



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**EFEECTO COMPARATIVO DE DOS PREPARACIONES  
COMERCIALES DE SOMATOTROFINA BOVINA SOBRE LA  
PRODUCCIÓN DE VACAS LECHERAS**

**María de los Ángeles Barrios Penna**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Fomento de  
Producción Animal

PROFESOR GUÍA: MARIO LUCIANO DUCHENS ARANCIBIA  
Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Universidad de Chile

SANTIAGO, CHILE  
2015



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS  
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

**EFEECTO COMPARATIVO DE DOS PREPARACIONES  
COMERCIALES DE SOMATOTROFINA BOVINA SOBRE LA  
PRODUCCIÓN DE VACAS LECHERAS**

**María de los Ángeles Barrios Penna**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Fomento de  
Producción Animal

Nota Final: .....

Firma:

Profesor Guía: Mario L. Duchens Arancibia .....

Profesor Consejero: María S. Morales Silva .....

Profesor Consejero: Oscar A. Peralta Troncoso .....

SANTIAGO, CHILE  
2015

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia completa. Las seis piezas del rompecabezas que forjaron mi perseverancia y dedicación a lo que yo más amo, mi carrera. Agradezco haber sido criada en el campo y que cada integrante de mi familia me haya enseñado a amar y respetar mis orígenes.

A mi profesor y guía, el doctor Mario Duchens. Gracias por sus enseñanzas, dirección y apoyo, incluso antes de empezar este proyecto. Doy gracias por el equipo formado, sin duda se conformó una gran dupla.

A los doctores Pedro Melendez y Karol Krasniansky, por su apoyo técnico en este proyecto, sin su colaboración no hubiese podido pasar los obstáculos que se presentaron durante el trabajo.

A mi compañero de vida Roberto Cortés, gracias por estar presente en los momentos que más necesité, los cuales no fueron nada de fácil. Fuiste y serás uno de los pilares fundamentales de mi vida.

Finalmente, agradezco a mis amigos por el apoyo incondicional. Gracias por la compañía y el ánimo dado en esas interminables horas en biblioteca.

Gracias por creer en mis habilidades y aptitudes, si bien la confianza comienza por uno mismo, pero gracias a ustedes comencé a creer en ellas.

## ÍNDICE DE CAPITULOS

RESUMEN EJECUTIVO.....	i
ABSTRACT.....	iii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1 Estudios preliminares e historia sobre la somatotrofina bovina (bST).....	2
2.2 Somatotrofina bovina.....	2
2.3 Resultados de bSTr en vacas lecheras.....	3
2.4 Comercialización mundial y nacional.....	5
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	7
3.1 Hipótesis.....	7
3.2 Objetivo General.....	7
3.3 Objetivos Específicos.....	7
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
4.1 Antecedentes del predio y población en estudio.....	8
4.2 Recolección y análisis de la información.....	8
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
5.1 Producción de leche.....	11
5.2 Fertilidad.....	14
5.2.1 Días a la preñez.....	14
5.2.2 Tasa de concepción al primer servicio.....	15
5.3 Incidencia de mastitis.....	17
5.4 Recuento de células somáticas.....	21
5.5 Eliminación.....	25
5.6 Discusión general.....	26
6. CONCLUSIONES.....	28
7. BIBLIOGRAFÍA.....	29

## RESUMEN EJECUTIVO

Con el objetivo de comparar los efectos de las dos preparaciones comerciales de somatotrofina bovina recombinante (bSTr) existentes en el mercado, sobre la producción de vacas lecheras, se utilizaron 348 vacas Holstein de una lechería de alta producción en confinamiento permanente, ubicada en la comuna de Casablanca, Región de Valparaíso. Las vacas fueron asignadas aleatoriamente a partir de los 70-76 DEL para formar dos grupos de tratamiento. Un grupo (n=161) fue tratado con el preparado hormonal Boostin® (LG LifeSciences, Corea del Sur) y el otro (n=187) con Lactotropina® (Elanco, USA). En ambos grupos la hormona se administró cada 14 días hasta aproximadamente 30 días antes de la fecha de secado.

Se obtuvo información de los programas Afimilk® y DairyCOMP®, recolectándose hasta el término del octavo ciclo de tratamiento (aproximadamente 180 DEL). La producción de leche se analizó mediante un análisis de varianza para medidas repetidas. La fertilidad al primer servicio se evaluó mediante un análisis de regresión logística para evaluar el riesgo de preñez a la primera inseminación. Los días a la preñez se analizaron por un análisis de sobrevivencia de Kaplan-Meier. Las frecuencias de mastitis clínica se compararon por prueba de chi-cuadrado. El riesgo de ocurrencia de mastitis se determinó por un análisis de regresión logística. Los recuentos mensuales de células somáticas se analizaron a través de análisis de varianza para medidas repetidas. Finalmente, la velocidad de eliminación fue evaluada mediante un análisis de sobrevivencia de Kaplan-Meier.

No se presentaron diferencias significativas en la producción de leche, promediando los grupos tratados con Boostin® y Lactotropina® 42,3 L/día y 42,8 Litros/día, respectivamente ( $p=0,07$ ). No se registraron diferencias significativas en el lapso parto-preñez durante los primeros 180 días de lactancia ( $p=0,19$ ), presentando una mediana de 101 días el grupo tratado con Lactotropina® y de 90 días en las vacas tratadas con Boostin®. La tasa de concepción al primer servicio fue de 40% en vacas tratadas con Boostin® y de 32,8% en vacas tratadas con Lactotropina® ( $p=0,16$ ). Tampoco se observaron diferencias significativas en el riesgo de obtención de preñez al primer servicio ( $p>0,05$ ). Vacas tratadas con Lactotropina® presentaron mayor incidencia de mastitis

clínica durante el ensayo (33,5%) en comparación al grupo tratado con Boostin® (21,1%) ( $p=0,01$ ) y mostraron el doble de probabilidad de presentar esta patología durante el tratamiento ( $p=0,007$ ). En cuanto al SRCS en leche, tampoco se observaron diferencias significativas ( $p=0,9$ ), promediando los grupos tratados con Boostin® y Lactotropina® un SRCS de  $2,43\pm 0,08$  y  $2,4\pm 0,07$ , respectivamente. Finalmente, los tratamientos no tienen efecto sobre la velocidad de eliminación ( $p=0,78$ ).

En conclusión, no existen diferencias sustanciales entre los preparados hormonales respecto de producción de leche, sanidad mamaria y fertilidad.

Palabras claves: Vaca lechera, Somatotrofina bovina recombinante, Producción de leche.

## **ABSTRACT**

In order to compare the effect of two commercial preparations of Recombinant bovine Somatotropin (rbST) on the production of dairy cows, 348 Holstein cows from a high-producing dairy farm, in a confined system located in Casablanca, Valparaíso Region, were used. Cows were randomly assigned from 70-76 days in milk (DIM) to one of two treatment groups. One (n= 161) was treated with the hormonal preparation Boostin® (LG LifeSciences, South Korea) and the other (n=187) with Lactotropina® (Elanco, USA). In both groups, the hormone was administered every 14 days to about 30 days before dry off.

Information was obtained from Afimilk® and DairyCOMP® computer programs, collected until the end of the eighth cycle of treatment (approximately 180 DIM). Milk data was processed through a repeated measures analysis of variance. Fertility at first insemination was analyzed by logistic regression to evaluate the risk of pregnancy at first insemination. Days open were analyzed with Kaplan-Meier survival analysis to compare days at pregnancy. Frequencies of clinical mastitis were compared by chi-square test. The risk of mastitis was determined by logistic regression. Monthly somatic cell counts (SCC) were analyzed using repeated measures analysis of variance. Finally, culling rate was assessed by a Kaplan-Meier survival analysis.

No significant differences were observed in milk production ( $p=0.07$ ), averaging 42.3 Lt/day for Boostin®, and 42.8 Lt/day for Lactotropina®. No significant differences on calving-to-conception interval were recorded during the first 180 days of lactation ( $p=0.19$ ), showing a median of 101 days in Lactotropina® group and 90 days in cows treated with Boostin®. Conception rate at first insemination was 40% in Boostin® treated cows and 32.8% Lactotropina® in treated cows ( $p=0.16$ ). No significant differences were observed in the risk of pregnancy at first insemination ( $p>0.05$ ). Cows treated with Lactotropina® have a higher incidence of clinical mastitis (33.5%) compared to Boostin® treated cows (21.1%) ( $p=0.01$ ) and showed twice as likely to develop mastitis during the treatment period compared to cows treated with Boostin® ( $p=0.007$ ). Regarding SCC in milk, no significant differences were observed, averaging Lactotropina® and Boostin® groups scores of

2.43±0.08 and 2.4±0.07, respectively (p=0.9). Finally, treatment have no effect on culling rate (p=0.78).

In conclusion, there are no substantial differences between hormone preparations regarding milk production, udder health and fertility in high-producing Holstein cows.

Key words: Dairy cow, Recombinant bovine somatotropin, milk production.



## **1. INTRODUCCIÓN**

Con el fin de aumentar la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción de leche, los productores adoptan diversas herramientas y estrategias, destacándose entre ellas estrategias de manejo ambiental, nutricional, genético, reproductivo y de bienestar animal.

Entre los instrumentos utilizados se encuentra un protocolo de manejo endocrino basado en la incorporación de somatotrofina bovina recombinante, que es la forma sintética de la hormona del crecimiento bovina. Dentro de los efectos de esta hormona se encuentra principalmente el aumento de la producción láctea mediante una redistribución y utilización de los nutrientes hacia la glándula mamaria, provocando un aumento de la tasa metabólica de la glándula y por ende un aumento de su síntesis láctea.

El primer producto comercial de somatotrofina bovina recombinante (bSTr) lanzado al comercio mundial es de origen estadounidense, pero desde hace algunos años existe un producto de origen coreano que tiene las mismas funciones. Por lo anterior, los productores chilenos tienen la opción de decidir y escoger cuál de las formulaciones existentes utilizar en su ganado, pues ambos se encuentran a la venta en Chile y están aprobados por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Sin embargo, no existe información oficial nacional ni internacional sobre cuál de ambos preparados hormonales tiene ventajas comparativas sobre el otro, ya sea en el efecto sobre la fertilidad y principalmente en la producción láctea, pues solo existen estudios aislados de sus efectos en la producción.

Por lo anterior, en este estudio se realizará un análisis comparativo entre los preparados endocrinos con base química de somatotrofina bovina recombinante con la finalidad de evaluar efectos de estos productos sobre la producción de leche, fertilidad y presentación de mastitis clínica y subclínica en vacas lecheras de alta producción.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Estudios preliminares e historia sobre la somatotrofina bovina (bST)**

La hormona fue descubierta en 1920, cuando se demostró que aumentaba el crecimiento en ratones inyectados con extracto de hipófisis. El factor de aquel extracto fue denominado somatotrofina (ST) y años más tarde se descubrió que también afectaba la lactancia (Stricker y Grueter, 1928). Posteriormente, en 1937 científicos rusos fueron pioneros al trabajar utilizando extractos derivados de la hipófisis del ganado, con el fin de demostrar una galactopoyesis natural en vacas lecheras (Asimov y Krouze, 1937).

Más adelante, en 1950 se condujo el primer estudio acerca de los efectos de administración prolongada de ST en vacas en lactancia, obteniendo como resultado un aumento en la producción láctea en aproximadamente 50% en uno de los dos grupos de estudio que fue tratado con inyecciones diarias de ST por 12 semanas (Brumby y Hancock, 1955). Machlin (1973) obtuvo los mismos resultados en un estudio similar al de los años 50. Sin embargo, la idea de masificar el producto no fue factible debido a que era imposible producir ST aislada de glándulas adenohipofisarias bovinas en cantidades comerciales significantes, debido al costo del proceso de purificación y obtención de la hormona. Sin embargo, con el desarrollo de las biotecnologías en los años 70, la situación referente a la obtención de cantidades sustanciales de esta hormona cambió, obteniéndose una producción a gran escala mediante la clonación de bacterias que contienen el gen codificante de bST. Esta elaboración se logró por medio de tecnología con DNA recombinante, a través de técnicas de fermentación estándar, clonando un segmento específico de DNA bovino en la bacteria *Escherichia coli* K-12, donde la molécula resultante mostró ser biológicamente idéntica a la natural (Bauman, 1992, Chalupa *et al.*, 1996). La utilización de la bSTr ha demostrado tener un efecto similar sobre la producción de leche al que presenta la hormona natural (Bauman, 1992).

### **2.2 Somatotrofina Bovina**

La somatotrofina bovina es una hormona peptídica producida por las células somatotropas acidófilas de la adenohipófisis de los bovinos, siendo su secreción regulada por dos

péptidos: factor liberador de somatotrofina, que estimula su liberación, y somatostatina que inhibe su liberación. La hormona bST consta de 190 ó 191 aminoácidos (aá) y en su secuencia pueden figurar en la posición 127 los aá leucina o valina (Etherton y Bauman, 1998). La importancia de bST recae en su efecto trascendental en el crecimiento normal y lactancia de los mamíferos. A su vez, la somatotrofina bovina recombinante simula a la hormona ST de forma sintética, la cual consta de aproximadamente 190 aminoácidos y participa en una serie de efectos en diversos tejidos del bovino.

En la glándula mamaria, la ST provoca un aumento de la síntesis láctea debido a una mayor captación de los nutrientes utilizados para su secreción, aumento en la actividad secretora de las células, aumento de la perfusión sanguínea y disminución de la pérdida de células secretoras (Bauman, 1992; Prado *et al.*, 2003). En el tejido adiposo disminuye la lipogénesis basal si se está en balance energético positivo, mientras que la lipólisis basal incrementa en balance energético negativo y disminuye la habilidad de la insulina para estimular la lipogénesis. En el tejido hepático provoca el aumento de la gluconeogénesis hepática y la disminución en la actividad de la insulina para inhibirla. Además, en el tejido muscular disminuye la captación de glucosa, como también tiene otros efectos en el metabolismo del animal, entre ellas: disminuye la oxidación de glucosa, aumenta la oxidación de los ácidos grasos no esterificados (NEFA) en balance energético negativo, aumento de la capacidad cardíaca y un aumento de la eficiencia productiva, donde la producción láctea aumenta por unidad de ingesta de energía. Pese a lo anterior, no se han observado alteraciones de la composición química de la leche (Bauman y Vernon, 1993).

Cabe destacar que se han descrito factores externos e internos que influyen la magnitud del incremento productivo como lo son: la temperatura ambiental, el manejo alimentario del rebaño, el estado sanitario del animal, el período de lactancia (días en leche), el potencial genético y la cantidad de leche producida (Bauman, 1992, 1999).

### **2.3 Resultados de bSTr en vacas lecheras**

Los productos comerciales de bST constan de un paquete de ampollas inyectables que deben ser aplicadas bajo un protocolo de inyecciones cada 14 días, el cual puede ser iniciado desde el comienzo del periodo de lactancia hasta aproximadamente un mes antes

de la fecha de secado de la vaca. El sitio recomendado para la administración es por vía subcutánea en la fosa isqueo-rectal, alternando el lado de aplicación en cada tratamiento.

En estudios previos se ha constatado que la producción láctea puede incrementarse hasta un 33% (Lanna *et al.*, 1995). No obstante, otros estudios han reportado valores más bajos, los que pueden fluctuar entre 10% (Etherton y Bauman, 1998) y 25,3% (Thomas *et al.*, 1991). Esta variación es explicada por los fenómenos metabólicos descritos anteriormente, como también por los factores externos e internos que influyen en la efectividad de la hormona sintética. Por ejemplo, en un estudio realizado en Colombia (Vargas *et al.*, 2006) se evaluó el efecto de bSTr en vacas de raza criolla colombiana bajo condiciones tropicales (temperatura media anual de 27°C, 70% de humedad relativa). En esta investigación se obtuvo un incremento en la producción láctea inferior al reportado en la literatura (7,4%), lo que los autores atribuyen al efecto de otros factores que pueden afectar el efecto de la bSTr, en este caso, la raza, número de parto, alimentación y condiciones climáticas.

Se describe que el incremento productivo es gradual durante los primeros días post inyección, alcanzándose un máximo una semana después y bajando progresivamente en los días posteriores. Si el tratamiento se termina, la producción retorna a valores similares a los previos al tratamiento en un período de tiempo equivalente al que duró el uso de la hormona (Bauman y Vernon, 1993).

Los requerimientos diarios aumentan en una proporción igual al aumento de la producción de leche y la eficiencia productiva es mejorada debido a que una mayor proporción de los nutrientes ingeridos se utiliza para la síntesis de la leche (Bauman y Vernon, 1993).

La producción de leche en vacas tratadas con bSTr no es dependiente de una alimentación especial con ingredientes únicos. Se han reportado incrementos sustanciales en la producción con dietas que van desde pasturas como ingrediente único hasta dietas con concentrado y forraje. El tratamiento no altera la digestibilidad de los componentes de la dieta ya que los efectos fisiológicos de bSTr son predominantemente asociados a la utilización y metabolización de nutrientes ya absorbidos.

Con respecto a eventuales efectos de la bST sobre la salud y bienestar de las vacas, Dohoo *et al.* (2003) realizaron un meta-análisis que incluyó 53 trabajos científicos sobre los efectos de bSTr sobre estas variables. Se reportó un aumento de 24% a 27% del riesgo de mastitis clínica durante el periodo de tratamiento y se concluye que no está claro si el aumento de la frecuencia de mastitis clínica asociado con bSTr es debido a los efectos indirectos de la mayor producción de leche o si hay un aumento del riesgo directo asociado al uso del producto. Asimismo, en relación a la salud podal, el aumento del riesgo de cojeras en vacas tratadas con bSTr aumenta en un 50%, abriendo una nueva discusión acerca de la verdadera causa: el tratamiento mismo o el cambio en la alimentación requerido para la mayor producción (Dohoo *et al.* 2003).

#### **2.4 Comercialización mundial y nacional**

La bSTr representa uno de los primeros productos biotecnológicos ocupados en ganadería y es una de las tecnologías agrícolas más estudiadas. En una búsqueda en la revista *Journal of Dairy Science* realizada por esta memorista se encontraron 1864 publicaciones en cuyo título se incluyen las palabras “hormona somatotrofina bovina” o similares (ej. bST). En un principio, los trabajos estuvieron orientados a estudiar el efecto productivo que tenía en las vacas lecheras, siendo la inquietud principal para los productores las repercusiones que ella tendría en producción y calidad de leche, mastitis, fertilidad, salud podal o duración de la vida productiva de las vacas. Sin embargo, el uso de bSTr en vacas lecheras se transformó posteriormente en un tema controversial a nivel mundial, ya que no existían estudios sobre posibles efectos nocivos en humanos referentes a inocuidad alimentaria de la leche. Posteriormente, la FDA (Corey, 1990), la Organización Mundial de la Salud (WHO, 1999), la Asociación Médica de Estados Unidos (Daughaday y Barbano, 1990) y la Asociación Dietética de Estados Unidos (Etherton *et al.*, 1993) han manifestado que la carne y los productos lácteos de las vacas tratadas con bSTr son seguros para el consumo humano.

En cuanto a la seguridad de los lácteos frente al tema de la salud de los consumidores, es importante mencionar que las teorías sobre posibles efectos nocivos a la salud humana solo tienen cobertura en la literatura no científica. A pesar de esto, su uso está prohibido en Canadá, Australia, Argentina y los países pertenecientes a la Unión Europea (UE). Países

pertenecientes a la UE no han aprobado su uso desde 1990 basándose en estudios del comité científico que declaran que la utilización de bSTr puede tener repercusiones negativas en la salud y el bienestar de los animales tratados, disminuyendo la longevidad y aumentando significativamente la incidencia de mastitis, enfermedades podales y problemas reproductivos (European Commission. Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare, 1999).

Actualmente el empleo de bSTr ha sido aprobado en 25 países. Entre ellos se encuentra EEUU, donde sólo está presente Lactotropina® elaborado en el mismo país por el laboratorio Elanco. Existe otro producto comercial llamado Boostin® elaborado por el laboratorio LG LifeSciences en Corea del Sur, por lo que actualmente hay países que mantienen ventas con alguno de los preparados hormonales, como también hay algunos países, como Chile, en el que se encuentran a la venta ambos productos.

Reportes de estudios realizados de bSTr en Chile muestran aumentos productivos que van desde 3,8 a 7,4 litros por vaca al día, traducidos en incrementos del 16,3% y 19,3%, respectivamente. Estos resultados comparados con los de reportes realizados en países extranjeros pueden ser catalogados como niveles superiores al promedio mundial en relación a la respuesta productiva láctea lograda (Stehr *et al.*, 2001; González, 2006).

No existen estudios donde se evalúe comparativamente el efecto de ambas preparaciones comerciales de bSTr en vacas de alta producción en confinamiento permanente. Si bien existen estudios comparativos de estas hormonas en el sur de Chile (Avilez *et al.*, 2010), estos han sido evaluados en lecherías con alimentación a pastoreo con suplementación, lo que difiere del tipo de lecherías que existen en la zona central, las cuales en general son de alta producción, confinamiento permanente y con dietas con alto porcentaje de inclusión de concentrado.

Por consiguiente, la finalidad de este estudio fue comparar estos preparados endocrinos actualmente en venta en Chile en una lechería de alta producción en confinamiento permanente, y determinar su efecto en la producción de leche, fertilidad, eliminación y salud mamaria.

### **3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

#### **3.1 HIPÓTESIS**

Las formas comerciales de Somatotrofina bovina recombinante (Boostin® y Lactotropina®) no presentan diferencias en su efecto sobre la producción de leche, salud mamaria y fertilidad en vacas Holstein Friesian.

#### **3.2 OBJETIVO GENERAL**

Comparar los efectos de dos preparaciones comerciales de bSTr sobre parámetros productivos, reproductivos y sanitarios de vacas Holstein Friesian.

#### **3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 3.3.1 Comparar el efecto de dos preparaciones comerciales de bSTr sobre la producción de leche en vacas Holstein Friesian.
- 3.3.2 Comparar el efecto de dos preparaciones comerciales de bSTr sobre la salud mamaria en vacas Holstein Friesian.
- 3.3.3 Comparar el efecto de dos preparaciones comerciales de bSTr sobre parámetros reproductivos en vacas Holstein Friesian.

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Antecedentes del predio y población en estudio**

El estudio se llevó a cabo en una lechería ubicada en la comuna de Casablanca, Región de Valparaíso. El sistema productivo era en base a confinamiento permanente y contaba con 1050 vacas en ordeña de raza Holstein Friesian mantenidas en galpones con cama de aserrín y en cubículos techados con camas de arena. Se realizaban 3 ordeñas diarias y la producción lechera era de aproximadamente 12500 litros por lactancia con un media anual de 39 litros/día por vaca. El manejo alimentario se basaba en raciones formuladas de acuerdo a los estándares de National Research Council (NRC, 2001) y constaban de forrajes como heno de alfalfa y ensilaje de maíz, suplementados con ingredientes concentrados y aditivos. Esta ración era entregada mezclada y homogeneizada con un carro mezclador y entregada a los animales 4 a 7 veces al día de acuerdo al grupo productivo.

Se utilizaron aproximadamente 350 vacas, las que fueron asignadas semanalmente para ser tratadas con la hormona a partir de los 70 a 76 días en leche. Estos grupos semanales se asignaron alternadamente para formar dos grupos de tratamiento, para ser tratados con ambas preparaciones de la hormona. El grupo 1 fue tratado con el preparado hormonal A (Boostin®, LG LifeSciences, Corea del Sur) y el grupo 2 con el preparado hormonal B (Lactotropina®, Elanco, USA), ambas administradas vía subcutánea en la fosa isqueo-rectal de acuerdo a la recomendación de los laboratorios elaboradores. En ambos grupos la hormona se administró cada 14 días hasta aproximadamente 30 días antes de la fecha de secado. Las vacas de ambos grupos permanecieron en alojamientos comunes y todos los manejos fueron similares.

### **4.2 Recolección y análisis de la información**

El plantel disponía de los sistemas computacionales de registro y análisis de datos Afimilk® y DairyCOMP® desde los cuales se obtuvo la información productiva de leche, reproductiva y de salud de las vacas del estudio. Se recolectó información hasta el término del octavo ciclo de tratamiento (aproximadamente 180 días de lactancia) referente a producción de leche, fertilidad, incidencia de mastitis clínica, recuento de células somáticas



en leche y eliminación. La información fue analizada usando el programa estadístico SAS (SAS Institute, 2003).

#### 4.2.1 **Producción de leche**

La producción se analizó a través de análisis de varianza para medidas repetidas con el procedimiento PROC Mixed del programa. Se utilizó como variable la producción promedio semanal durante el periodo de tratamiento (70-180 días). Se consideraron los efectos principales de tratamiento, número de la lactancia, periodo de muestreo, interacción entre periodo de muestreo y tratamiento, interacción entre número de lactancia y tratamiento e interacción entre tratamiento, periodo de muestreo y número de lactancia. Se usó la producción promedio durante los primeros 70 días como covarianza. Adicionalmente, se caracterizaron las curvas de lactancia para ambos grupos.

#### 4.2.2 **Fertilidad**

Se evaluó la fertilidad al primer servicio y los días a la preñez.

4.2.2.1 **Días a la preñez:** Se realizó un análisis de sobrevivencia de Kaplan-Meier, donde se compararon las curvas de obtención de preñez de la vacas para ambos grupos en estudio durante los primeros 180 DEL, y además se obtuvo la mediana de los días a la preñez.

4.2.2.2 **Tasa de concepción al primer servicio:** Se realizó una regresión logística para evaluar el riesgo de preñez durante la primera inseminación. Se consideró como variable dependiente la obtención de preñez, y como variables independientes de clasificación el tratamiento y el número de la lactancia. Además, se calculó la tasa de concepción al primer servicio según los grupos de estudios y número de lactancia, conjuntamente. Los porcentajes obtenidos se compararon según el estadígrafo chi-cuadrado.

#### 4.2.3 **Incidencia de mastitis**

Se registró la presencia de mastitis clínica durante el periodo de tratamiento. Las frecuencias se compararon según el estadígrafo chi – cuadrado. Posteriormente, se realizó

un análisis de regresión logística para evaluar el riesgo de ocurrencia de mastitis. Se utilizaron como variables independientes el tratamiento, número de lactancia y categoría de producción. Para esta última variable, las vacas se categorizaron según su nivel de producción al inicio del tratamiento para formar 3 grupos equitativos: baja (producción menor a 37 litros/día), mediana (producción entre 37 y 47 litros/ día) y alta (producción mayor a 47 litros/día).

#### 4.2.4 **Recuento de células somáticas**

Los recuentos mensuales de células somáticas se analizaron a través de análisis de varianza para medidas repetidas utilizando el procedimiento PROC Mixed del programa SAS. El modelo incluyó los efectos principales de tratamiento, número de la lactancia, periodo de muestreo (mes), interacción entre tratamiento y periodo de muestreo, interacción entre tratamiento y número de lactancia e interacción entre tratamiento, periodo de muestreo y número de lactancia. Se utilizó el promedio de los recuentos de células somáticas hasta los 70 días como covarianza. Los recuentos celulares fueron transformados previamente a puntaje lineal (score del recuento de células somáticas) utilizando la fórmula  $\text{Log}_2(\text{RCS}/100.000) + 3$ , según el método de Dabdoub y Shook (1984)

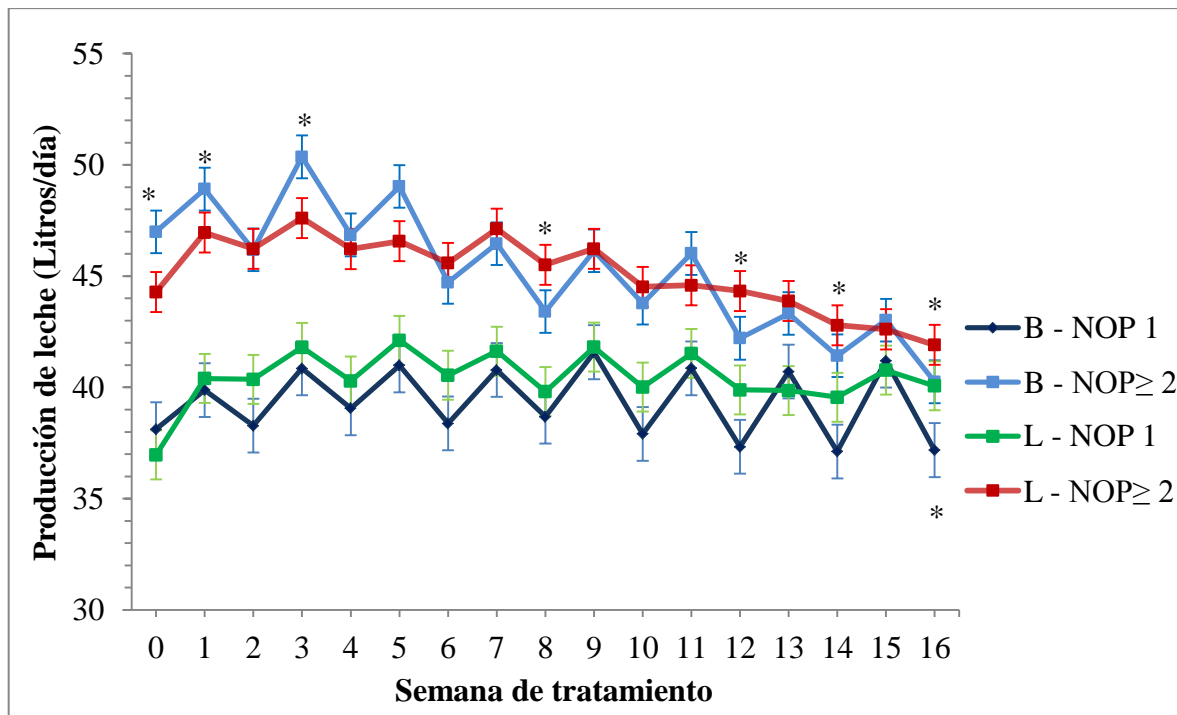
#### 4.2.5 **Eliminación**

Se recopilaron datos de todas las vacas que murieron o fueron eliminadas desde el inicio de periodo de tratamiento y hasta los 180 días desde el parto. Esto permitió estimar la sobrevivencia de animales de ambos grupos y se realizó un análisis de supervivencia, a través del estadígrafo Kaplan-Meier.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Producción de leche

Los promedios de las producciones promedio diarias desde el inicio del tratamiento (semana 0, 70 días de lactancia aproximadamente) hasta las 16 semanas de tratamiento (aproximadamente 180 días en lactancia), para ambos tratamientos y separado según número de lactancia se presentan en la figura 1. La curva es característica de una curva normal de lactancia, donde la producción de leche disminuye a medida que la lactancia avanza en el tiempo. Las vacas de segundo parto o más presentan una mayor producción de leche, pero una menor persistencia que la observada en hembras de primer parto.



\* indican diferencia significativa entre tratamiento dentro de número ordinal de parto ( $p < 0,05$ ).

**Figura 1.** Promedios de mínimos cuadrados ( $\pm$  error estándar) de producción lechera diaria para vacas Holstein Friesian tratadas con Boostin® (B) y vacas tratadas con Lactotropina® (L) según número ordinal de parto (NOP) (1 y  $\geq 2$ ) a partir de las 10 semanas de lactancia.

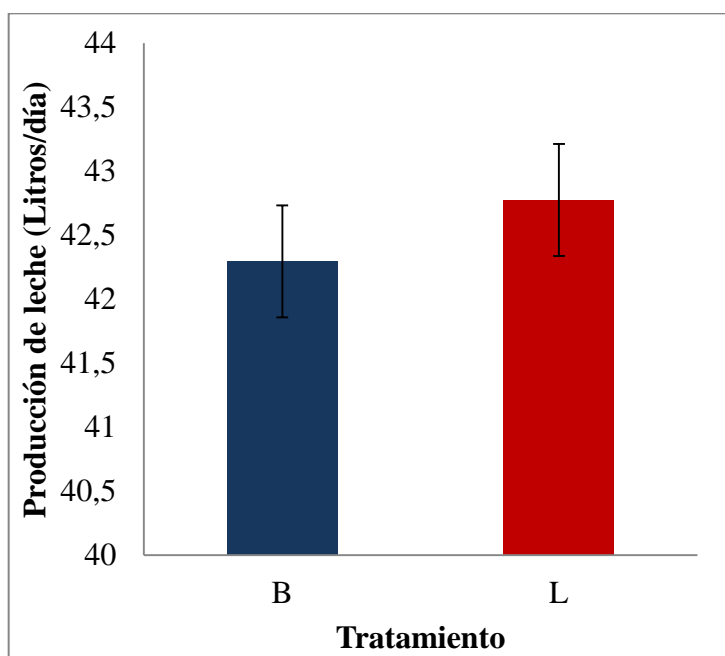
Para los cuatro grupos (figura 1) se aprecia que la producción aumenta en los primeros días de cada ciclo de tratamiento, logrando un máximo alrededor de 7 días después de la inyección y luego la producción baja progresivamente hasta la próxima inyección. Sin embargo, en las vacas del tratadas con Boostin®, en especial en las vacas multíparas (NOP  $\geq 2$ ), estas alzas y bajas muestran una mayor pendiente que en las vacas tratadas con Lactotropina®, es decir la producción sube más rápidamente después de la inyección, pero también baja más rápidamente que en las vacas tratadas con Lactotropina®. Además, se observa que las producciones de las vacas de primer parto tratadas con Lactotropina®, a lo largo de las 16 semanas, fueron en general mayores que las producciones de leche de las vacas de primer parto tratadas con Boostin®. No hay diferencias significativas en la producción de leche casi en la totalidad del periodo, mostrando solo ser distintas para la semana 16 de tratamiento ( $p=0,03$ ).

En las vacas multíparas, aquellas tratadas con Boostin® muestran una producción de leche superior a las tratadas con Lactotropina® durante las primeras 5 semanas de tratamiento, pero la curva de lactancia de las vacas tratadas con Boostin muestra una menor persistencia, lo que hace que las producciones sean similares entre las semanas 6 y 10, para posteriormente observarse una disminución significativa en las vacas tratadas con Boostin a partir de la semana 11. Vacas tratadas con Boostin® presentaron una mayor producción en la semanas 0, 1 y 3, mientras que las vacas bajo tratamiento con Lactotropina® mostraron mayores promedios de producción en las semanas 8, 12, 14 y 16.

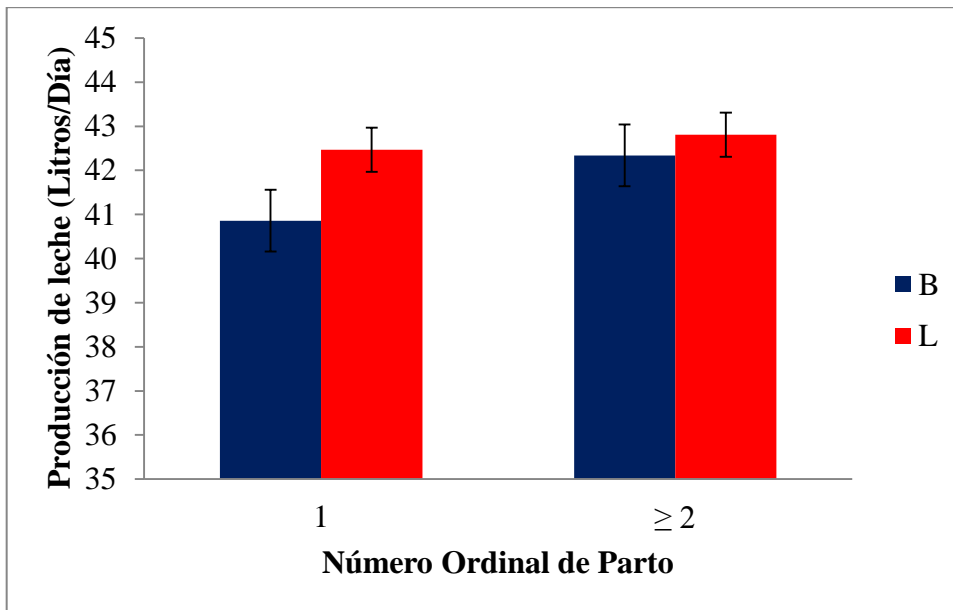
Respecto al promedio diario durante todo el periodo, las vacas pertenecientes al grupo de tratamiento con Lactotropina® produjeron alrededor de 0,5 litros/día más que las vacas del tratamiento con Boostin® (figura 2), mostrando una tendencia a una mayor producción ( $p=0,07$ ). En cuanto a la producción durante el tratamiento, según el efecto del número ordinal de parto (figura 3), tampoco se observan diferencias significativas entre los tratamientos ( $p=0,31$ ).

Resultados similares obtuvieron Kim y Kim (2012) y Posada *et al.* (2008) en cuanto al efecto de distintas formas comerciales de bSTr sobre la producción láctea. Estos estudios concluyeron que las producciones lácteas de vacas bajo tratamiento con Lactotropina® y Boostin® no son distintas estadísticamente. Por otro lado, Avilez *et al.* (2010) reportaron

diferencias significativas entre las producciones de vacas lecheras bajo tratamiento con estos dos preparados hormonales, siendo Boostin® el producto que mostró tener mayores efectos sobre la producción durante todo el tratamiento en relación a Lactotropina®. Sin embargo, estos resultados no pueden ser comparados con los observados en el presente estudio por el hecho de haber sido aplicado sobre un modelo de lechería con alimentación a pastoreo, en que los factores ambientales, alimentarios, manejos del predio y del propio animal son distintos en comparación a las lecherías intensivas en confinamiento permanente, en las cuales los puntos descritos anteriormente difieren, especialmente en el tipo de alimentación y el prototipo animal. Esto último refiriéndose a que las vacas utilizadas en el presente estudio son categorizadas como de alta producción.



**Figura 2.** Promedio de producción de leche diaria para vacas Holstein Friesian tratadas con Boostin® (B) y vacas tratadas con Lactotropina® (L).

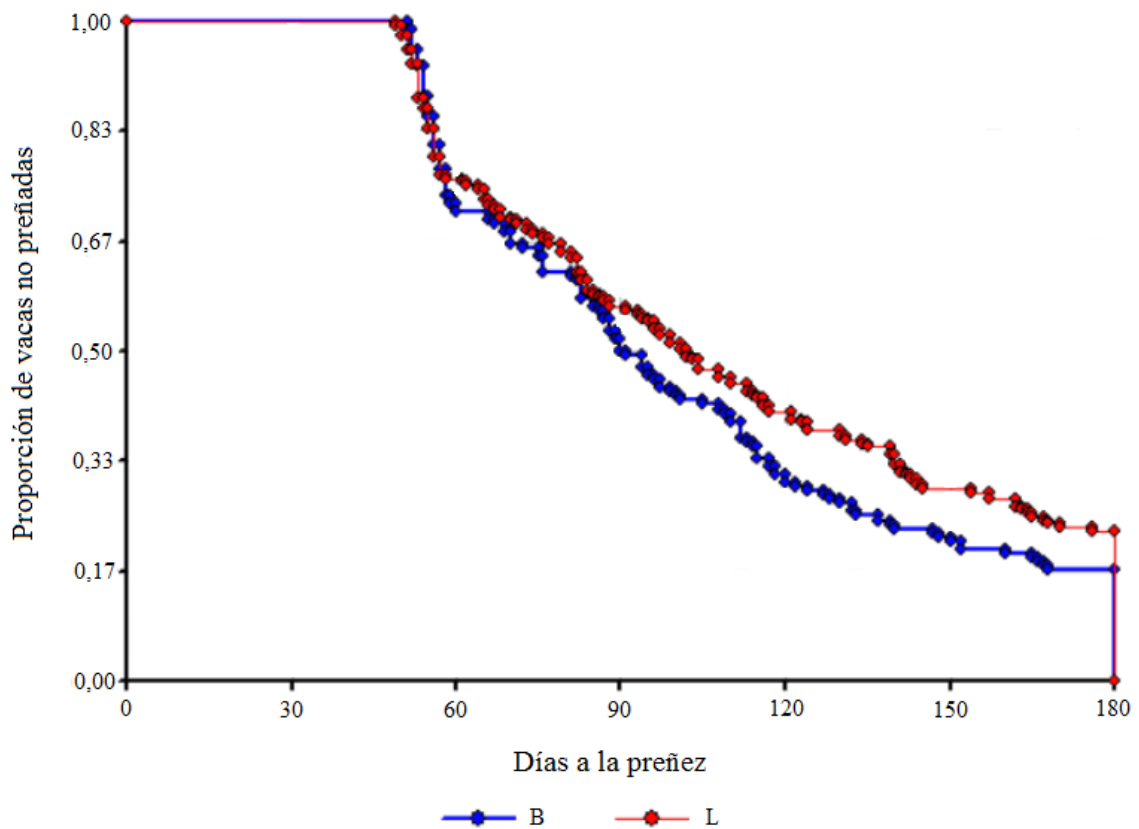


**Figura 3.** Promedio de producción de leche diaria para vacas Holstein Friesian tratadas con Boostin® (B) y vacas tratadas con Lactotropina® (L) según número ordinal de parto (NOP) (1 y  $\geq 2$ ).

## 5.2 Fertilidad

### 5.2.1 Días a la preñez

En la figura 4 se comparan las curvas de sobrevivencia de los días desde el parto a la preñez para ambos tratamientos. La pendiente de la curva, es decir la velocidad de obtención de preñez, es menor para las vacas tratadas con Lactotropina®, presentando una mediana de 101 días a la preñez en comparación a los 90 días a la preñez en las vacas tratadas con Boostin®. El análisis de sobrevivencia muestra que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos de tratamiento ( $p=0,19$ ). De esta manera, no se observa un efecto del tratamiento sobre los días a obtención de preñez durante los primeros 180 de lactancia.



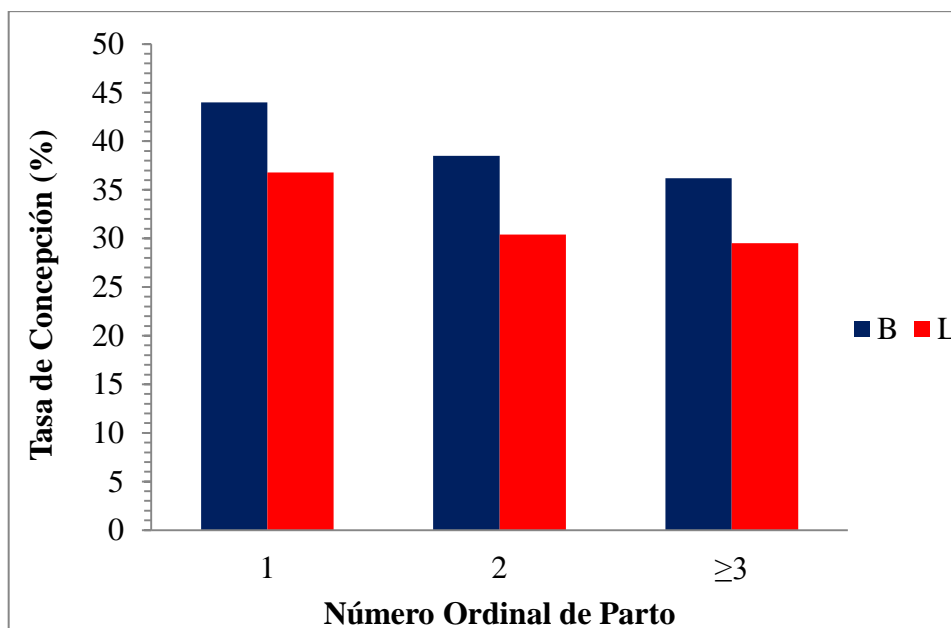
**Figura 4.** Curva de sobrevivencia de Kaplan-Meier para obtención de preñez a los 180 días post-parto para vacas Holstein Friesian tratadas con Boostin® (B) y vacas tratadas con Lactotropina® (L).  $p=0,19$ .

Estos resultados coinciden con los reportados por Posada *et al.* (2008) que concluyen que la media de días abiertos para 2 grupos tratados con bSTr (Boostin® y Lactotropina®) y un grupo control no son diferentes en general, ni dentro de vacas con número ordinal de parto 2 y 3 (no se incluyeron vacas de primer parto).

### 5.2.2 Tasa de concepción al primer servicio.

No se observaron diferencias en la tasa de concepción al primer servicio en las vacas de ambos tratamientos. La tasa de concepción para vacas tratadas con Boostin® fue de 40%, mientras que en vacas tratadas con Lactotropina® la tasa de concepción fue de 32,8%

( $p=0,16$ ). Al considerar la interacción del tratamiento con número del parto, tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas en la tasa de concepción entre ambos tratamientos dentro de vacas de primer parto ( $p=0,38$ ), segundo parto ( $p=0,36$ ) y vacas de tercer y más partos ( $p=0,50$ ) (Figura 5).



**Figura 5.** Tasa de concepción al primer servicio para vacas Holstein Friesian tratadas con Boostin® (B) y vacas tratadas con Lactotropina® (L) según número ordinal de parto (NOP) (1, 2 y  $\geq 3$ ).

El riesgo de preñez a la primera inseminación según tratamiento y número ordinal de parto se muestran en la tabla 1. Vacas tratadas con Boostin® tienden a tener una mayor probabilidad de quedar preñadas al primer servicio aunque no hay significancia estadística ( $p=0,15$ ). Tampoco se observaron diferencias significativas en el riesgo de preñez según el número de la lactancia, aunque vacas de segundo parto y tercer o más partos ( $p=0,31$  y  $p=0,24$  respectivamente) tienden a tener un menor riesgo de preñez que vacas de primera lactancia.



**Tabla 1.** Análisis de regresión logística para el riesgo de preñez al primer servicio de vacas Holstein Friesian tratadas con bSTr según tipo tratamiento y número ordinal de parto.

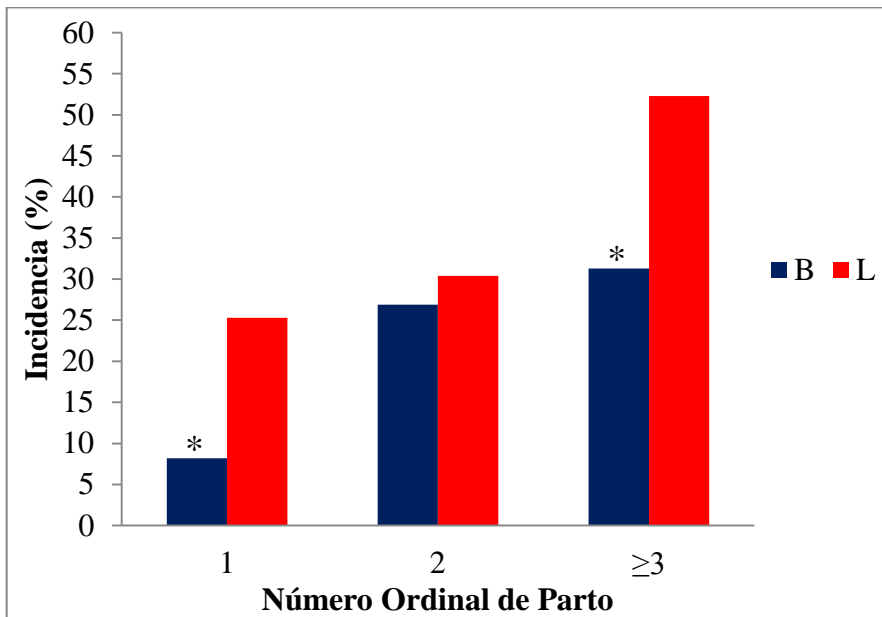
Variable	Categoría	O.R	IC (95%)	p
Tratamiento	B	Referencia	-	-
	L	0,72	0,47 – 1,13	0,15
NOP	1	Referencia	-	-
	2	0,77	0,46 – 1,28	0,31
	≥3	0,72	0,41 – 1,25	0,24

B= Boostin®; L= Lactotropina®; NOP= Numero Ordinal de Parto; OR= Odds Ratio; IC= Intervalo de Confianza.

En estudios de los efectos aislados de bSTr, Grings *et al.* (1990) y Eppard *et al.* (1987) reportan en sus estudios que Lactotropina® no tiene efecto sobre la tasa de concepción, número de servicios por concepción ni los días abiertos de las vacas tratadas en comparación a vacas sin tratamiento. Por otro lado, Burton *et al.* (1990) reportaron una tendencia para vacas tratadas con bSTr a aumentar el número de días abiertos. No obstante, no existen más estudios científicos que hayan comparado estas dos formas comerciales en su efecto sobre la fertilidad.

### 5.3 Incidencia de mastitis

Se observó una alta incidencia de mastitis clínica durante el periodo de tratamiento, alcanzando un 27,8%. La incidencia fue mayor en las vacas tratadas con Lactotropina®, llegando a un 33,5% en este grupo frente a un 21,1% observado en las vacas tratadas con Boostin® (p=0,01). Respecto al efecto del número de la lactancia, la incidencia de mastitis aumenta fuerte y progresivamente después de la primera lactancia (Figura 6). La mayor incidencia de mastitis en las vacas tratadas con Lactotropina® respecto a Boostin® se observa en las vacas de primer parto (p=0,01) y en las vacas de 3 partos o más (p=0,04). No se observó una diferencia significativa en la incidencia de mastitis entre los tratamientos en las vacas de segundo parto (p=0,67) (Figura 6).



\* indican diferencia significativa entre tratamiento dentro de número ordinal de parto ( $p < 0,05$ ).

**Figura 6.** Incidencia de mastitis clínica para vacas Holstein Friesian tratadas con Boostin® (B) y vacas tratadas con Lactotropina® (L) según número ordinal de parto (NOP) (1 y  $\geq 2$ ).

Además de comparar las incidencias de mastitis, se realizó una regresión logística para determinar el riesgo de las vacas de presentar esta patología durante el periodo de tratamiento. Estos resultados se presentan en la Tabla 2. Vacas tratadas con Lactotropina® tienen alrededor del doble de probabilidad de sufrir mastitis clínica que vacas tratadas con Boostin®. Esto es consistente con lo mostrado en la Figura 6 en relación a una mayor incidencia de mastitis en vacas tratadas con Lactotropina®. Por otro lado, las vacas de segunda lactancia presentaron más del doble de probabilidades de presentar mastitis en el periodo que vacas de primera lactancia, mientras que en vacas de tercera o más lactancias, el riesgo fue superior a las 5 veces el presentado en vacas de primer parto. Al analizar este riesgo dentro de la categoría de producción, se observa que las vacas de producción baja y media poseen un riesgo similar de presentar mastitis clínica durante el tratamiento, mientras que en vacas de alta producción el riesgo es de alrededor de la mitad al observado en vacas de baja y media producción; sin embargo estos resultados no son estadísticamente significativos ( $p \geq 0,05$ ).

**Tabla 2.** Análisis de regresión logística para el riesgo de vacas Holstein Friesian de presentar mastitis clínica durante el tratamiento con bSTr según tipo de tratamiento, número ordinal de parto y nivel de producción.

Variable	Categoría	O.R	IC (95%)	p
Tratamiento	B	Referencia	-	-
	L	2,02	1,21 - 3,36	0,01
NOP	1	Referencia	-	-
	2	2,39	1,3 - 4,5	0,01
	≥3	5,25	2,6 -10,6	<0,001
Nivel De Producción	Baja	Referencia	-	-
	Media	1,1	0,6 - 2	0,77
	Alta	0,52	0,27 - 1,02	0,06

B= Boostin®; L= Lactotropina®; NOP= Numero Ordinal de Parto; OR= Odds Ratio; IC= Intervalo de Confianza; Alta= producción mayor a 47 litros; Media= producción entre 37 y 47 litros; Baja= producción menor a 37 litros.

La incidencia de mastitis observada en ambos grupos durante el estudio es alta, correspondiendo aproximadamente a un 7,68% mensual. Es improbable que esta alta incidencia de mastitis se relacione directamente al uso de bSTr. El aumento en la incidencia de mastitis clínica se asocia más bien a un aumento importante en el número de vacas en ordeña y a la producción de leche individual en el predio utilizado en el estudio, lo que no ha sido acompañado por un mejoramiento consistente en las condiciones de infraestructura, alojamiento y manejo de los animales. En el predio se utiliza bSTr hace varios años, pero la incidencia de mastitis aumentó principalmente durante este año y se relaciona más bien a las condiciones de manejo. Adicionalmente, varios estudios postulan que el uso de bSTr no se asocia a un aumento en la incidencia de mastitis clínica. Según Bauman (1992), esto se debería a que la suplementación con bSTr incrementa la inmunocompetencia. Hoeben *et al.* (1999) observaron que vacas que recibieron este tratamiento se recuperaron más rápidamente de una mastitis inducida experimentalmente por *Streptococcus uberis*.

Como se mencionó anteriormente acerca de los efectos del tratamiento con bSTr, este induce un incremento de IGF-I, el cual influye negativamente en la formación de plasmina. Esta última está involucrada en el catabolismo de las proteínas, la cual potencia el desarrollo microbiano debido a una mayor disposición de aminoácidos (Bauman, 1992). Como la bSTr afecta el proceso de formación de plasmina, determina que pocos aminoácidos lleguen a estar al alcance de los microorganismos patógenos, reduciendo la incidencia de mastitis. Esta es una explicación plausible para los resultados obtenidos por otros autores, donde la mastitis clínica no se vio afectada por el tratamiento de bSTr.

En relación al aumento en la producción de leche observado en el predio, como causa de la alta incidencia general de mastitis, en varios estudios se concluye que existe una relación directamente proporcional entre la producción láctea y la incidencia de mastitis y que el tratamiento con bSTr no altera esta relación (Jenny *et al.*, 1992; White *et al.*, 1994; Huber *et al.*, 1997; Collier *et al.*, 2001). Respecto a esta asociación entre el incremento en producción de leche y la mayor incidencia de mastitis, en una revisión de 6 estudios realizada por Shook (1989) se encontró una correlación genética positiva entre la producción de leche y la incidencia de mastitis clínica y subclínica. De esta manera, la selección genética que se realiza para escoger reproductoras(es) basándose en la producción de leche entrega una respuesta anual de un aumento de 0,02 casos de mastitis por vaca por año.

Lo anterior podría explicar el resultado obtenido en este estudio, en donde vacas multíparas mostraron mayor incidencia de mastitis clínica durante el ensayo, y además, poseen mayor probabilidad de presentar esta patología durante el tratamiento, debido a que vacas de mayor número ordinal de parto producen más leche que vacas primíparas. Vacas de primer parto aún están en proceso de crecimiento y su organismo deriva energía para su desarrollo corporal y la producción láctea. Por esto se puede inducir que el incremento de la incidencia de mastitis clínica se debería más bien al aumento en producción láctea que a efectos intrínsecos de la hormona. Sin embargo, esto se contradice con los resultados de vacas pertenecientes al Tto. 2, Lactotropina®, ya que mostraron índices de mastitis clínica significativamente mayores en comparación al grupo de vacas tratadas con Boostin®, aún cuando no se observó diferencia en la producción láctea de los tratamientos.

Kim y Kim (2012) compararon el rendimiento de vacas tratadas con 3 formas comerciales de bSTr, donde las vacas tratadas con bSTr produjeron más leche que las vacas controles, sin diferencias en producción entre los tres tratamientos con bSTr, como tampoco sobre la incidencia de mastitis clínica ( $p>0.05$ ). Los resultados se podrían explicar por un bajo tamaño muestral, y además porque las vacas tenían un nivel de producción moderado, muy inferior al de las vacas utilizadas en el presente estudio.

Los resultados obtenidos en el presente estudio abren una interrogante referida a que si efectivamente Lactotropina® tiene un efecto negativo sobre la sanidad mamaria en comparación a Boostin®. En un comienzo, al inicio del planteamiento de este ensayo, se decidió no formar un grupo control debido a que no estaba dentro de los objetivos del presente estudio demostrar el efecto de la hormona bSTr, ya que esta lleva en el mercado más de 15 años y su efectividad esta bastante estudiada nacional y mundialmente. Sin embargo, en cuanto al resultado sobre el efecto de Lactotropina® en la alta incidencia de mastitis clínica, hubiese sido de gran ayuda un grupo control, para comparar con otro grupo adicional los resultados y así descartar errores aleatorios dentro del ensayo.

Cabe destacar la falta de estudios comparativos de estas hormonas, tanto nacional como internacionalmente. Ya que si bien en este ensayo no se observó efecto sobre la producción láctea de los grupos de tratamiento, sí los hubo sobre la incidencia de mastitis clínica. Esta patología es una de las más importantes que influyen tanto en el bienestar animal de las vacas como en la rentabilidad de los predios lecheros.

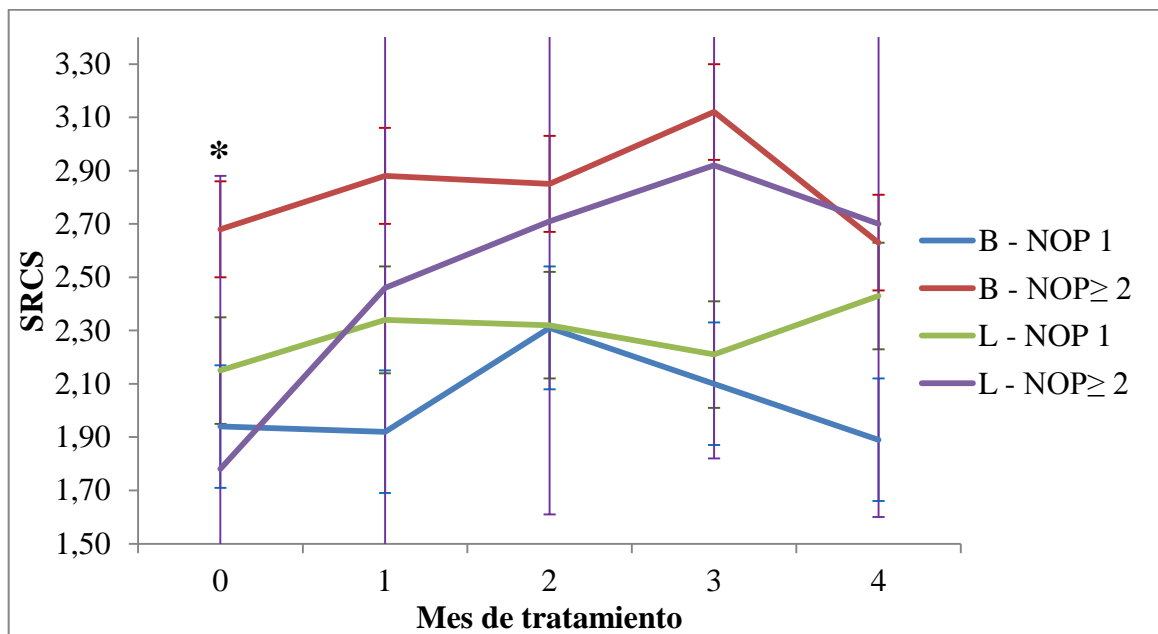
#### **5.4 Recuento de células somáticas (RCS)**

En la figura 7 se muestran los promedios mensuales de los recuentos de células somáticas durante el tratamiento, expresados como Score de Recuento de Células Somáticas (SRCS), para vacas primíparas y multíparas. Se aprecia que para las vacas primíparas tratadas con Boostin® los SRCS no variaron durante el tiempo de ensayo; sin embargo, los SRCS de vacas primíparas tratadas con Lactotropina® aumentaron entre el primer y segundo recuento mensual, para posteriormente bajar a los mismos valores iniciales. A pesar de esta

gran alza, los RCS del grupo tratado con Lactotropina® mostraron a lo largo del tratamiento ser mayores a los RCS del grupo bajo tratamiento con Boostin®.

En relación a los SRCS presentados por las vacas multíparas, vacas tratadas con Boostin® presentaron a lo largo del tratamiento una curva ascendente hasta el tercer control mensual para luego descender a RSC similares al control inicial. En cuanto a las vacas multíparas tratadas con Lactotropina® estas presentaron una alza en el puntaje entre el inicio del tratamiento y el tercer control mensual de 1,1 SRCS ( $27.000 \text{ cel/mL}^{-1}$ ) luego estos puntajes bajaron levemente.

Sin embargo, a pesar de las diferencias numéricas descritas y observadas en la figura 7, los SRCS de los grupos de tratamientos según número ordinal de parto no son diferentes estadísticamente. Solo se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos para los SRCS de vacas multíparas en la semana 0, lo cual es esperable debido a que esos recuentos son previos al inicio del ensayo ( $p < 0,001$ ).

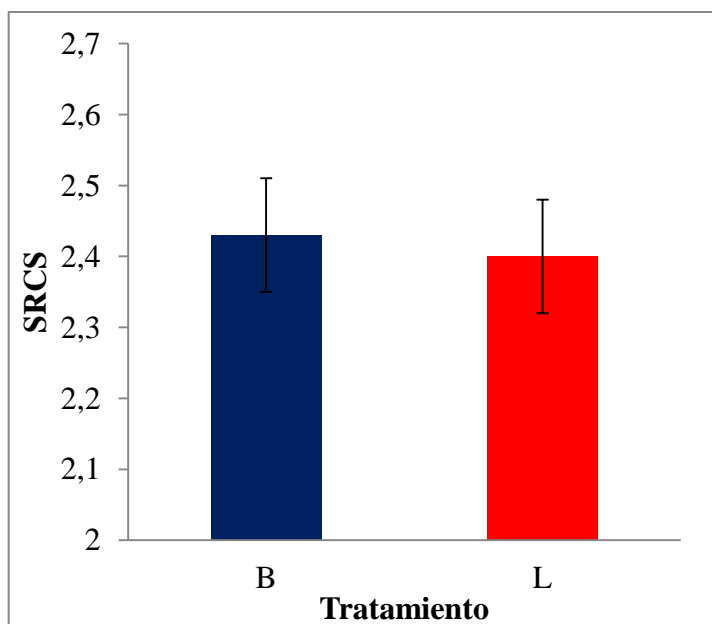


\* indican diferencia significativa entre tratamientos dentro de número ordinal de parto ( $p < 0,05$ ).

**Figura 7.** Promedios de mínimos cuadrados del Score de recuento de células somáticas (SRCS) para vacas Holstein Friesian tratadas con Boostin® (B) y vacas tratadas con Lactotropina® (L) según número ordinal de parto (NOP) (1 y  $\geq 2$ ) a partir de las 10 semanas de lactancia.

Los resultados para SRCS se presentan en las figuras 8 y 9. Vacas tratadas con Lactotropina® no presentaron diferencias estadísticas respecto de las vacas tratadas con Boostin® ( $p=0,9$ ). Los tratamientos mostraron promedios similares de SRCS durante el ensayo: las vacas tratadas con Boostin® mostraron un SRCS de  $2,43\pm0,08$ , que equivale a  $67.362\pm13.213$  cel/mL<sup>-1</sup>, y las vacas tratadas con Lactotropina® un SRCS de  $2,4\pm0,07$ , que equivale a  $65.975\pm13.121$  cel/mL<sup>-1</sup>.

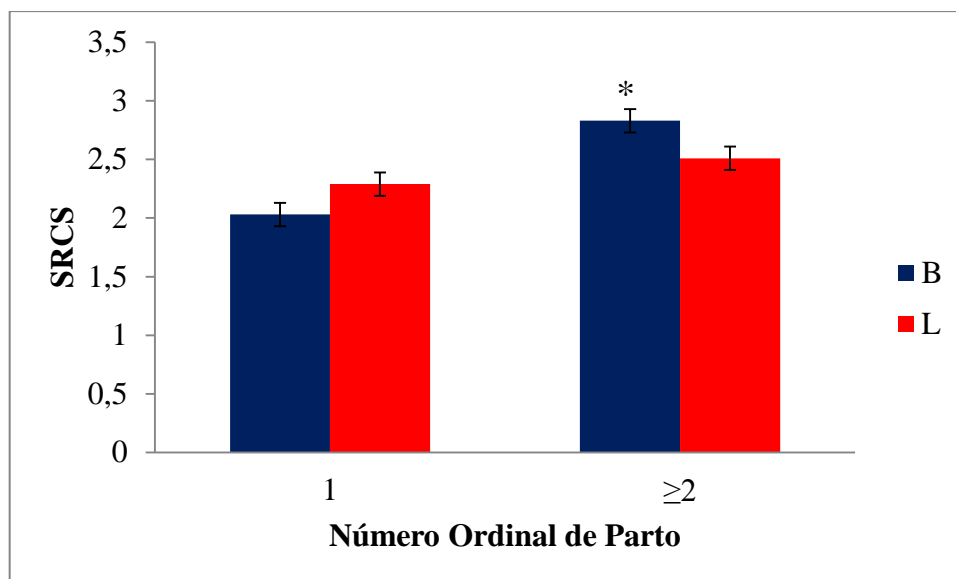
Al comparar estos recuentos según el efecto del número ordinal de parto, como se muestran en la figura 9, solo se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos para el grupo de vacas de dos partos o más. En esta interacción de número ordinal de parto con tratamiento, vacas multíparas pertenecientes al tratamiento con Boostin® y Lactotropina® presentaron un promedio de SRCS de  $2,83\pm0,1$  y  $2,51\pm0,09$ , respectivamente ( $p= 0,02$ ). Lo anterior se puede deber principalmente a que el grupo de vacas tratadas con Boostin® presentó altos recuentos previo al inicio del tratamiento (semana 0), lo cual afectó el promedio total durante todo el ensayo.



**Figura 8.** Promedios de Score de Recuento de Células Somáticas (SRCS) para vacas Holstein Friesian tratadas con Boostin® (B) y vacas tratadas con Lactotropina® (L).

Resultados similares obtuvieron Kim y Kim (2012) en cuanto al efecto de distintas formas comerciales de bSTr sobre el recuento de células somáticas. Los recuentos de células

somáticas entre los grupos no fueron estadísticamente diferentes, incluyendo el grupo control que ellos sostenían. Por otro lado, en estudios individuales de la forma comercial de bSTr, Santos *et al.* (2004) también concluyeron que el RCS no se ve afectado por el tratamiento de Lactotropina®. McClary *et al.* (1994) destacan en sus estudios que dosis menores a 640 mg de bSTr cada 28 días en vacas multíparas o menores a 320 mg de bSTr cada 28 días en vacas primíparas no afectan el RCS, sin embargo, dosis más altas pueden ser asociadas a un incremento del RCS. Los productos utilizados en el presente estudio poseen una concentración de bSTr de 500 mg y fueron aplicados cada 14 días, lo cual excedería los rangos postulados por McClary *et al.* (1994) en los que el RCS no se afecta. De acuerdo a esto, estas concentraciones podrían asociarse a un aumento en el RCS en las vacas en ambos tratamientos, lo cual no se puede discernir en este estudio ya que no se estudió un grupo control. No obstante, los niveles presentados de RCS de las vacas en estudio no superan los  $110.000 \text{ cel/mL}^{-1}$ , lo cual según Erskine (2000) se encuentra dentro de los parámetros ideales de RCS, además de que el comportamiento del RCS mostrado en la figura 11 para las vacas tratadas con bSTr es característico a la curva descrita de RCS.

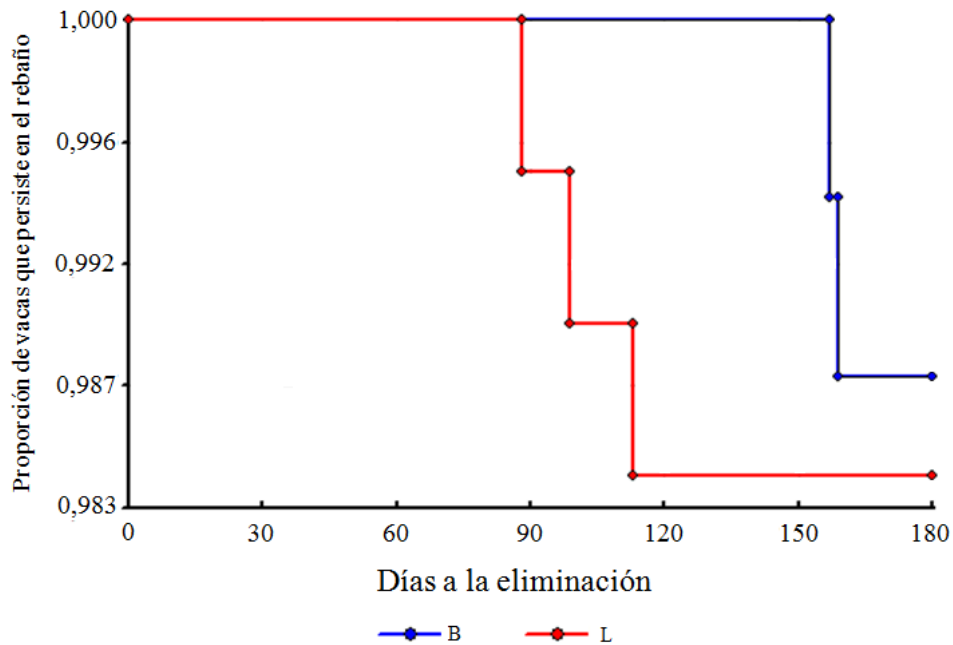


\* indica que existe diferencia significativa entre tratamientos dentro de número ordinal de parto ( $p \leq 0,05$ ).

**Figura 9.** Promedios de *Score* del recuento de células somáticas para vacas Holstein Friesian tratadas con Boostin® (B) y vacas tratadas con Lactotropina® (L) según número ordinal de parto (NOP) (1 y  $\geq 2$ ).



## 5.5 Eliminación



**Figura 10.** Curva de sobrevivida de Kaplan-Meier para la eliminación a los 180 días postparto para vacas Holstein Friesian tratadas con Boostin® (B) y vacas tratadas con Lactotropina® (L).  $p \geq 0,05$ .

El análisis de sobrevivida que se muestra graficado en la figura 10, mostró que hay una muy baja tasa de eliminación en el periodo del estudio y que no existen diferencias significativas en la eliminación entre los tratamientos ( $p=0,78$ ). En el periodo de lactancia en que el estudio fue desarrollado ocurrió un muy bajo número de eliminación de vacas para ambos tratamientos, siendo el número de vacas que abandonaron el rebaño de 2 (1,2%) y 3 (1,6%), para Boostin® y Lactotropina®, respectivamente. Las principales razones de este bajo porcentaje de eliminación es que el periodo del estudio es una fase donde las vacas poseen una destacable producción láctea, acompañada de un buen estatus sanitario. La mayor tasa de eliminación de vacas en lecherías intensivas se produce durante los primeros 60 días de lactancia por causas de patologías relacionadas al parto, como hipocalcemia, desplazamiento de abomaso, metritis puerperal y mastitis entre otras, y por otro lado, también se producen estas alzas de tasas de eliminación después de los 300 días de

lactancia debido principalmente a problemas podales, mastitis crónica y de fertilidad (Dohoo y Martin, 1984; Milian-Suazo *et al.*, 1988; Ansari-Lari *et al.*, 2012). En suma, durante los 70 a 180 días la eliminación es baja ya que hay poca incidencia de problemas y la producción es alta, lo que hace que las vacas en este periodo sean altamente rentables.

Respecto de la ausencia de diferencias en la eliminación entre tratamientos, tampoco parece haber un efecto, en general, de la hormona del crecimiento sobre la eliminación. Ruegg *et al.* (1998) concluyen que los patrones de eliminación en vacas que son tratadas con bSTr no son afectados, por al menos hasta un año después del inicio del tratamiento con esta hormona. Sin embargo, no está descrito el posible efecto que podrían tener en la tasa de eliminación posterior a ese año. Podría esperarse que vacas tratadas con BST tengan más posibilidad de enfermar, por ejemplo de mastitis, pero por otro lado la mayor producción de leche que se asocia al uso de la hormona debería disminuir la probabilidad de una vaca de ser eliminada del rebaño, al menos durante este periodo de la lactancia.

## **5.6 Comentario general**

Hoy en día los productores lecheros deben considerar la mayor cantidad de factores que puedan afectar la productividad de sus predios, entre ellos la implementación de nuevos manejos y tecnologías que contribuyan a potenciar y rentabilizar sus negocios. Entre estas tecnologías, está demostrado el efecto beneficioso del uso de la hormona del crecimiento sobre la producción de leche de las vacas. Por esta razón, la hormona del crecimiento es ampliamente utilizada en las lecherías de la zona central. Este estudio se planteó para enfrentar la interrogante de los efectos comparativos de las dos formas comerciales de bSTr, debido principalmente a que ambos productos están a la venta en el país, y no existen estudios comparativos de ambas hormonas. Evidencia empírica y de publicidad de los laboratorios menciona que las curvas de aumento y disminución de la producción durante un ciclo de tratamiento varían entre los productos, y que esto podría afectar la producción o la salud de los animales. Por otro lado, ambos laboratorios afirman que su producto es mejor al de la competencia en términos del aumento de la producción. Además, existen diferencias importantes en el precio de ambos productos. Con toda esta información los

productores deben elegir alguna de las dos formas comerciales, pero sin tener información objetiva sobre las eventuales diferencias entre estos productos. Mientras se realizaba este estudio, las plantas lecheras bajaron el precio pagado al productor, haciendo que varios planteles dejaran de ser rentables, lo que ha llevado al cierre de algunos y a la reestructuración de costos en otros. Esto hace más relevante la realización de este estudio.

En relación a los resultados mostrados anteriormente, bajo las condiciones en las que se realizó el ensayo, no se evidenciaron diferencias significativas en el efecto que estas hormonas tienen en la producción de leche, fertilidad, recuento de células somáticas y eliminación. Sin embargo, la incidencia de mastitis se vio afectada por un producto en particular, por lo que Lactotropina® aparentemente tendría una desventaja en comparación a la competencia. Aún cuando la incidencia de mastitis clínica es mayor usando Lactotropina®, esto pareció no afectar la producción o el recuento de células somáticas durante el periodo del estudio. La decisión de uso deberá entonces considerar otros factores, como el precio del producto y de la leche, y de la atención al cliente, que incluye la entrega de información y capacitación a empleados y profesionales.

Este primer estudio en Chile, y uno de los pocos en el mundo, debería complementarse con estudios adicionales que incluyan un mayor número de animales y/o se prolonguen por la totalidad de la lactancia y/o a la lactancia siguiente.

Finalmente, con el fin de establecer otro patrón de comparación podría considerarse la inclusión de un grupo control con vacas no tratadas, lo que es muy difícil de conseguir en condiciones de campo. En este estudio se planteó originalmente dicha posibilidad, pero en la mayoría de las lecherías de la zona central no se considera económico no usar el tratamiento con bSTr, y aquellas vacas no tratadas corresponden a vacas de baja condición corporal o que están enfermas.

## 6. CONCLUSIONES

- Vacas tratadas con Lactotropina® presentaron mayor incidencia de mastitis clínica durante el ensayo y poseen el doble de probabilidad de presentar esta patología durante el tratamiento en comparación al grupo tratado con Boostin®.
- No se presentaron diferencias significativas en la producción de leche ni en el SRCS entre el grupo de vacas tratadas con Lactotropina® y el grupo de vacas tratadas con Boostin®.
- No se presentaron diferencias significativas en cuanto al efecto de los tratamientos, Boostin® y Lactotropina®, sobre el lapso parto-preñez durante los primeros 180 días de lactancia, la tasa de concepción al primer servicio ni en el riesgo de obtención de preñez al primer servicio.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

**ANSARI-LARI, M.; MOHEBBI-FANI, M.; ROWSHAN-GHASRODASHTI, A. 2012.** Causes of culling in dairy cows and its relation to age at culling and interval from calving in Shiraz, Southern Iran. *Veterinary Research Forum* 3(4): 233-237.

**ASIMOV, G.; KROUZE, N. 1937.** The lactogenic preparations from the anterior pituitary and the increase of milk yield in cows. *Journal of Dairy Science* 20:289.

**AVILEZ, J.; RIOS, J.; SEARLE, S.; NEUMANN, J.; MEYER, J.; DUVAUCHELLE, E.; NEIRA, M. 2010.** Efectos en la producción de leche de distintas presentaciones de somatotropina bovina, en vacas a pastoreo. XXXV Congreso anual Sociedad Chilena de Producción Animal. Libro de Resúmenes 323p.

**BAUMAN, D. 1992.** Bovine somatotropin; Review of an emerging animal technology. *Journal of Dairy Science* 75:3432-3451.

**BAUMAN, D. 1999.** Bovine somatotropin and lactation: from basic science to commercial application. *Domestic Animal Endocrinology* 17:101–116.

**BAUMAN, D.; VERNON, R. 1993.** Effects of exogenous bovine somatotropin on lactation. *Annual Review of Nutrition* 13:437-461.

**BRUMBY, P.; HANCOCK, J. 1955.** The galactopoietic role of growth hormone in dairy cattle. *New Zealand Journal of Science and Technology* 36:417-436.

**BURTON, J.; MCBRIDE, B.; BURTON, J.; EGGERT, R. 1990.** Health and reproductive performance of dairy cows treated for up to two consecutive lactations with bovine somatotropin. *Journal of Dairy Science* 73:3258.

**CHALUPA, W.; VECCHIARELLI, B.; GALLIGAN, D.; FERGUSON, J.; BAIRD, L.; HEMKEN, R.; HARMON, R.; SODERHOLM, C.; OTTERBY, E.; ANNEXSTAD, R.; LINN, J.; HANSEN, W.; EHLE, R.; PALMQUIST, D.; EGGERT, R. 1996.** Responses of dairy cows supplemented with somatotropin during weeks 5 through 43 of lactation. *Journal of Dairy Science* 79:800-812.

**COLLIER, R.; BYATT, J.; DENHAM S.; EPPARD, P.; FABELLAR, A.; HINTZ, R.; MCGRATH, M.; MCLAUGHLIN, C.; SHEARER, J.; VEENHUIZEN, J.; VICINI, J. 2001.** Effects of sustained release bovine somatotropin (sometribove) on animal health in commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science* 84:1098-1108.

**COREY, B. 1990.** Bovine growth hormone harmless for humans. FDA consumer magazine. Department of Health and Human Services Publication No. 91-6049.

**DABDOUB, S.M.; SHOOK, G. E. 1984.** Phenotypic relations among milk yield, somatic cell count and clinical mastitis. *Journal Dairy Science* 67:163–164.

**DAUGHADAY, W.; BARBANO, D. 1990.** Bovine somatotropin supplementation of dairy cows - Is the milk safe?. *Journal of the American Medical Association* 264:1003-1005.

**DOHOO, I.; DESCÔTEAUX, L.; LESLIE, K.; FREDEEN, A.; SHEWFELT, W.; PRESTON, A.; DOWLING, P. 2003.** A meta-analysis review of the effects of recombinant bovine somatotropin: effects on animal health, reproductive performance, and culling. *Canadian Journal of Veterinary Research* 67(4): 252–264.

**DOHOO, I.; MARTIN, S. 1984.** Disease, production and culling in Holstein-Friesian cows. *Preventive Veterinary Medicine* 2: 771-784.

**ERSKINE, R. 2001.** Mastitis control in dairy herds. **In:** Radostits O. (Ed). *Herd Health: Food Animal Production Medicine*. W.B. Saunders Company. Philadelphia, USA. Pp. 397-433.

**ETHERTON, T.; BAUMAN, D. 1998.** Biology of somatotropin in growth and lactation of domestic animals. *Physiological Reviews* 78: 745-761.

**ETHERTON, T.; KRIS-ETHERTON, P.; MILLS, E. 1993.** Recombinant bovine and porcine somatotropin: Safety and benefits of these biotechnologies. *Journal of the American Dietetic Association* 93(2):177-180.

**EPPARD, P.; BAUMAN, D.; CURTIS, C.; ERB, H.; LANZA, G.; DeGEETER, M. 1987.** Effect of 188-Day Treatment with somatotropin on health and reproductive performance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 70:582-591

**EUROPEAN COMMISSION. SCIENTIFIC COMMITTEE ON ANIMAL HEALTH AND ANIMAL WELFARE. 1999.** Report on animal welfare aspects of the use of bovine somatotrophin. 91p.

**GONZALEZ, F. 2006.** Beneficios de la BST, más leche, somatotrofina bovina, un producto biotecnológico estratégico para la producción de leche. *Ciencia e Investigación Agraria* 30:30-34.

**GRINGS, E.; deAVILA, D.; EGGERT, R.; REEVES, J. 1990.** Conception rate, growth, and lactation of dairy heifers treated with recombinant somatotropin. *Journal of Dairy Science* 73:73-77.

**HOEBEN, D.; BURVENICH, C.; EPPARD, P.; HARD, D. 1999.** Effect of recombinant bovine somatotropin on milk production and composition of cows with *Streptococcus uberis* mastitis. *Journal of Dairy Science* 82:1671-1683.

**HUBER, J.; WU, Z.; FONTES, C.; SULLIVAN, J.; HOFFMAN, R.; HARTNELL, G. 1997.** Administration of recombinant bovine somatotropin to dairy cows for four consecutive lactations. *Journal of Dairy Science* 80: 2355-2360.

**JENNY, B.; GRIMES, L.; PARDUE, F.; ROCK, D.; PATTERSON, D. 1992.** Lactational response of jersey cows to bovine somatotropin administered daily or in a sustained-release formulation. *Journal of Dairy Science* 75: 3402-3407.

**KIM, Y.; KIM, D. 2012.** Effects of boostin-250 supplementation on milk production and health of dairy cows. *Journal of Veterinary Clinics* 29(3): 213-219.

**LANNA, D.; HOUSEKNECHT, K.; HARRIS, D.; BAUMAN, D. 1995.** Effect of somatotropin treatment on lipogenesis, lipolysis, and related cellular mechanisms in adipose tissue of lactating cows. *Journal of Dairy Science* 78:1703-1712.

- MACHLIN, L. 1973.** Effect of growth hormone on milk production and feed utilization in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 56:575– 580.
- MILIAN-SUAZO, F.; ERB, H.; SMITH, R. 1988.** Descriptive epidemiology of culling in dairy cows from 34 herds in New York State. *Preventive Veterinary Medicine* 6: 243-251.
- MCCLARY, D.; GREEN, H.; BASSON, R.; NICKERSON, S. 1994.** The effects of a sustained-release recombinant bovine somatotropin (somidobove) on udder health for a full lactation. *Journal of Dairy Science* 77:2261-2271.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2001.** Nutrient requirements of dairy cattle: 7th revised edition. National Academy Press. Washington DC, USA. 408 p.
- POSADA, S.; ECHAVARRÍA, H.; MONTOYA, G.; CARDONA, A.; ECHEVERRI, O. 2008.** Evaluación productiva y microeconómica de la aplicación de fuentes comerciales de somatotropina bovina en vacas de leche. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 21:27-38.
- PRADO, I.; NASCIMENTO, W.; NEGRAO, J.; RIGOLON, L.; DE SOUZA, S.; DOI SAKUNO, M.; PESSINI, G.; 2003.** Recombinant bovine somatotropin (rBST) on hematologic aspects and metabolites of heifers (1/2 Nellore x 1/2 Red Angus) blood, in feedlot. *Brazilian Journal of Animal Science* 32:465-472.
- RUEGG, P.; FABELLAR, A.; HINTZ, R. 1998.** Effect of the use of bovine somatotropin on culling practices in thirty-two dairy herds in Indiana, Michigan, and Ohio. *Journal of Dairy Science* 81:1262–1266
- SANTOS, J.; JUCHEM, S.; CERRI, R.; GALVAO, K.; CHEBEL, R.; THATCHER, W.; DEI, C.; BILBY, C. 2004.** Effect of bST and reproductive management on reproductive performance of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 87:868–881.
- SAS INSTITUTE. 2003.** SAS/STAT Software: Change and enhancements through release 9.2 for Windows. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- SHOOK, G. 1989.** Selection for disease resistance. *Journal of Dairy Science* 72:1349-1362.



**STEHR, W.; TWELE, B.; ROSALES, L. 2001.** Uso de somatotrofina recombinante en vacas lecheras. Archivos de Zootecnia 50: 422- 437.

**STRICKER, P.; GRUETER, F. 1928.** Action du lobe antérieur de l'hypophyse sur la monte laiteuse. Comptes Rendus Société Biologie 99:1978 –1980.

**THOMAS, J.; ERDMAN, R.; GALTON, D.; LAMB, R.; ARAMBEL, M.; OLSON, J.; MADSEN, K.; SAMUELS, W.; PEEL, C.; GREEN, G. 1991.** Responses by lactating cows in commercial dairy herds to recombinant bovine somatotropin. Journal of Dairy Science 74:945-964.

**VARGAS, A.; OSORIO, C.; LOAIZA, J.; VILLA, N.; CEBALLOS, A. 2006.** Efecto del uso de una somatotropina bovina recombinante (bSTr) en vacas lecheras a pastoreo bajo condiciones tropicales. Archivos Médicos Veterinarios 38: 33-38.

**WHITE, T.; MADSEN, K.; HINTZ, R.; SORBET, R.; COLLIER, R.; HARD, D.; HARTNELL, G.; SAMUELS, W.; KERCHOVE, G.; ADRIAENS, F.; CRAVEN, N.; BAUMAN, D.; BERTRAND, G.; BRUNEAU, P.; GRAVERT, G.; HEAD, H.; HUBER, J.; LAMB, R.; PALMER, C.; PELL, A.; PHIPPS, R.; WELLER, R.; PIVA, G.; RIJPKEMA, Y.; SKARDA, J.; VEDEAU, F.; WOLLNY, C. 1994.** Clinical mastitis in cows treated with sometribove (recombinant bovine somatotropin) and its relationship to milk yield. Journal of Dairy Science 77:2249-2260.

**WORLD HEALTH ORGANIZATION (W.H.O). 1999.** Evaluation of certain veterinary drug residues in food. Fiftieth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. World Health Organization Technical Report Series No. 888.