G., L.A. Johnson, N.G. Miller, D. Cochrane y C. Polge. 1993. Production of bovine calves following separation of X and Y chromosome bearing sperm and in vitro fertilization. *Veterinary Record* 132(2): 40-41.

Elizondo, J. 2007. El uso de semen sexado en ganado de leche. *ECAG Informa* 39: 21-22.

Espinoza, R. y I. Ortiz. 2010. El semen sexado y su efecto en la tasa de concepción, el sexo de la cría, las distocias y los mortinatos en la raza Holstein en los Estados Unidos. *Journal of Dairy Science* 93(8): 3880-3890.

Hafez E.S. E. y B. Hafez. 2000. Reproducción e inseminación artificial en animales. México D.F., México, Mc Graw Hill. p 174.

Hernández Flores, F.J. 2015. Parámetros reproductivos en vacas de alta fertilidad, usando semen sexado. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 12p.

Hincapié, J.J. 1994. Evaluación reproductiva de un hato lechero en el norte de Antioquia. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. p 74.

Hincapié, J.J., R. Britto y E. Campo. 2005. Reproducción animal aplicada: Fundamentos de Fisiología y Biotecnología 2da edición. Tegucigalpa. Editorial Litocom. p 200.

Hubbard, S.M., J.L. Hutchinson, R.H. Miller, H.D. Norman y J.R. Wright. 2009. Reproductive status of Holstein and Jersey cows in the United States. *Journal of Dairy Science* 92(7): 3517-3528.

Palma, G. 2001. Biotecnologías de la reproducción. Editado por Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina p 1.

Rentería Briceño, C. y S. Soto García. 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) Tesis Ing. Agrónomo. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 12 p.

Sánchez, A. 2010. Parámetros Reproductivos de Bovinos en Regiones Tropicales de México. Tesis para Médico Veterinario Zootecnista, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana, México. 44 p.

SAS. 2013 SAS User Guide. Statistical Analysis Institute Inc. Cary N. C.

Tubman, L.M., Z. Brink, T.K. Suh y G.E. Seidl. 2004. Characteristics of calves produced with sperm sexed by flow cytometry/cell sorting. *Journal of Animal Science* 82: 1029-1036.

Yumilbe, B. 2014 Resultados recientes sugieren esperar un poco para inseminar con semen sexado (en línea) Visitado el 6 de Mayo de 2015. Disponible en: http://web.altagenetics.com/espanol/DairyBasics/Details/10653_Resultados-recientes-sugieren-esperar-un-poco-para-inseminar-con-semen-sexado.html

7. ANEXOS

Anexo 1. Tabla de frecuencia de nacimiento de reemplazos utilizando semen convencional con 100 animales en el hato, 30% de reemplazo y 90% de efectividad en el sexado del semen.

	Número de Nacimientos	
	Hembras	Machos
Vaquillas:	15	15
Vacas Superiores:	17.5	17.5
Vacas Inferiores	17.5	17.5
	50	50
Excedente de Reemplazos:		20

Anexo 2. Tabla de frecuencia de nacimiento de reemplazos utilizando semen sexado en vaquillas con 100 animales en el hato, 30% de reemplazo y 90% de efectividad en el sexado del semen.

	Número de Nacimientos	
	Hembras	Machos
Vaquillas:	27	3
Vacas Superiores:	17.5	17.5
Vacas Inferiores	17.5	17.5
	62	38
Excedente de Reemplazos:		32

Anexo 3. Tabla de Frecuencia de nacimiento de reemplazos utilizando semen sexado en vaquillas y vacas en los dos cuartiles superiores a la media en cuanto a parámetros reproductivos con 100 animales en el hato, 30% de reemplazo y 90% de efectividad en el sexado del semen.

	Número de Nacimientos	
	Hembras	Machos
Vaquillas:	27	3
Vacas Superiores:	31.5	3.5
Vacas Inferiores	17.5	17.5
	76	24
Excedente de Reemplazos:		46