

# Actualidad Educativa

## LATINOAMERICANA

ISSN 1959-1887

Diciembre, Vol. 5, N° 2, 2014

Universidad Tecnológica  
**OTEIMA**

Experiencias con la  
Modalidad Virtual en  
la Educación Superior  
en Panamá

Foro de Educación,  
Investigación  
e Innovación

La Quinoa,  
Cereal de Alto  
Valor Nutritivo

Efectividad del uso  
de Semen Sexado  
en Novillas



# DETERMINACIÓN de la EFECTIVIDAD DEL USO DE SEMEN SEXADO

para programas de INSEMINACIÓN ARTIFICIAL en novillas de raza Holstein, Jersey y Pardo Suizo en la cuenca lechera de Chiriquí - Panamá

Joseph Grajales C.  
Ing. Agr. Zootecnista  
Universidad de Panamá  
Diplomado en Reproducción Bovina  
Univ. Tec. OTEIMA  
Actualización en Reproducción Bovina  
Curso a distancia.  
Univ. de la Plata, Argentina  
e-mail: joseph772009@hotmail.com

Efraín Quintero Ch.  
Méd. Vet. Univ. Austral de Chile  
Especialidad en Reproducción Bovina  
Univ. de Córdoba, Argentina  
e-mail: reneejr@gmail.com

## RESUMEN

El presente estudio fue desarrollado con el objetivo de determinar la efectividad del uso de semen sexado para programas de inseminación artificial en la cuenca lechera evaluando parámetros como la tasa de concepción, el número de servicios por concepción y la edad al primer servicio. Las inseminaciones fueron realizadas a celo observado bajo el sistema am-pm. El diagnóstico de preñez, se realizó mediante palpación rectal a los 45 días post inseminación. Se evaluaron animales de la raza Holstein (86%), Jersey (10%) y Pardo Suizo (6%). Los datos se obtuvieron del sistema de registros de las fincas evaluadas. De acuerdo a los datos obtenidos se inseminaron un total de 901 animales en su mayoría Holstein arrojándonos una tasa de concepción global de 45% (404/901) con rangos entre 33 y 50%. Con respecto al número de servicios por concepción el mismo se mantuvo en 1.25. La edad promedio de las novillas evaluadas fue de 20.6 meses con un rango entre 19 y 24 meses. Definitivamente esta tecnología ayuda en gran manera a los productores a aumentar el número de vacas en ordeño de forma rápida, lo que se traduce en un mayor volumen de leche que ayudará a disminuir el déficit de leche que afronta el país.

**PALABRAS CLAVE:** Semen sexado, Inseminación artificial, Novillas, Tasa de concepción, Edad al primer servicio, Servicios por concepción, Citómetro de flujo.

## ABSTRACT

The present study was developed in order to determine the effectiveness of using sexed semen for artificial insemination programs in the dairy area. Parameters such as, birth rate, the amount of service per conception, and the age at the first service were evaluated. Inseminations were conducted with zeal observed under the system am-pm. Pregnancy diagnosis was performed by rectal palpation 45 days after insemination. Animals' breeds evaluated were Holstein (86%), Jersey (10%), and Brown Swiss (6%). The information was obtained from the system of records of assessed farms. According to the data, a total of 901 cows were inseminated. Most of them were Holstein, throwing us overall conception rate of 45% (404/901) in ranges between 33% and 50%. The number of services per conception was maintained at 1.25. The average age of the evaluated heifers was 20.6 months with a range between 19 and 24 months. Definitely, this technology greatly helps producers to increase the number of milking cows quickly which means a greater volume of milk that will help the country to reduce the deficit of milk faced.

**KEY WORDS:** Sexed semen, Artificial insemination, Heifers, Conception rate, Age at the first service, services per conception, Flow Cytometer.

## Introducción

La población mundial ha crecido considerablemente en las últimas décadas, es por esto que nos hemos visto obligados a utilizar nuevas biotecnologías en los diferentes campos de la producción animal, en la cual estamos inmersos a diario desde la más sencilla como lo es el área de inseminación artificial hasta lo más complejo, siendo el caso de la clonación; hoy en día los ganaderos en la mayoría de los hatos tratan de obtener mayor número de crías hembras con mayor potencial genético que sus ancestros, para asegurar y así garantizar los

futuros reemplazos en explotaciones lecheras, por lo que se considera que la utilización del semen sexado nos puede ayudar a lograr estos objetivos que se trazan en todas las explotaciones.

En Panamá, actualmente se consumen 300 millones de litros de leche, sin embargo, el producto local sólo cubre un poco más de la mitad de esta cifra: 160 millones de litros. El resto del consumo se cubre con importaciones. Sin embargo, la Asociación Nacional de Ganaderos (ANAGAN), señala que los esfuerzos del último año van encaminados a cerrar esta brecha. El gremio

reveló que entre enero y abril del 2010 se produjeron en el campo 51 millones 725 mil 111 litros de leche, 11.7% o 5.4 millones de litros más que en el mismo periodo 2009 (Días, 2011).

Ante el déficit de leche en nuestro país, recientemente se introdujo la tecnología del semen sexado a nuestro país de forma comercial, sin embargo, todavía estamos algo lejos de que esta tecnología sea utilizada en forma rutinaria pues todavía el sistema se está adaptando.

### Objetivo General

- Determinar la efectividad del uso de semen sexado para programas de inseminación artificial en novillas en la cuenca lechera de Chiriquí - Panamá.

### Objetivos específicos

- Evaluar la tasa de concepción y el número de servicios por concepción en novillas sometidas a programas de Inseminación Artificial utilizando semen sexado en la cuenca lechera de Panamá.
- Evaluar la edad al primer servicio y la edad al primer parto proyectada en los animales estudiados.
- Proporcionar una información actualizada del uso de semen sexado en inseminación artificial en nuestro país.

### Justificación

En la actualidad, contamos con una gran cantidad de biotecnologías de la reproducción, las cuales nos permiten incrementar el progreso genético de los hatos tanto nacionales como internacionales. Dentro de estas herramientas biotecnológicas figura la utilización del semen sexado en inseminación artificial en bovinos de leche; siendo esta de reciente uso en Panamá, pero con grandes expectativas debido al déficit de leche que padece nuestro

país, pues esta técnica nos permite obtener mayor número de crías hembras a partir de animales de alto mérito genético en un menor tiempo, las cuales garantizaran el futuro de los reemplazos en las lecherías.

En el sector lechero, se ha acostumbrado a la inseminación artificial y gracias al impulso de los altos precios del ganado de reposición, esta tecnología está siendo rápidamente adoptada por un número creciente de productores, posibilitando la atractiva producción de más hembras de reemplazo de alto potencial genético. A ello se suma otra de las ventajas comúnmente mencionadas en torno a la técnica, una de ellas es la programación de los reemplazos, mediante el uso de semen sexado en las novillas de mayor potencial genético, además permitiría la utilización de semen de razas de carne en las vacas lecheras inferiores, sin comprometer la reposición del hato.

### Estado del Arte

La citometría de flujo ha demostrado ser la técnica más eficaz en cuanto a la separación de semen. En el caso de los bovinos, los espermatozoides X que producen crías hembras contienen en promedio 3,8% más ADN que los espermatozoides Y que producen machos. La calidad y concentración espermática de los eyaculados son quizás los factores más importantes para obtener una buena

separación de las dos poblaciones espermáticas. Así lo demuestran resultados que indican una alta correlación entre la motilidad espermática, la concentración y la separación de las poblaciones en un citómetro de flujo de alta velocidad. Por ende, la separación de espermatozoides X e Y se lleva a cabo normalmente en eyaculados con más del 50% de espermatozoides con motilidad progresiva y 75% de espermatozoides normales (Medina y col., 2002; Schenk y col., 1999).

Se ha comprobado que el semen sexado aumenta la cantidad de hembras, y como consecuencia reduce la incidencia de partos distócicos. Sin embargo, es importante señalar que por tema de que el costo es más alto en comparación al semen convencional y la reducción en la tasa de concepción (TC), el semen sexado se recomienda fundamentalmente utilizarlo en novillas, ya que las mismas presentan mayor fertilidad que las vacas en producción, tal como lo demuestra la explicación fisiológica en el cuadro 1. Es importante señalar que hay investigaciones recientes en donde se han enfocado en el uso de este tipo de semen en vacas lecheras lactantes. En uno de los primeros informes, los investigadores de Finlandia publicaron una tasa promedio de concepción del 21% con semen sexado después del primer servicio en vacas Holstein (Andersson y col., 2006).

Cuadro 1. Diferencias entre la fertilidad de vacas lactantes y novillas

Parámetros	Vacas lactantes	Novillas
Duración del celo (h)	8.7	13.8
Ovulaciones dobles (%)	20	1
Mellizos (%)	8	1
Tasa de preñez / IA (%)	35	70
Pérdida de preñez (%)	20	5
Anovulaciones (%)	20	1
Folículo ovulatorio (mm)	18.5	14.9
Pico de E <sub>2</sub> (pg/ml)	7.9	11.3
Volumen del CL (mm <sup>3</sup> )	11120	7303
Pico de P <sub>4</sub> (ng/ml)	5.6	7.3

Fuente: Willbank, 2006

El sexado del semen es una tecnología de creciente utilización y máximo interés en los programas de inseminación artificial (IA) del ganado productor de leche en nuestro país. Sus efectos sobre la tasa de parición de hembras modifican positivamente los porcentajes de reposición y los costos de crianza de machos.

Actualmente existen nuevas oportunidades de mejorar la fertilidad con intervalos más cortos entre la Inseminación Artificial (IA) y la ovulación empleando semen sexado. Estudios señalan que los espermatozoides sexados tienen un periodo de vida más corto en el tracto uterino de la vaca y debido a que el procedimiento de selección parece inducir la capacitación espermática (Arruda y col., 2012), algunos científicos han intentado realizar IA con espermatozoides sexados un poco más cerca del momento de ovulación buscando la manera de mejorar las tasas de fertilización y/o los resultados de concepción (Sales y col., 2011a; Soares y col., 2011; Arruda y col., 2012). De hecho, Sales y col. (2011) reportaron mejoras en los resultados de concepción cuando la IA con semen sexado se realizó más cerca del momento de

ovulación en novillas lecheras que habían sido sometidas a una sincronización. En el mismo estudio, Sales y col., (2011) observaron que el momento de la IA no parecía alterar los resultados de concepción en las novillas inseminadas con espermatozoides convencionales no sexados. Sin embargo, estos investigadores reportaron en el mismo estudio que las vacas inseminadas con semen sexado en intervalos mayores de 12h a 24h entre la IA y la ovulación tuvieron una reducción drástica en la concepción, en comparación con las vacas inseminadas entre 0h y 12h, o incluso, a las 12h de haberse dado la ovulación. Esto enmarca el gran impacto que el tiempo entre la IA y la ovulación puede tener cuando se utiliza semen sexado en programas de inseminación.

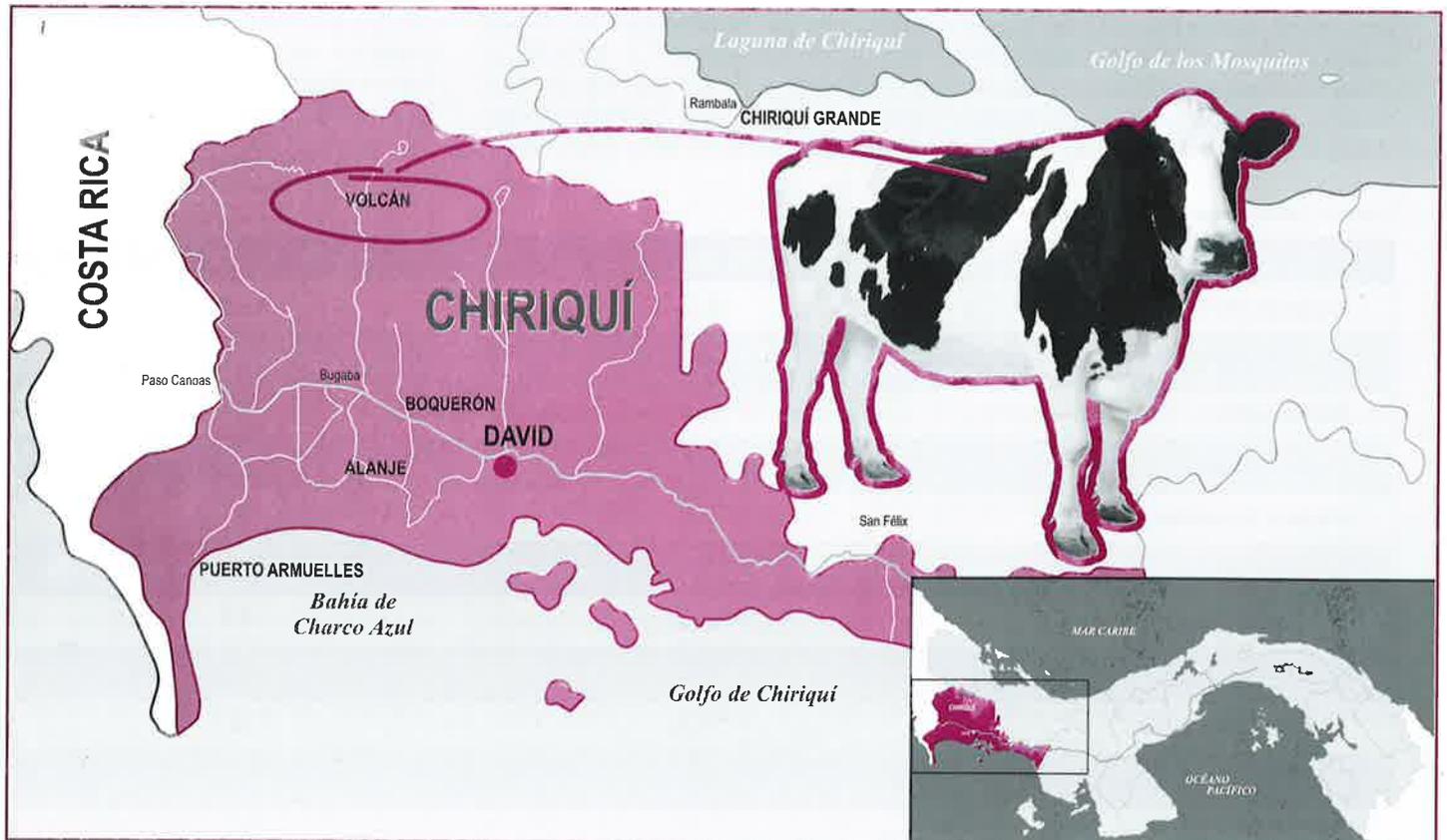
**Metodología**

El estudio se realizó entre septiembre del 2011 y octubre del 2014, el desarrollo del experimento se realizó en seis lecherías de las cuales cinco de ellas se encuentran ubicadas en la Región de tierras Altas de Volcán y una de ellas en San Pablo, Provincia

de Chiriquí. Dicha provincia se localiza al Oeste del istmo de Panamá, frontera con Costa Rica. Esta zona, se caracteriza por tener un clima templado y lluvioso, con temperaturas que pueden oscilar entre 13 - 23° C, altitud promedio de 1000 msnm (500 - 1200 msnm), humedad relativa anual de 80.3% y pluviosidad de 400 mm anual (56 - 1600 mm). La época de lluvias se extiende desde mayo hasta noviembre, siendo los meses de septiembre y octubre los de mayor pluviosidad.

Para esto se utilizaron distintos software donde se almacenaban los registros (VAMMP, DairyLive) con ayuda de hojas de Excel para analizar los datos. El semen que se utilizó provenía de diversas casas comerciales (ABS, CRI, Sexing Technologies, Semex y Select Sires).

Las inseminaciones fueron realizadas a celo observado bajo el sistema am - pm. El diagnóstico de preñez, se realizó mediante palpación rectal a los 45 días post IA. Se evaluaron animales de la raza Holstein (N 781), Jersey (N 90) y Pardo Suizo (N 30), con un total de 901 animales en el estudio.



**Resultados y Discusión**

La primera parte de nuestro estudio consistió en evaluar parámetros como la tasa de concepción (TC) y el número de servicios por concepción (#SPC) obtenidos en cada establecimiento lechero, tal como se puede observar en el Gráfico 1.

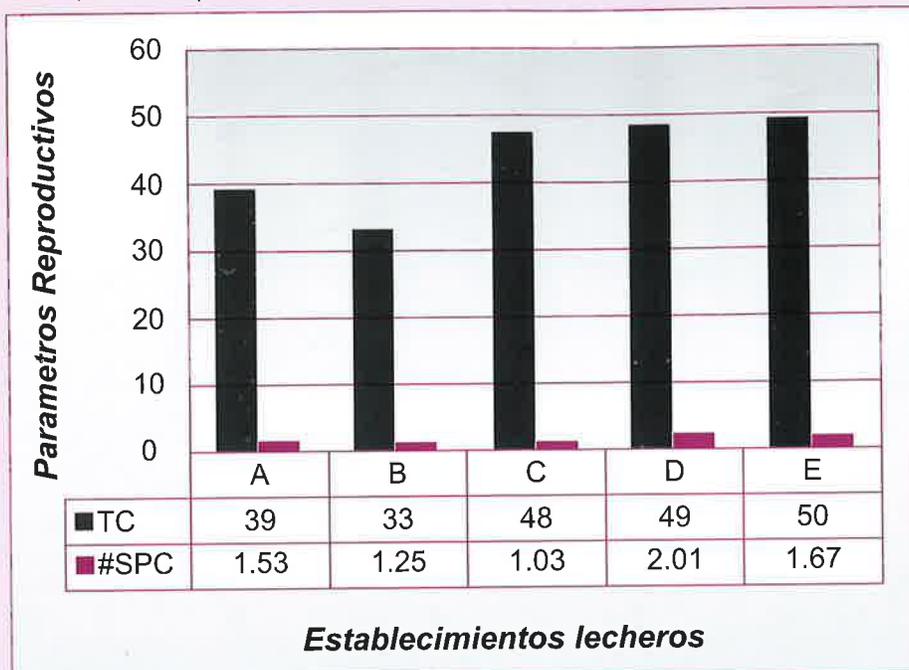


Gráfico 1.  
Comportamiento de los parámetros reproductivos en novillas Holstein, Jersey y Pardo Suizo en el trópico húmedo.

En este gráfico se hace referencia que la TC (%) promedio de los cinco establecimientos lecheros estudiados fue de 44%, con un valor mínimo de 33% y un valor máximo de 50%; coincidiendo con datos reportados por (Medina y col., 2002; Schenk y col 2008). El #SPC promedio resulto ser 1.50, con variaciones que van desde 1.03 a 2.01, señalando que el #SPC está dado por el número de servicios que se necesitan para preñar una hembra. Este puede variar de uno a tres servicios por concepción según el criterio del productor.

Cabe señalar que en un hato con buen manejo en donde se utiliza la inseminación artificial el promedio de servicio por concepción debe ser de 1.5 SPC si el manejo reproductivo y nutricional son óptimos (Holy, 2008). Cabe destacar que debido a razones económicas los productores en los diferentes establecimientos sólo se limitan a dar los dos primeros servicios con semen sexado, en caso de que el animal repita, entonces los sirven con semen convencional.

Se realizaron 224 servicios a novillas Holstein, reportando 31.5, 24 y 25% de preñez para el primer, segundo y tercer servicio, respectivamente. Estos resultados son bajos en comparación a los expuestos por investigadores que reportaron que utilizando programas de inseminación a celo detectado demostraron porcentajes de preñez promedio que oscilan entre 30 y 55% en vaquillonas (Brogliatti y col., 2002; Cattaneo y col., 2005; Medina y col., 2001; Medina y col., 2002; Schenk y col., 2008). Sin embargo, hay una explicación de la baja fertilidad de semen sexado entre las cuales se mencionan la baja dosis de espermatozoides usada (DeJarnette y col., 2011), el daño espermático causado por el procedimiento de separación (Rath y col., 2009) y el tiempo transcurrido desde el proceso de sexado hasta la inseminación y el estado reproductivo del animal (DeJarnette y col., 2011).

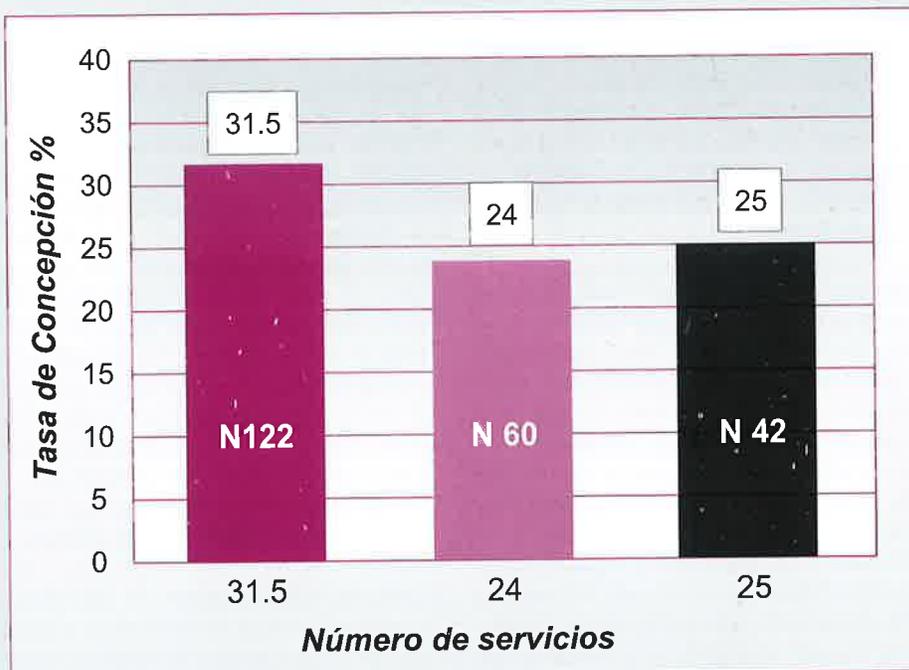
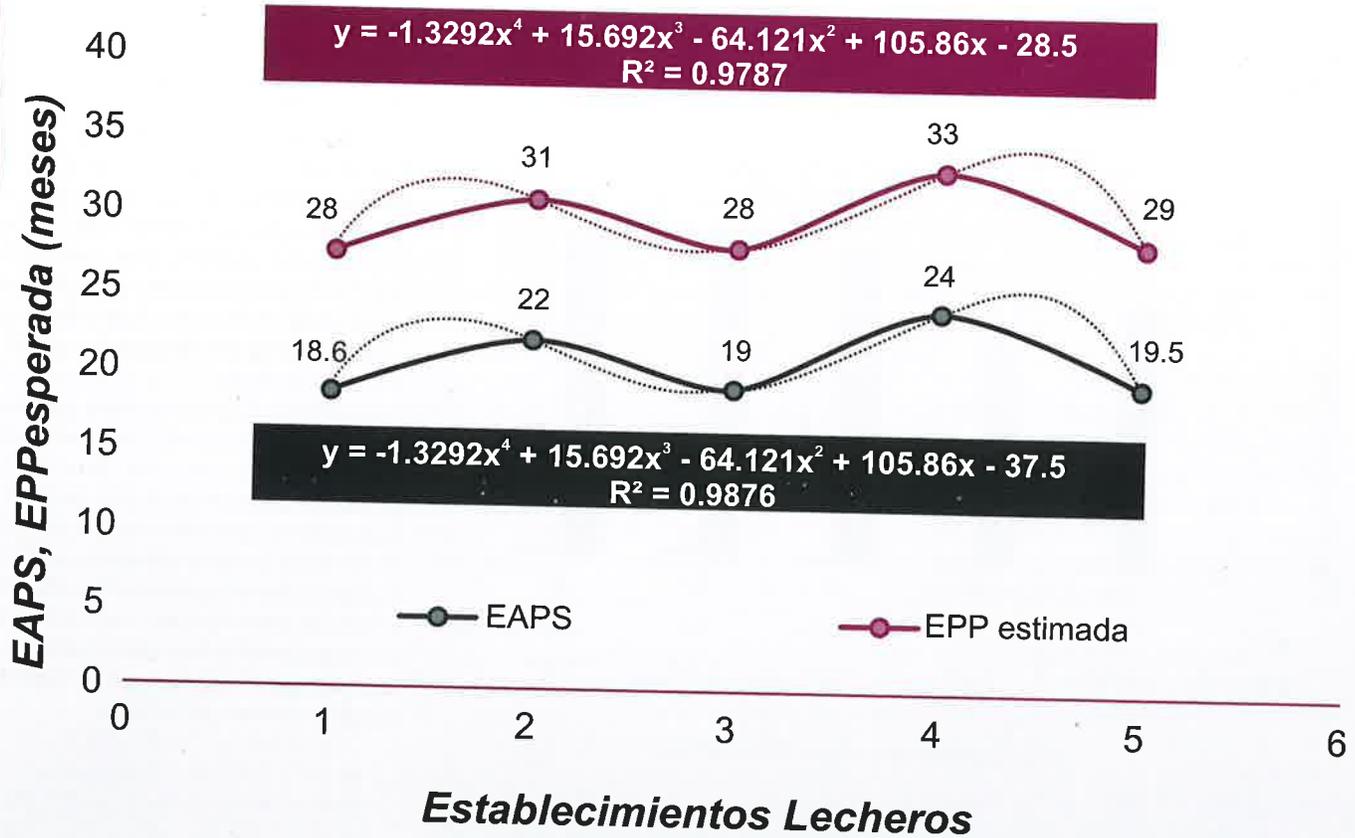


Gráfico 2.  
Efecto del número de servicios sobre la tasa de concepción en novillas Holstein.



EAPS = Edad al primer servicio EPP estimada = Edad al primer parto estimada

Gráfico 3. Tendencia de la edad al primer servicio sobre la edad al primer parto estimada en novillas en el clima tropical húmedo.

La edad al primer parto en ganado lechero se ha sugerido por razones zootécnicas en 24 a 26 meses con un rango posible entre los 22 y 28 meses (Nebel, 2006). Sin embargo, estas cifras son una meta que en la mayoría de los casos no se alcanza en los sistemas de producción bovina tipo leche en el trópico (Araúz, 2010).

Aunque lo ideal en toda explotación es establecer un objetivo para inseminar a las novillas a los 15 meses, entonces la media debería aproximarse razonablemente a dicho objetivo, es decir que su edad al primer parto debería ser a los 24 meses. Sin embargo, en los establecimientos evaluados en el estudio la edad promedio al primer servicio fue de 20.6 meses con rangos entre 18.6 y 24 meses. Con respecto a la edad al primer parto estimada se reportó 30 meses promedio con rango que van desde los 28 y 33 meses; resultado muy similar a los reportados en estudios realizados por (Matamoras y col., 2014), en 25

establecimientos lecheros grado A, donde indicaron que la edad al primer parto promedio alcanzada fue de 34 meses, muy por encima de lo ideal en nuestros sistemas, que en este caso desearíamos que las novillas alcanzaran una edad promedio al primer parto muy cerca a los 26 meses; pues a medida que nos alejamos de lo ideal tendremos pérdidas económicas que se generan por atraso reproductivo. Es importante señalar que nuestros datos también son similares a los indicados por Batista y col. (2011) donde reportó una edad al primer parto para animales Holstein de 33.12 meses y para animales Pardo Suizo de 35.52 meses; datos que corresponden a fincas lecheras especializadas que están ubicadas en la cuenca lechera de Chiriquí.

Estos hallazgos sugieren sin dudas que existen deficiencias en alimentación, salud, reproducción, manejo y control de la crianza de las hembras dedicadas al reemplazo en estas fincas. Sin embargo, autores como

Araúz (2008) ha indicado que la edad al primer parto en Panamá alcanza cifras que van desde los 40 hasta los 55 meses en los sistemas de producción lechera Grado A, B y C. Esta es una variable influenciada por factores de nutrición y alimentación (Miller, 1986), micro ambientales (Collier y col., 1984) y de manejo reproductivo (Araúz, 2010).

De nada sirve que optimicemos la edad al primer servicio si la salud, el crecimiento y el desarrollo de las novillas no son los apropiados, pues estaremos incurriendo en los siguientes riesgos: Incidencia excesiva de partos distócicos, mortalidad al parto y problemas posparto, menor capacidad productiva de la recria por escaso desarrollo, mayor competencia desfavorable de las novillas primerizas más pequeñas con las vacas pluríparas, e incluso con otras primíparas con más días en leche o de mayor tamaño.

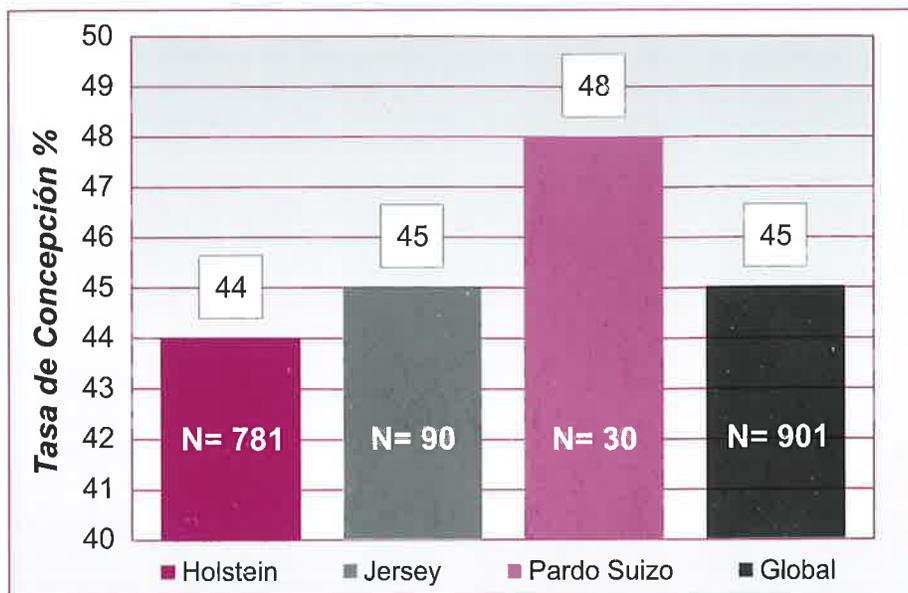


Gráfico 4. Valoración de la fertilidad entre razas estudiadas

Evaluando la fertilidad entre las razas estudiadas Holstein, Jersey y Pardo Suizo obtuvimos tasas de concepción de 44%, 45%

y 48%, respectivamente. La tasa de concepción global del estudio fue de 45%, resultado que es muy bueno en comparación

con estudios realizados por diversos autores. Por ejemplo, Bochersen y Peacock (2009) evaluaron (n=554) animales Holstein obteniendo así una TC de 49,3% muy similar a la reportada en nuestro estudio. Los mismos autores Bochersen y Peacock (2009) en un estudio en animales de la raza Jersey (n= 504), reportaron una TC de 46,6% muy similar con la nuestra, haciendo diferencia que el tamaño de la muestra nuestra fue mucho menor. Es importante señalar que el 86% de los animales estudiados eran Holstein, seguidamente de un 10% Jersey y en menor proporción, Pardo Suizo (4%).

La rentabilidad de utilizar semen sexado en programas de inseminación, especialmente en novillas, depende tal como lo expresa Cabrera (2009), en gran medida, de los resultados de concepción conseguidos ya sea con semen sexado o convencional.

Cuadro 2. Tasa de concepción obtenida con semen sexado en Estados Unidos, América Latina, Medio Oriente y Panamá (26 lecherías - 98,586 inseminaciones)

Factores Reproductivos	Semen Sexado	Diag. Gestación	Autores
Tasa de concepción	53,5 % (n=211)	30 días	Seidel y Schenk (2008)
	45% (n= 41.398)	30 días	De Vries (2010)
	45% (n= 28.980)	30 -50 días	DeJarnette y col (2009)
	38% (n= 2.319)	30-50 días	DeJarnette y col (2011)
	49,3% (n=554) Holstein	35-40 días	Bochersen y Peacock (2009)
	46,6% (n= 504) Jersey	35-40 días	Bochersen y Peacock (2009)
	45% (n=901)	35-45 días	Grajales y Quintero (2015)
	$\mu = 46\%$		

Fuente: Grajales y Quintero, 2015.

En el cuadro 2, se describen algunos estudios sobre la efectividad de la utilización de semen sexado para programas de inseminación artificial en algunos países desde hace una década; y estudios recientes como el nuestro realizado en Panamá, donde reportamos una tasa de concepción global de 45%, muy similar a lo expuesto en estudios realizados alrededor del mundo; tal es el caso de (De Vries, 2010; DeJamette y col., 2009; Bochersen y Peacock, 2009) reportando

tasas de concepción de 45%, 45% y 46% respectivamente. Sin embargo, autores como Seidel y Schenk (2008) reportaron en estudios realizados, tasas de concepción superiores en donde obtuvieron un 53.3%; de igual manera en estudios anteriores realizados utilizando también programas de inseminación a celo detectado se demostraron porcentajes de preñez promedio que oscilan entre 50 y 55% en novillas (Brogliatti y col., 2002; Cattaneo y

col., 2005; Medina y col., 2001; Medina y col., 2002; Schenk y col., 2008).

Por otro lado, el uso de semen sexado en combinación con programas de sincronización para la IA programada se han utilizado en algunos países, como Argentina y Brasil, desde hace aproximadamente una década; y más recientemente estudios posteriores en el tema se han desarrollado en EE.UU. y Europa, todo indica que realizar la

IA más cerca del momento de ovulación parece ser más crítico para el semen sexado que para el semen convencional (Sales y col., 2012), y los resultados de concepción tanto de vacas de carne como de vacas lecheras mejoran notablemente empleando la IA con semen sexado sólo en vacas o novillas que muestran celo después de ovulaciones inducidas hormonalmente (Mallory y col. 2012; SáFilho Sales y col., 2012). Tal es el caso, Mallory y col. (2013), donde utilizaron

un programa de sincronización diseñado para la IA programada en novillas. En el estudio se reportaron resultados de concepción mucho mejores empleando la IA con semen sexado en las novillas que mostraron celo (46%) en comparación con las novillas que no mostraron celo (26%). Por lo tanto, un enfoque práctico que se podría implementar en las explotaciones lecheras es el de utilizar un programa de sincronización programada para la IA y la consecuente inseminación

selectiva con semen sexado sólo para las vacas/novillas que muestren signos claros de celo cerca del momento previo a la IA. Los animales que no muestren celo o signos menos pronunciados de celo después de los programas de sincronización podrían inseminarse con semen convencional que es menos costoso, como lo reportan los recientes descubrimientos (Mallory y col. 2012; SáFilho Sales y col., 2012).

**El efecto de obtener crías hembras sobre la producción de leche de su madre a través de las lactancias.**



Recientemente en un estudio realizado por (Hinde col., 2014) donde analizaron 2,390,000 registros de lactancias que cubren a 1,490,000 vacas y encontraron un patrón claro; que el sexo de la primer cría es particularmente importante y puede influenciar en la producción de leche que será generada en futuras lactaciones, de hecho, el estudio encontró que las vacas que parendos hembras consecutivas de manera exitosa producen más de 1,000 lbs de leche en esas primeras dos lactancias. Está claro que el semen sexado vale la inversión.

**Conclusiones**

El análisis de la base de datos de las explotaciones que utilizan semen sexado para programas de inseminación artificial en la cuenca lechera de Chiriquí permitió determinar la naturaleza y la consistencia de los parámetros descriptores del desempeño reproductivo. A continuación las principales conclusiones:

- El desempeño reproductivo en base la tasa de concepción y a los servicios por concepción tuvieron un comportamiento heterogéneo en las diferentes fincas. La tasa de concepción en novillas, utilizando semen sexado en la cuenca lechera de Chiriquí- Panamá fue de 45 %, este es un resultado aceptable que coincide con muchos autores al nivel mundial.
- El número de servicios promedio se mantuvo en 1.5, es importante señalar que con esta herramienta biotecnológica los productores solo se arriesgan dar máximo dos servicios a sus novillas y luego en tal caso de no quedar gestante utilizan semen convencional.

- La edad promedio al primer servicio fue de 20.6 meses, en consecuencia estimamos la edad al primer parto que fue en promedio de 30 meses repercutiendo lógicamente en pérdidas económicas por el atraso reproductivo.
- Al culminar esta investigación proporcionamos información actualizada del uso de semen sexado para programas de inseminación artificial en nuestro país para que sea dada a conocer a los productores y a la comunidad científica

**Recomendaciones**

- Recomendamos utilizar semen sexado sólo en novillas y/o vacas con una excelente estatus de fertilidad; de utilizarse en novillas éstas deben tener un 60% o más de su propio peso corporal adulto, estar en plano de aumento de peso y lo más importante es que deben estar ciclando.

- Sólo úselo en animales a celo detectado sea natural o inducido mediante prostaglandinas para así lograr resultados satisfactorios.
- Evitar utilizar semen sexado en vacas multiparas con problemas ya sea, vacas con mastitis, retención de placentas, enfermedades uterinas o con mala salud.
- Seleccione animales de alto mérito genético para ser inseminado con semen sexado y así poder incrementar el progreso genético, no olvidar seleccionar toros con buena facilidad de parto.
- Llevar los registros de cada animal inseminado para conocer el estado del mismo y verificar si en realidad al aplicar esta herramienta reproductiva se logran obtener los resultados esperados.

## Referencias Bibliográficas

Andersson, M., Taponen, J., Kommeri, M. y Dahlbom, M. (2006). Pregnancy rates in lactating HolsteinFriesian cows after artificial insemination with sexed sperm. *Reprod. Dom. Anim.* 41: 95-97.

Araúz, E., Fuentes, A. y Méndez, N. (2010). Daytime alteration of body heat load and relationship between rectal and milk temperatures in crossbred (6/8 *Bos taurus* x 2/8 *Bos indicus*), Brown Swiss and Holstein lactating cows under heat stress during summer time in the humid tropical climate Recuperado de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111110/111002.pdf>

Araúz, E. (2008). Evaluación funcional y selección de las vacas y progenies según los registros de la finca lechera para incrementar la productividad. Conferencia dictada en el XIII Congreso Internacional de Producción Lechera, Arogalpa, Hotel Bambito, Volcán, Chiriquí, Panamá.

Arruda, R., Celeghini, E., Alonso, M., Carvalho, H., Lemes, K., Silva, D., Rodriguez, S. y Affonso, F. (2012). Aspects related to the technique and the utilization of sexed semen *in vivo* and *in vitro*. *Anim. Reprod.* 9, 345-353.

Borchersen, S. y Peacock, M. (2009). Danish A.I. field data with sexed semen. *Theriogenology* 71: 59-63.

Brogliatti, G., Cerrate, H., Caballero, J., Cataneo, L., Cantarelli, A., Feula, P., Dalla Lasta, M., Ferre, L., Panarace, M. y Medina, M. (2002). Pregnancy rates and first born calves by artificial insemination using sexed semen in Argentina. *Theriogenology* 2002 (57):369. Proceedings of the Annual Conference of the International Embryo Transfer Society (IETS) Foz Do Iguazu, Parana, Brazil. 12-15 January 2002.

Cabrera, V.E. (2009). When to use sexed semen on heifers. Proceedings of the Dairy Cattle Reproduction Council Conference, Minneapolis: MN Boise, ID.

Cabrera, V.E. (2010). Valor del Semen Sexado para la Industria Lechera. Universidad de Wisconsin-Madison: CRI International Horizons.

Cattaneo, L., Galassi, A., Franco, R., Duarte, A., Mello, K., Jáuregui, G., Lagioia, J.J. Y Basualdo, M. (2005). First report of the use of sexed semen by flow cytometry in *Bos Indicus*. *Reproduction, Fertility and Development* 2005, (17), 303. Proceedings of the Annual Conference

of The International Embryo Transfer Society (IETS). Copenhagen, Denmark.

Collier, R. J. y Beede, D.K. (1984). Heat Stress Influences on Dairy animal Health and Production. Dairy Science Department. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, Florida, USA.

DeJarnette J.M., Nebel, R.L. y Marshall, C.E. (2009). Evaluating the success of sex-Sorted semen in US dairy herds from on farm records. *Theriogenology* 71, 49-58.

DeJarnette J.M., Leach, M.A., Nebel, R.I., Marshall, C.E., MacCleary, C.R. y Moreno, J.F. (2011). Effects of sex-sorting and sperm dosage on conception rates of Holsteins heifers: is comparable fertility of sexed sorted and conventional semen plausible?. *J Dairy Sci* 94, 3477-3483.

De Vries A. (2010). The economics of using sexed semen. *Adv in dairy technology* 22, 357-370.

Días E. (2011). Panamá. En: *El Siglo*, Panamá. Agosto, 4, 2011.

Mallory, D., Lock, S., Woods, D., Pooch, S. y Patterson, D. (2012). Comparison of sex-sorted and conventional semen within a fixedtime artificial insemination protocol designed for dairy heifers. *J Dairy Science*, 96(2): 854-856.

Matamoros, I. (2008). Alimentación y Manejo de la vaca Lechera para maximizar productividad por unidad de área en Panamá. Conferencia dictada, Proyecto de asistencia técnica para lecheros proveedores de Estrella Azul, Hotel Bambito, Volcán, Chiriquí, Panamá.

Medina, M.; Cerrate, H. y Caballero, J. (2001). Utilización de GnRH en la Inseminación Artificial con semen sexado en vaquillonas Curso de Post-Grado, Instituto de Reproducción Animal de Córdoba (IRAC), provincia de Córdoba, Argentina.

Medina, M., Cattaneo, L., Caballero, J., Panarace, M., Ferré, L. y Dalla Lasta, M. (2002). Semen bovino sexado y congelado en Argentina: Resultados de su utilización en programas de inseminación artificial, transferencia de embriones y fertilización *in vitro*. *Revista Taurus*, 4 (13).

Miller, J. W. (1986). Nutrición y alimentación del ganado lechero. España: Editorial Acribia.

Nebel, R. (2006). Anatomía y fisiología reproductiva de la vaca. Select Sires, USA.

Rath, D., Moench-Tegeder, G., Taylor, U. y Johnson, L.A. (2009). Improved quality of sex-sorted sperm: A prerequisite for wider commercial application. *Theriogenology* 71, 22-29.

Sá Filho, M., Giroto, R., Abe, E., Penteado, L., Campos Filho, E., Moreno, J., Sala, R., Nichi, M. y Baruselli, P. (2012). Optimizing the use of sex-sorted sperm in timed artificial insemination programs for suckled beef cows. *Journal of Animal Science* 90, 1816-1823.

Sales, J., Neves, K., Souza, A., Crepaldi, G., Sala, R., Fosado, M., de Faria, M. y Baruselli, P. (2011a). Timing of insemination and fertility in dairy and beef cattle receiving timed artificial insemination using sex-sorted sperm. *Theriogenology* 76, 427-435.

Schenk, J.L., Suh, T.K., Cran, D.G. y Seidel, G.E. (1999). Cryopreservation of flowsorted bovine spermatozoa. *Theriogenology* 52: 1375-1391.

Schenk, J. L y Seidel, G. E. (2008). Timed insemination of heifers with sexed semen. *Reproduction, fertility and development* 2008; 214. Proceedings of the Annual Conference of The International Embryo Transfer Society (IETS). Denver, USA.

Seidel, G.E., Jr. y Schenk, J.L. (2008). Pregnancy rates in cattle with cryopreserved sexed sperm: Effects of sperm numbers per inseminate and site of sperm deposition. *Anim. Repro. Sci.* 105:12-138.

Soares, J., Martins, C., Carvalho, N., Nicacio, A., Abreu-Silva, A., Campos Filho, E.P., Torres Júnior, J., Sá Filho, M. y Baruselli, P. (2011). Timing of insemination using sex-sorted sperm in embryo production with *Bos indicus* and *Bos taurus* superovulated donors. *Animal Reproduction Science* 127, 148-153.

Wiltbank, M., López, H., Sartori, R., Sangsrítavong, S y Gümen, A. (2006). Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology* 2006, 65(1):17-29.

## Agradecimientos

Agradecimiento a la empresa Sexing Technologies y a los establecimientos lecheros que participaron en el estudio:

- Finca Ojo de agua
- Lechería Barriles
- Hacienda Los Ángeles
- Finca la Rinconada
- Lechería Palo Santo