

**Efecto de la aplicación de Lactotropina[®] en el
desempeño productivo y reproductivo de
vacas lecheras en Zamorano**

**German Arturo Orellana Contreras
Gustavo Adolfo Mendizabal Batres**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

Efecto de la aplicación de Lactotropina[®] en el desempeño productivo y reproductivo de vacas lecheras en Zamorano

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

Presentado por

**German Arturo Orellana Contreras
Gustavo Adolfo Mendizabal Batres**

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2018

Efecto de la aplicación de Lactotropina® en el desempeño productivo y reproductivo de vacas lecheras en Zamorano

**German Arturo Orellana Contreras
Gustavo Adolfo Mendizabal Batres**

Resumen. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de Lactotropina® en el desempeño productivo y reproductivo de vacas lecheras de alta producción. Lactotropina® contiene Somatotropina bovina recombinante, hormona proteica que tiene como propósito aumentar la síntesis láctea, mejorando la persistencia en el ciclo productivo de las vacas. 16 vacas Holstein con características similares, con relación a los días en lactancia, raza, número de partos y condición corporal fueron seleccionadas totalmente al azar y separadas en dos grupos. El grupo control (n=8) no se le aplicó Lactotropina® y el grupo tratamiento (n=8) se les aplicó Lactotropina® cada 14 días. La comparación de ambos grupos se realizó mediante la separación de medias con el test Duncan, con una probabilidad de ($P \leq 0.05$). La producción de leche aumentó 2.66 kg/día más en el grupo tratamiento. En cuanto a persistencia el grupo tratamiento obtuvo 94.5% en descenso de producción de leche, mientras que el grupo control obtuvo 89.5%. Los parámetros de calidad de leche indicaron un ligero cambio en la cantidad de grasas y proteínas, teniendo un mayor porcentaje el grupo control. La condición corporal calificada fue similar a lo largo del estudio, esto se debe a que el hato seleccionado se encontraba en su pico de producción. El número de servicios/concepción entre grupos no indicaron diferencia significativa. Por último, se realizó un análisis de costos para evaluar la rentabilidad del producto. El retorno sobre la inversión en este estudio es de \$0.42 dólares por cada dólar invertido en el programa de Lactotropina®, lo que indica un costo-beneficio positivo.

Palabras clave: Condición corporal, días en lactancia, número de servicios, persistencia, somatotropina bovina recombinante.

Abstract. The aim of this study was to evaluate the effects of Lactotropina® on productive and reproductive performance of high yielding dairy cows. Lactotropina® contains recombinant bovine somatotropin, a protein hormone that improves milk production, and persistency of milk production. 16 Holstein dairy cows with similar characteristics such as days in milk, breed, number of calves, and body condition. Cows were selected and separated in two groups. A control group (n=8) without any application, and the treatment group (n=8) with the application of Lactotropina® each 14 days. Comparison between the two groups was made by using a general linear model, a Duncan's Multiple range test, with a probability of ($P \leq 0.05$). Milk yield improved 2.66 kg/day in the treatment than in control. Persistency in treatment group decreased 94.5%, while control group decrease 89.5%. There was a tendency for concentration of milk fat and proteins, having a slightly change between groups. Thus, indicating improvement in the control group. Body condition was similar throughout the development of the study, because the selected cows reached yield peak (were in a positive energy balance). There was no significant difference in the number of services between groups. A cost analysis was made to evaluate the product profitability. The return on investment in this study is \$0.42 for each dollar invested in the Lactotropina® program, which indicates a positive cost benefit.

Key words: Body condition, days in milk, number of services, persistency, recombinant bovine somatotropin.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros, Figura y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4. CONCLUSIONES.....	16
5. RECOMENDACIONES.....	17
6. LITERATURA CITADA.....	18
7. ANEXOS.....	23

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURA Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Consumo total de Materia Seca (MS) por vaca en potreros de pasto Tobiata (<i>Panicum maximum</i>) y ensilaje.	4
2. Consumo total de Materia Seca (MS) en vacas elite y vacas de alta producción, bajo suplementación de concentrado.....	5
3. Vacas seleccionadas según días de lactancia y Condición Corporal (CC), señalando la pesa de leche antes de iniciar el tratamiento	5
4. Promedio de producción de leche (kg), condición corporal y días en lactancia en el tratamiento de Lactotropina® y las vacas control en la Unidad de Ganado Lechero, Zamorano	8
5. Promedio de producción de leche (kg) por vaca al inicio del experimento, al final, y promedio total en vacas con Lactotropina® y vacas control	9
6. Composición de la leche en términos de porcentaje en proteína y grasa.	11
7. Condición corporal (CC) al inicio, al medio y al final del experimento.	12
8. Número de servicios/concepción promedio en vacas tratamiento y vacas control.	13
9. Ingreso neto (USD) al aplicar Lactotropina® en ocho vacas del experimento por dos meses.....	14
10. Ingreso bruto, ingreso neto y costo total al aplicar Lactotropina® en todo el hato lechero de Zamorano.	15

Figura	Página
1. Curva de lactancia de los grupos estudiados, según días después de la primera aplicación en kg de leche.....	10

Anexos	Página
1. Cantidad en porcentajes de los ingredientes del concentrado suplementado	23
2. Curva de lactancia del grupo Lactotropina® y del grupo control	23
3. Test de orina en las vacas Lactotropina® y las vacas control, mediante tiras reactivas de orina que evalúan diferentes parámetros.	24

1. INTRODUCCIÓN

La producción lechera en América Latina y el Caribe aporta el 12% a la producción mundial, esta se ve expuesta constantemente al dinamismo como consecuencia del aumento en demanda de productos lácteos en los últimos años. Honduras posee el 2.1% de la producción total de leche en América Latina y el Caribe (FAO 2012). De acuerdo a este índice de producción y al estado creciente de la demanda de la misma, se esperaría un aumento en la oferta por parte de los productores hondureños. Sin embargo, se han observado tendencias en la baja producción de leche y en la paralización de rendimientos en Honduras (CDPC 2013).

Existen parámetros que juegan un papel importante en el ámbito del ganado lechero, como el factor ambiental y el genético; los cuales logran alterar la producción y el rendimiento al ser manejados de una forma incorrecta. De igual manera se encuentra el factor de la persistencia en la lactancia, que logra afectar la actividad económica del hato. Dekkers *et al.* (1998) estableció que esta característica también posee un impacto sobre la fertilidad, la salud y el costo de la alimentación en el hato lechero. Debido a las fluctuaciones y delicadeza que presenta el manejo de estos animales, se han tratado de incorporar tecnologías que ayuden al mejoramiento de los resultados en producción. Un ejemplo del mismo, es la incorporación de biotecnología en producción de leche bovina. Esta ha sido de suma importancia, debido a que ha logrado aumentar la cantidad de leche producida según datos de Puzo (1993).

Actualmente, hay una problemática creciente dirigida al uso de estas biotecnologías debido a la creencia de que afectan de manera negativa los aspectos reproductivos de las vacas y su calidad final de leche. Como una solución a este problema se encuentra la Lactotropina[®]. Este producto contiene una hormona que busca mantener la persistencia en producción de leche, sin causar efectos negativos, tanto en la reproducción de la vaca como en la calidad y cantidad de leche producida.

La Lactotropina[®] es una inyección de somatotropina bovina recombinante (rbST), siendo ésta el análogo sintético de la hormona somatotropina bovina (bST) que ayuda a los procesos metabólicos en el animal. La somatotropina bovina recombinante (rbST) también es conocida como la hormona de crecimiento que tiene efecto directo sobre receptores hepáticos y esto fomenta la utilización y absorción de nutrientes, aumentando la síntesis láctea, por medio del factor de crecimiento insulínico tipo 1 (Caballero *et al.* 1995). De manera natural la glándula pituitaria es la encargada de sintetizar la bST, ésta glándula trabaja de manera simultánea con el hígado para producir más energía (Carrillo *et al.* 2011). La rbST es creada a partir de la bacteria *Escherichia coli* con la ayuda de técnicas especiales

que alteran el ADN, creando así una molécula con la misma estructura y función que la bST.

Durante la lactancia los nutrientes adquiridos para sintetizar la leche son regulados por la somatotropina, de esta manera al aplicar rbST existe un incremento en la producción de leche (Bauman y Collier 2010). Cuando las vacas llegan a su pico de lactancia la producción de rbST decae, es por ello que se da la aplicación de rbST vía subcutánea a vacas que han alcanzado su pico de producción (Erasmus y Webb 2013).

La importancia endógena que desempeña la somatotropina bovina es determinante para la producción de leche (Lean *et al.* 1992), pero su producción por animal es limitada. Por ello para alcanzar mejores resultados se emplea la utilización de rbST exógena, la cual según estudios realizados por Etherton y Bauman (1998), mejora el rendimiento y la eficiencia en el uso de nutrientes, con el propósito de optimizar su mecanismo de acción en la síntesis de leche con ganada bovino. De igual manera se han indicado incrementos en la producción de leche, en vacas bajo condiciones tropicales en pastoreo, de un 7.4% al utilizar rbST. Estudios relacionados con la hormona detallan que la condición corporal no se ve afectada (Vargas *et al.* 2006), ni el balance energético (Sánchez *et al.* 2014) al implementar su uso.

Lactotropina® promueve incrementos en cantidad de leche como efecto del mejor manejo en la persistencia del ciclo productivo de las vacas, modificando así la curva de producción. Como consecuencia se obtiene una mayor producción promedio durante las curvas de lactancia (Molina y Hard 1995). Se ha demostrado que las vacas lecheras con la aplicación de rbST producen más leche, comparado a vacas sin la aplicación de esta (Magliario *et al.* 2004). Con relación a la calidad de leche (Tarazón-Herrera *et al.* 2009) se menciona que la composición de proteína y grasa dentro de la leche no fueron afectados al utilizar rbST. Sin embargo, estudios han demostrado pérdida de grasa en la leche, aunque la proteína contenida ha aumentado (de Moraes *et al.* 2017). Por otro lado, aspectos reproductivos en vacas lecheras han respondido de forma positiva al aplicar rbST, favoreciendo la ovulación y el índice de concepción (Hernández-Cerón y Gutiérrez-Aguilar 2013). Estudios determinaron que existe una reducción en el retorno del estro con tratamientos de rbST. Sin embargo, la tasa de concepción de vacas inseminadas es alta después de la aplicación de rbST (Santos *et al.* 2004). No existe interrupción del intervalo parto-concepción al utilizar rbST, por lo tanto, los números de servicios por concepción no se ven afectados (Rennó *et al.* 2006).

Debido a que el estudio se llevó a cabo en una zona tropical es necesario tomar en cuenta que altas temperaturas pueden provocar estrés calórico a vacas lecheras Holstein, lo que puede causar caídas en la producción. Resultados serán útiles para todos aquellos productores de leche de vaca, que se encuentran en el trópico y tienen fácil acceso a Lactotropina®. Además, resultados positivos podrían funcionar como implementación de la misma en el hato lechero de Zamorano. Este estudio tiene la finalidad de comprobar el uso de Lactotropina® para que los productores puedan obtener más leche a lo largo de las lactancias, sin que cause problemas reproductivos en el hato.

- El presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de Lactotropina[®] sobre la producción y calidad de la leche. Además de la influencia de esta sobre los números de servicios por concepción, porcentaje de preñez y la persistencia en producción del hato lechero de Zamorano

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, en la sección de ordeño de la Unidad de Ganado Lechero, entre los meses de junio a agosto del año 2018. Esta institución se encuentra a 32 km de Tegucigalpa, Honduras. A 800 msnm, con una precipitación anual de 1100 mm por año, con una temperatura de 24 °C en promedio.

Se utilizaron 16 vacas multíparas (entre 2-4 partos), de la raza Holstein que se encontraban en los grupos élite y de alta producción. Diferenciadas por los kilogramos en producción, siendo las élites productoras de más de 25 kg, y las altas de 18-25 kg en producción. Las 16 vacas fueron divididas en dos grupos homogéneos (Cuadro 3). Al grupo uno se le aplicó Lactotropina®, y al grupo dos no se le aplicó el producto, siendo este grupo control. Las vacas seleccionadas se encontraban en pico de producción, entre los 45 y 99 días de lactancia. La Condición Corporal (CC) en la escala de uno a cinco para ganado lechero fue mayor a 2.75 para todas las vacas.

Las vacas utilizadas en el experimento se encontraban bajo condiciones de pastoreo en potreros de 4,500 m², con pasto Tobiatá (*Panicum maximum*) y ensilaje. Mediante aforos se determinó la cantidad de Materia Seca (MS) consumida al día por vaca (Cuadro 1).

Cuadro 1. Consumo total de Materia Seca (MS) por vaca en potreros de pasto Tobiatá (*Panicum maximum*) y ensilaje.

Grupo	kg MF/vaca	MS (%)	kg MS/vaca
Pasto	42	20	8.4
Ensilaje	16	30	4.8
Total forraje (kg)			13.2

MF: Materia Fresca.

Las instalaciones de la Unidad de Ganado Lechero cuentan con un ordeño mecanizado en forma de espina de pescado. En donde se realizan dos ordeños todos los días, a las 4:00 a.m. y 2:00 p.m. Después de que las vacas pasaban por el ordeño mecanizado, estas ingresaban a los comederos para ser suplementadas. Al finalizar la alimentación suplementada, las vacas iniciaban el pastoreo.

A pesar de que las vacas se encontraron bajo condiciones de pastoreo, también se suplementaron con concentrado (Anexo 1). De tal forma se determinó el consumo total de materia seca al día por vaca tanto en vacas élite como en vacas de alta producción (Cuadro 2).

Cuadro 2. Consumo total de Materia Seca (MS) en vacas élite y vacas de alta producción, bajo suplementación de concentrado.

Grupo	kg MF/vaca	MS (%)	kg/MS/vaca
Elite	11.36	89	10.11
Alta	9.10	89	8.09

MF: Materia fresca.

Cuadro 3. Vacas seleccionadas según días de lactancia y Condición Corporal (CC), señalando la pesa de leche antes de iniciar el tratamiento.

Grupo	ID vaca	CC	Días de Lactancia	Pesa de leche antes de iniciar tratamiento (kg)
Lactotropina®	713014	3.25	45	24.10
	714812	3.00	50	33.10
	76812	2.75	55	26.20
	721514	3.00	56	23.50
	317512	2.75	63	25.50
	725514	3.25	75	22.60
	324412	3.50	84	22.00
	325914	3.50	88	30.50
Control	39113	3.25	47	30.60
	76315	3.00	48	25.60
	711515	3.00	52	24.40
	77812	3.25	62	28.50
	712914	3.25	80	22.30
	714014	3.00	85	18.00
	320114	2.75	95	25.50
	317412	3.25	99	18.60
Media		3.11	67.75	25.06
Desviación Estándar		0.24	18.53	4.14
Coefficiente de Variación		0.08	0.27	0.17

Aplicación de Lactotropina®. La jeringa consta de Complejo de somatotropina bovina zinc en 500 mg, y excipientes a 1.4 mL. Se utilizaron 32 inyecciones de Lactotropina®, de las cuales se distribuyeron a las ocho vacas tratamiento. Las aplicaciones de Lactotropina® se realizaron cada 14 días durante dos meses. El producto se administró vía subcutánea en la depresión de los lados de la base de la cola. Se alternó el lado en cada aplicación.

Variables analizadas.

Producción de leche. Las vacas utilizadas en el estudio se ordeñaron dos veces al día, por lo tanto, la medición del volumen de producción se realizó a las 4:00 am y 2:00 pm de acuerdo al sistema de ordeño mecanizado en la Unidad de Ganado Lechero. Esta medición se realizó los días lunes, miércoles y viernes durante todo el estudio.

Persistencia. La persistencia se relaciona con el descenso de producción de leche en un tiempo determinado. Esto debe de tener relación desde el pico de lactancia de las vacas y su capacidad de mantenerse (Bretschneider *et al.* 2015). El método para calcular la persistencia en lactancia consta de una pesa temprana y otra tardía desde el pico de producción. Conllevadas en la fórmula 1 en términos de porcentaje:

$$\text{Persistencia} = \frac{\text{Pesa tardía}}{\text{Pesa temprana}} \times 100 \quad [1]$$

Este cálculo se realizó utilizando la primera pesa de leche como pesa temprana, y la última pesa del experimento como pesa tardía, expresando en términos de porcentaje la habilidad del hato en mantener la producción después de los 60 días de lactancia. Considerando valores más grandes sinónimo de mejor persistencia.

Componentes de la leche. Cinco días después de la última aplicación de Lactotropina® se tomaron diferentes muestras de leche en vacas control y en vacas tratamiento. Se realizó una mezcla homogénea respectivamente de la leche proveniente de las vacas control y otra de las vacas tratamiento. Estas diferentes muestras se analizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ).

El análisis de proteína se realizó bajo la metodología AOAC 2001.11. Mientras tanto, el análisis de grasa se trabajó bajo la prueba Babcock (Revilla 1996) con la siguiente metodología:

- Se agregaron 17.6 mL de leche a un butirómetro con escala 0-8%.
- Se adicionaron 10 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄), y se colocó el butirómetro en el agitador por un minuto.
- Seguidamente se colocó el butirómetro en la centrifuga por cinco minutos.

- Se agregó hasta el cuello del butirómetro agua a 60 °C.
- Por dos minutos, se centrifugó de nuevo.
- Después de centrifugar durante dos minutos, se agregó agua a 60 °C hasta el nivel ocho del butirómetro.
- Después de agregar agua se centrifugó por un minuto más. La lectura se debe a la cantidad de grasa que se encontró en la columna. Siendo ésta la escala en términos de porcentaje.

Condición corporal. La calificación fue realizada en escala del uno al cinco en vacas lecheras, teniendo en cuenta seis áreas anatómicas para la determinación de la condición corporal: costillas cortas, hueso de la cadera, ligamento sacro, anca, isquiones y ligamentos de la base de la cola (Wildman *et al.* 1982). Se hicieron tres calificaciones de condición corporal, al inicio, a la mitad (30 días) y al final del experimento.

Número de servicios. La cantidad de inseminaciones que se realizaron a las vacas individualmente durante el período del estudio. Se evaluaron según registros encontrados en el programa bovino VAMPP 3.0.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico.

El diseño Experimental se basó en un análisis de variancia con un Diseño Completamente al Azar (DCA), dos tratamientos (Tratamiento, con inyecciones de Lactotropina[®]; Control, sin inyecciones de Lactotropina[®]), 16 unidades experimentales y medidas repetidas en el tiempo. Se utilizó el modelo lineal general (GLM por sus siglas en inglés), con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$. Se realizó una prueba de Chi cuadrado (χ^2) para obtener la preñez acumulada en el periodo de estudio. Utilizando el programa estadístico SAS[®] versión 9.4.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los 16 animales utilizadas en el experimento, tanto las vacas control como las vacas con Lactotropina[®] obtuvieron un comportamiento similar en cuanto a las características de selección (Cuadro 4).

Cuadro 4. Promedio de producción de leche (kg), condición corporal y días en lactancia en el tratamiento de Lactotropina[®] y las vacas control en la Unidad de Ganado Lechero, Zamorano.

Grupo	CC (ns)	DEL (ns)	PDL (kg) (ns)
Control	3.06	71.29	24.19
Lactotropina [®]	3.09	64.87	25.94
CV (%)	7.32	27.15	16.68

CC: Condición corporal.

DEL: Días en lactancia.

PDL: Producción de leche.

CV: Coeficiente de variación

ns: No se encuentran diferencias entre tratamientos ($P>0.05$).

Producción de Leche.

La producción de leche en el pico de lactancia (al inicio del experimento) se encuentra bajo los rangos normales, considerando el sistema de producción bajo climas tropicales (Cañas *et al.* 2009). Asimismo, no se observaron diferencias ($P>0.05$) en producción de leche al iniciar el experimento entre los grupos estudiados.

Es importante resaltar los promedios de producción de leche evaluados a lo largo del tiempo (Cuadro 5). En donde la producción al inicio indica la primera pesa de leche, la producción final indica la última pesa de leche, y la producción total de leche hace referencia al promedio de leche producido por día a lo largo del experimento.

Cuadro 5. Promedio de producción de leche (kg) por vaca al inicio del experimento, al final, y promedio total en vacas con Lactotropina[®] y vacas control.

Grupo	Producción de leche inicio (kg) ^{ns}	Producción de leche final (kg)	Producción de leche total (kg)
Control	24.19	21.61 ^a	24.08 ^a
Lactotropina [®]	25.94	24.50 ^b	26.74 ^b
CV (%)	16.68	25.49	10.17

CV: Coeficiente de variación.

^{ns}: No se encuentran diferencias entre tratamientos (P>0.05).

^{ab}: diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas (P≤0.05).

Como se observa en el Cuadro 5 la producción de leche en el último día de pesa, presentó diferencia entre tratamientos (P≤0.05), donde el grupo Lactotropina[®] presentó mayor producción de leche que el grupo control. También se ve reflejado sobre la producción total de leche. Mostrando diferencia (P≤0.05) en los promedios de las producciones totales de leche entre el grupo Lactotropina[®] y el grupo control, reflejando 2.66 kg más en producción de leche a favor del grupo Lactotropina[®], esto también ha sido observado en otras investigaciones obteniendo incrementos similares.

Estudios anteriores mencionan que dosis de 500 mg de somatotropina bovina recombinante tienen efecto en el aumento de producción láctea, reportando incrementos de 2.7 kg en vacas Holstein diariamente (Shibru 2016). En Colombia el uso de somatotropina bovina bajo condiciones tropicales, utilizando 10 vacas tratamiento y 10 vacas control, con 84 días en lactancia en promedio, utilizadas para medir la producción promedio de leche, observaron un aumento de 7.4% en el grupo al que se le aplicó Lactotropina[®] (Vargas *et al.* 2006).

Otros estudios, bajo condiciones tropicales han demostrado que en vacas multíparas Holstein tratadas con Lactotropina[®] incrementaron la producción en un promedio de 2.8 kg de leche al día por animal (Molina y Hard 1995). Por otro lado, en Brasil se utilizaron 41 vacas entre los 60-150 días de lactancia para evaluar la somatotropina bovina recombinante, en donde las vacas tratadas con rbST obtuvieron un 14% más en la producción de leche (Rennó *et al.* 2006).

Sin embargo, se debe de mencionar que después del pico de producción de leche, la síntesis láctea decrece. Por lo tanto, Lactotropina[®] se relaciona en mantener el pico de producción o más bien mantener la persistencia en la producción de leche.

Persistencia.

Los niveles de producción a lo largo de la lactancia en vacas lecheras representan datos variables, esto se debe a que factores climáticos, alimenticios y genéticos pueden afectar la producción. En las pesas recopiladas el punto máximo de producción para ambos grupos fue el día 11 después de la aplicación de somatotropina bovina. Siendo el día 58 después de la aplicación de Lactotropina[®] la última pesa recopilada. Con relación a los días después

de la primera aplicación y los kilogramos de leche producidos, hasta la última pesa de leche se puede establecer la curva de lactancia en determinado tiempo (Figura 1).

Al momento de aplicar Lactotropina® los dos grupos en tratamiento ya habían superado el día 60 de producción, lo que indica que su pico de producción ya se había alcanzado. Al inicio del experimento, tres días antes de aplicar Lactotropina®, el grupo tratamiento obtuvo en promedio 25.9 kg de leche, mientras que el grupo control produjo 24.19 kg. De otra forma, la última pesa en el grupo control fue de 21.6 kg y del grupo Lactotropina® fue de 24.5 kg. La persistencia indica la tasa de disminución en la producción de leche, desde el pico de producción alcanzado. Además, la persistencia es un factor genético moderadamente bajo, vacas Holstein se presenta una tasa de un 92% (DHI 1990). El grupo Lactotropina® presentó una persistencia mayor que la persistencia del grupo control.

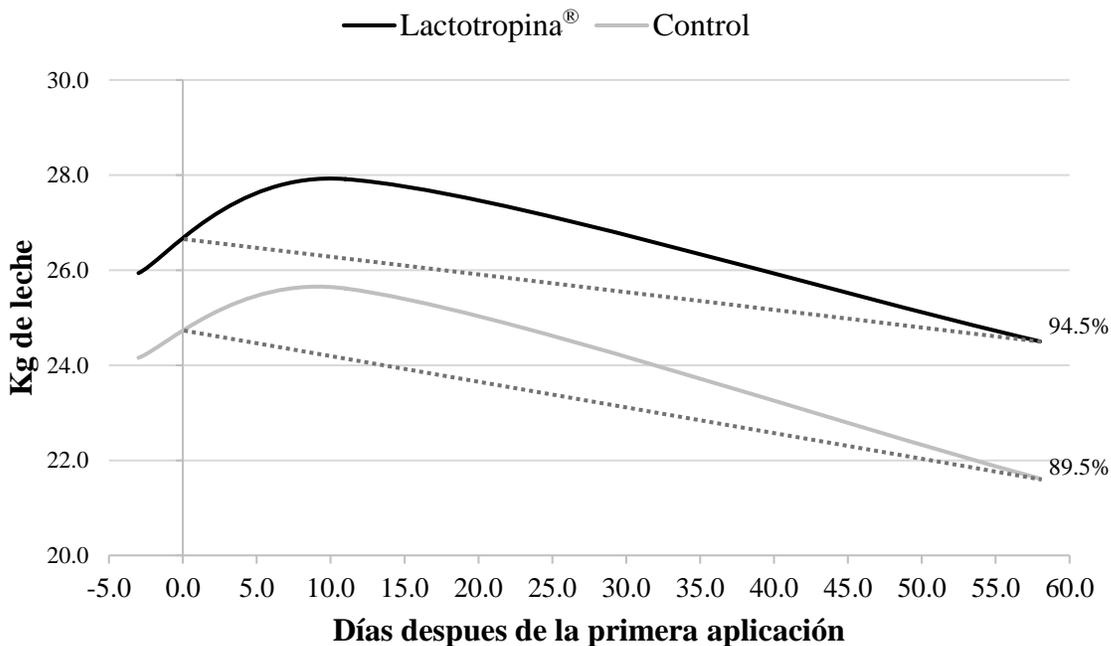


Figura 1. Curva de lactancia de los grupos estudiados, según días después de la primera aplicación en kg de leche.

Ambos grupos se encuentran cerca de la persistencia normal de una vaca lechera Holstein. Sin embargo, el grupo Lactotropina® obtuvo un mejor resultado debido a que es un producto de liberación lenta, lo que hace que el aprovechamiento de los nutrientes mediante receptores hepáticos sea aprovechable a lo largo del tiempo, obteniendo una mayor producción de leche.

En comparación a un estudio similar, Molina y Hard (1995) afirman que la utilización de Lactotropina® mejora la persistencia de la curva de producción de leche en vacas lactantes.

Lo que se ve impactado en una mayor producción de leche durante el periodo de tratamiento. Por otro lado, en México se realizó un estudio con 19 vacas multíparas inducidas a lactancia, a las cuales se les aplicó somatotropina bovina recombinante señalando mayor persistencia en la curva de lactancia a lo largo del ciclo de producción (Mellado *et al.* 2014).

Componentes de la Leche.

La raza lechera Holstein, es caracterizada por la alta producción, la síntesis de grasas y proteínas se ve influenciado sobre ello. El porcentaje de grasa en vacas Holstein llega a alcanzar un rango que oscila entre 3.5 – 4.7% (Cejna y Chladek 2005). Mientras tanto, el porcentaje de proteína abarca un 3.2% del total de la leche en vacas Holstein (Rodríguez *et al.* 1985).

Como se puede observar en el cuadro 6, el porcentaje de grasa y proteína en la leche de las vacas con Lactotropina[®] fue menor al grupo de las vacas control respectivamente, existiendo un cambio ligero entre grupos. El porcentaje de grasa en el grupo Lactotropina[®] clasifica la leche como leche tipo B en la Planta de Lácteos de Zamorano. Mientras que, el porcentaje de grasa en el control clasifica la leche como tipo A, siendo esta mejor.

Cuadro 6. Composición de la leche en términos de porcentaje en proteína y grasa.

Grupo	Grasa (%)	Proteína (%)
Control	4.00	2.96
Lactotropina [®]	3.40	2.85

En estudios realizados no se han atribuido efectos en la administración de Lactotropina[®] sobre porcentaje de grasas en la leche (Rennó *et al.* 2006). Por otro lado, en Guatemala se realizó un estudio con 20 vacas utilizando somatotropina bovina en el cual los resultados de porcentaje de grasa y proteínas en la leche no fueron afectados al momento de aplicar somatotropina bovina recombinante (García Queiza 2001). Sin embargo, estudios han demostrado pérdida de grasa en la leche, aunque la proteína contenida ha aumentado (de Moraes *et al.* 2017).

El centro de investigación de ganado lechero de la universidad de Arizona utilizó siete vacas con aplicación de somatotropina bovina, en donde se determinó que la producción de proteína y grasa no fueron significativamente diferentes. Sin embargo, observaron una tendencia de estos parámetros a ser mayores después de administrar somatotropina bovina (Tarazón-Herrera *et al.* 2009).

Condición Corporal.

La condición corporal permite calificar el hato, indicando un adecuado manejo nutricional y reproductivo, debido a la alta demanda de producción a las que están sometidas las razas lecheras (Grigera y Bargo 2005). El estado óptimo de condición corporal según la curva de lactancia es de 3.0 la cual se logra a los 45 días luego del parto de la vaca y esta se mantiene mayormente a lo largo de la lactancia (Sánchez 2000).

La calificación de condición corporal (Cuadro 7), fue similar a lo largo de todo el estudio, en ambos casos. Tanto en el grupo Lactotropina[®], como en el grupo control no se encontró diferencia ($P>0.05$). Esto se debe a que el hato seleccionado alcanzó su pico de producción y comenzó a pasar a un balance energético positivo.

Basados en la etapa del ciclo de lactancia en donde la muestra de animales fue obtenida, se encontró que la condición corporal va acorde a la lactancia que se encontró en el rango de 2.5-3.75, en donde el pico de producción fue alcanzado (Wildman *et al.* 1982). Las vacas de alta producción normalmente disminuyen la condición corporal debido a un balance energético negativo más agudo en comparación con animales que se encuentran en un balance energético positivo de acuerdo a la curva de lactancia (Grigera y Bargo 2005).

Cuadro 7. Condición corporal (CC) al inicio, al medio y al final del experimento.

Grupo	CC al inicio^{ns}	CC al medio^{ns}	CC al final^{ns}
Control	3.06	3.03	3.00
Lactotropina [®]	3.09	3.06	3.09
CV(%)	7.32	6.34	7.55

CC: Condición corporal

CV: Coeficiente de variación

^{ns}: No se encuentran diferencias entre tratamientos ($P>0.05$).

Estudios que han abarcado todo el ciclo de producción de las vacas aplicando somatotropina bovina, determinan como resultado un ligero aumento en la condición corporal del grupo control (García Queiza 2001). En Colombia se realizó un estudio con somatotropina bovina recombinante en vacas lecheras, en donde la condición corporal fue similar a lo largo del estudio, entre grupo tratamiento y control (Vargas *et al.* 2006).

La universidad de Georgia realizó un estudio con 20 vacas multíparas y la aplicación de somatotropina bovina, en donde reflejó un efecto en la calificación de condición corporal en vacas tratadas con rbST. La condición corporal declinó a lo largo de la lactancia en vacas tratadas con somatotropina bovina, mientras que vacas control finalizaron con una mayor calificación de condición corporal (West *et al.* 1990).

Número de servicios/concepción.

El número de servicios en un hato representa un parámetro reproductivo importante bajo un sistema de producción con inseminación artificial. Esto se debe a que a mayor número de inseminaciones el ciclo productivo será ineficiente. Por lo tanto, se hace mención que las vacas del hato no deben tener más de tres servicios por concepción (Wattiaux 1996).

El número de servicios/concepción realizados en el experimento entre el grupo Lactotropina® y el grupo control (Cuadro 8) no presentó diferencia ($P>0.05$). Sin embargo, el Servicio por Concepción en el Total de Vacas mostró una diferencia ($P\leq 0.05$), este parámetro toma en cuenta los servicios realizados tanto en las vacas diagnosticadas preñadas, como vacías y aun los servicios de vacas eliminadas.

Cuadro 8. Número de servicios/concepción promedio en vacas tratamiento y vacas control.

Grupo	Vacas Preñadas	SC ^{ns}	SCTV	Porcentaje de preñez (%) ^{ns}
Control	5/8	1.6	2.8 ^a	63
Lactotropina®	6/8	1.5	2.0 ^b	75
P		0.7699	0.0016	0.5896
CV (%)		18.59	12.61	

SC: Servicios por concepción.

SCTV: Servicios por concepción en el total de las vacas.

^{ns}: No se encuentran diferencias entre tratamientos ($P>0.05$).

^{ab}: diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas ($P\leq 0.05$).

P: Probabilidad.

CV: Coeficiente de variación.

El manejo reproductivo de un hato lechero se ve definido por varios factores, como lo son programas de saneamiento, protocolos de inseminación y manejos nutricionales. La forma en la que parámetros reproductivos se pueden ver afectados por la somatotropina bovina recombinante se debe a la aplicación de esta cuando el animal se encuentra en un balance energético negativo. Esto se debe a la alta demanda de nutrientes que se encuentren en las reservas del animal dedicados a la producción de leche y no a la movilización de estos para el desarrollo reproductivo, causando un efecto indirecto sobre el número de servicios por concepción (Cole *et al.* 1991).

Moreira *et al.* (2002) mencionan que al aplicar rbST en el mismo día en que se realiza el servicio existe una reducción en el número de ovocitos infértiles en comparación al control. Además, un estudio en Oak, Florida, donde se relacionó embriones con factor de crecimiento insulínico 1 (IGF-1) para ser transferidos en vacas lecheras, demostró un mejor porcentaje en concepción (Block y Hansen 2007). Por otro lado, aspectos reproductivos en vacas lecheras han respondido de forma positiva al aplicar rbST, favoreciendo la ovulación y el índice de concepción (Hernández-Cerón y Gutiérrez-Aguilar 2013).

En experimentos realizados por 60 días, con vacas primíparas se ha demostrado que la administración de somatotropina bovina recombinante se puede realizar y no tendrá ningún efecto sobre el primer y segundo servicio (Jousan *et al.* 2007). Al igual que Stevenson (2009) menciona que la implementación de somatotropina bovina aumenta la tasa de

concepción al primer servicio en vacas cíclicas tratadas. En la universidad de Arkansas se realizó un estudio acerca de la influencia que tiene somatotropina bovina en el número de servicios, en la cual reportó que las vacas aplicadas con rbST mostraron un mayor número de concepciones al primer servicio (Flores *et al.* 2007).

Análisis de Costos.

Realizar un diagnóstico económico sobre Lactotropina[®] indica la rentabilidad del mismo. El respectivo análisis de costos con la aplicación de Lactotropina[®] se realizó sobre las ocho vacas a las cuales se les aplicó el producto por dos meses. Indicando en el Cuadro 9 el costo total, el ingreso bruto y el ingreso neto de la aplicación de Lactotropina[®] en el experimento.

Antes de identificar el ingreso neto y el retorno sobre la inversión, es apropiado mencionar que se debe de generar 1.20 kg de leche por vaca al día para alcanzar el punto de equilibrio. De igual forma, la respuesta a Lactotropina[®] fue de 2.66 kg de leche por vaca al día.

Cuadro 9. Ingreso neto (USD) al aplicar Lactotropina[®] en ocho vacas del experimento por dos meses.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Costo				
Compra de Lactotropina [®]	32	Unidad	\$7.70	\$246.40
Costo total				\$246.40
Ingreso				
Venta de Leche extra	1276.8	kg	\$0.46	\$587.33
Ingreso bruto				\$587.33
Ingreso neto				\$340.93
Retorno sobre la inversión				\$0.38

Tasa de cambio: 24.52 lempiras por USD.

El retorno sobre la inversión o ROI representa el retorno financiero para invertir según sea el rendimiento económico, es decir el retorno financiero por cada dólar de inversión (Phillips y Wollenhaupt 2007). El retorno sobre la inversión en este estudio es de \$0.38 dólares por cada dólar invertido en el programa de Lactotropina[®], lo que indica un costo-beneficio positivo.

El hato de Zamorano comprende 300 vacas en producción. Sin embargo, se estima que alrededor del 60% de los animales están sobre el protocolo de Lactotropina[®], demostrando en el cuadro 10 que el ingreso neto percibido al aplicar Lactotropina[®] sobre todo el hato.

Cuadro 10. Ingreso bruto, ingreso neto y costo total al aplicar Lactotropina[®] en todo el hato lechero de Zamorano.

Detalle	Total
Número de vacas en protocolo	75
Leche extra producida (kg)	2.66
Producción de leche (kg) extra al día	199.5
Ingreso bruto mensual	\$2,798.99
Costo de Lactotropina [®]	\$1,155.00
Ingreso neto	\$1,643.99

Tasa de cambio: 24.52 lempiras por USD.

4. CONCLUSIONES

- Se presentó un aumento en la producción de leche a lo largo del tiempo al momento de utilizar el producto Lactotropina®. En cuanto a composición de leche se encontró un ligero cambio en grasa y proteínas siendo ambos a favor del grupo control.
- El número de servicios por concepción no se vio afectado por el uso de somatotropina bovina a lo largo del experimento. Sin embargo, el grupo Lactotropina® presentó un menor número de servicios por concepción de todas las vacas.
- La influencia de Lactotropina® sobre la persistencia se ve afectada positivamente, permitiendo mantener la tasa de disminución en la producción de leche, después del pico de producción.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios que permitan evaluar análisis de componentes de la leche y células somáticas secretadas a lo largo de la implementación de Lactotropina®.
- Extender el periodo de uso de somatotropina bovina bajo las mismas condiciones controladas, y evaluar su influencia en el porcentaje de preñez.
- Evaluar el efecto de Lactotropina® en temporada de verano y estabulado completo, con relación a la cantidad de alimento consumido por cada grupo estudiado.
- Relacionar trastornos metabólicos como cetosis al momento de implementar somatotropina bovina.

6. LITERATURA CITADA

- Bauman D, Collier R. 2010. Use of bovine somatotropin to improve productive efficiency. Proceedings of the 8th annual Mid-Atlantic Nutrition Conference. Timonium, Maryland, Marzo 2010. Maryland, USA: Maryland Feed Industry Council.
- Bretschneider G, Salado E, Cuatrin A, Arias D. 2015. Lactancia: pico y persistencia ¿por qué cuidarlos? [Internet] Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA); [consultado 2018 jul 11]. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-mpinta_lactancia_pico_y_persistencia_febrero_2015.pdf.
- Block J, Hansen PJ. 2007. Interaction between season and culture with insulin-like growth factor-1 on survival of in vitro produced embryos following transfer to lactating dairy cows. *Theriogenology*; [consultado 2018 sep 27]. 67(9):1518–1529. eng. doi: 10.1016/j.theriogenology.2007.03.012.
- Caballero Chacón S, Ocampo Camberos L, Sumano López H. 1995. El uso de la somatotropina bovina recombinante (STBr) durante el estrés calórico en el ganado bovino. *Tecnol Pecu Mex*; [consultado 2018 sep 28]. 33(3): 168-178.
- Carrillo F, De La Cruz CO, Jaramillo E, Gómez A, Ulloa R, Salgado S. 2011. La somatotropina bovina recombinante (bst), una alternativa para incrementar la productividad de las ovejas. *Abanico Veterinario*; [consultado 2017 oct 23]. 11(1):44–50.
- Cañas J, Restrepo L, Ochoa J, Echeverri A. 2009. Estimación de las curvas de lactancia en ganado Holstein y BON x Holstein en trópico alto colombiano. *Rev Lasallista Investig*; [consultado 2018 sep 21]. 6(1):35–42.
- CDPC (Comisión para la Defensa y Promoción de la Competencia). 2013. Estudio Sectorial: "El mercado de leche y sus derivados en Honduras" [Internet]. Tegucigalpa: CDPC; [consultado 2018 jul 15]. https://www.cdpc.hn/sites/default/files/Privado/estudios_mercado/estudio%20sectorial%20003.pdf
- Cejna V, Chladek G. 2005. The importance of monitoring changes in milk fat to milk protein ratio in Holsteins cows during lactation. *J Cent Eur Agric*; [consultado 2018 sep 28]. 6(4):539–546.

- Cole WJ, Madsen KS, Hintz RL, Collier RL. 1991. Effect of recombinantly-derived bovine somatotropin on reproductive performance of dairy cattle. *Theriogenology*; [consultado 2018 sep 22]. 36(4):573–595. doi:10.1016/0093-691X(91)90396-U.
- Dekkers J, Hag JH, Weersink A. 1998. Economic aspects of persistency of lactation in dairy cattle. *Livest Prod Sci*; [consultado 2017 oct 25]. 53(3):237–252. doi:10.1016/S0301-6226(97)00124-3.
- DHI (Dairy Herd Improvement). 1990. Persistency of milk production. [consultado 2018 sep 23]. 1–4. http://www.agromedia.ca/ADM_Articles/content/DHI_persist.pdf.
- de Moraes JPG, da S Cruz AP, Minami NS, Veronese LP, Del Valle TA, Aramini J. 2017. Lactation performance of Holstein cows treated with 2 formulations of recombinant bovine somatotropin in a large commercial dairy herd in Brazil. *J Dairy Sci*; [consultado 2018 sep 22]. 100(7):5945–5956. eng. doi:10.3168/jds.2016-11965.
- Erasmus LJ, Webb EC. 2013. The effect of production system and management practices on the environmental impact, quality and safety of milk and dairy products. *S Afr J An Sci*; [consultado 2017 oct 25]. 43(3):424. doi:10.4314/sajas.v43i3.13.
- Etherton TD, Bauman DE. 1998. Biology of somatotropin in growth and lactation of domestic animals. *Physiol Rev*; [consultado 2017 oct 25]. 78(3):745–761. eng. doi:10.1152/physrev.1998.78.3.745.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2012. Situación de la lechería en América Latina y el Caribe en 2011. Chile: FAO; [consultado 2017 oct 25]. http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Dairy/Documents/Paper_Lecher%20C3%ADa_AmLatina_2011.pdf
- Flores R, Looper ML, Rorie RW, Lamb MA, Reiter ST, Hallford DM, Kreider DL, Rosenkrans CF. 2007. Influence of body condition and bovine somatotropin on estrous behavior, reproductive performance, and concentrations of serum somatotropin and plasma fatty acids in postpartum Brahman-influenced cows. *J Anim Sci*; [consultado 2018 sep 21]. 85(5):1318–1329. eng. doi:10.2527/jas.2006-606.
- García Queiza C. 2001. Efecto de la somatotropina bovina en la producción y calidad de la leche y su influencia sobre la condición corporal e índice de mastitis [Tesis]. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 52 p.
- Grigera J, Bargo F. 2005. Evaluación del estado corporal en vacas lecheras [Informe técnico]. El sitio de la producción animal, Argentina. 9 p.

- Hernández-Cerón J, Gutierrez-Aguilar G. 2013. La somatotropina bovina recombinante y la reproducción en bovinos, ovinos y caprinos. *Agrociencia*; [Consultado 2017 oct 23]. 47(1):35–45. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v47n1/v47n1a4.pdf>.
- Jousan FD, de Castro e Paula LA, Block J, Hansen PJ. 2007. Fertility of lactating dairy cows administered recombinant bovine somatotropin during heat stress. *J Dairy Sci.*; [consultado 2018 sep 23]. 90(1):341–351. doi:10.3168/jds.S0022-0302(07)72635-8.
- Lean IJ, Fred Troutt H, Bruss ML, Lee Baldwin R. 1992. Bovine somatotropin. *Vet Clin North Am*; [consultado 2018 sep 22]. 8(1):147–163. doi:10.1016/S0749-0720(15)30763-5.
- Magliaro AL, Kensinger RS, Ford SA, O'Connor ML, Muller LD, Graboski R. 2004. Induced lactation in nonpregnant cows: profitability and response to bovine somatotropin. *J Dairy Sci*; [consultado 2017 oct 20]. 87(10):3290–3297. doi:10.3168/jds.S0022-0302(04)73465-7
- Mellado J, Sepulveda E, Garcia JE, Rodríguez A, Santiago MA de, Veliz FG, Mellado M. 2014. Milk yield of Holstein cows induced into lactation twice consecutively and lactation curve models fitted to artificial lactations. *J Integr Agric*; [consultado 2018 sep 23]. 13(6):1349–1354. doi:10.1016/S2095-3119(13)60512-2.
- Molina JR, Hard DL. 1995. Efecto de la somatotropina bovina (preparación de liberación lenta) sobre la producción de leche en vacas Holstein y Jersey, bajo condiciones tropicales. *Agron Costarric*; [consultado 2017 oct 20]. 19(2):19–24. http://www.mag.go.cr/rev_agr/v19n02_019.pdf.
- Moreira F, Badinga L, Burnley C, Thatcher WW. 2002. Bovine somatotropin increases embryonic development in superovulated cows and improves post-transfer pregnancy rates when given to lactating recipient cows. *Theriogenology*; [consultado 2018 sep 19]. 57(4):1371–1387. doi:10.1016/S0093-691X(01)00719-1.
- Phillips JJ, Wollenhaupt J. 2007. ROI Basics: part one in a series. *ROI Inst*; [consultado 2018 sep 19] <https://roiinstitute.net/wp-content/uploads/2017/02/ROI-Basics-Part-One-Event-Solutions.pdf>.
- Puzo D. 1993. New Hormone: More Milk, More Talk: Biotechnology: A hormone supplement for dairy cows was approved last week. Milk production should increase, but no labeling will be required for milk from the treated cows [Internet]. *EE.UU: Los Angeles Time*; [consultado 2018 jun 19]. http://articles.latimes.com/1993-11-11/food/fo-55403_1_milk-production.
- Rennó FP, Lucci CS, Silva AG, Rennó LN, Rennó Neto BP, Cecon PR, Barbosa PF. 2006. Efeito da somatotropina bovina recombinante (rBST) sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de vacas da raça Holandesa. *Arq Bras Med Vet Zootec*; [consultado 2017 oct 20]. 58(2):158–166. doi:10.1590/S0102-09352006000200003.

- Revilla A. 1996. Tecnología de la Leche. 3 ed. Escuela Agrícola Panamericana (Honduras). Zamorano Academic Press.
- Rodriguez LA, Mekonnen G, Wilcox CJ, Martin FG, Krienke WA. 1985. Effects of relative humidity, maximum and minimum temperature, pregnancy, and stage of lactation on milk composition and yield. *J Dairy Sci*; [consultado 2018 sep 18]. 68(4):973–978. doi:10.3168/jds.S0022-0302(85)80917-6.
- Sánchez JM. 2000. Nutrición energética del ganado lechero. *Nutr Anim Trop*; [consultado 2018 sep 23]. 6(1):97–127.
- Sánchez JL, Wagemann CA, Strieder-Barboza C, Noro M. 2014. Balance energético y capacidad gluconeogénica de vacas lecheras a pastoreo tratadas con una baja dosis de somatotropina recombinante bovina en el período de transición. *Arch Med Vet* [consultado 2017 oct 20]. 46(2):321–326. doi:10.4067/S0301-732X2014000200019.
- Santos JEP, Juchem SO, Cerri RLA, Galvão KN, Chebel RC, Thatcher WW, Dei CS, Bilby CR. 2004. Effect of bst and reproductive management on reproductive performance of Holstein dairy cows. *J Dairy Sci*; [consultado 2017 oct 20]. 87(4):868–881. doi:10.3168/jds.S0022-0302(04)73231-2.
- Shibru D. 2016. Review on: effect of using recombinant bovine somatotropin (rbst) hormone on dairy cattle production. *Glob J Inc*; [consultado 2018 sep 19]. 16(7):18-30.
- Stevenson J. 2009. Factores asociados al mejoramiento de las tasas de preñez en vacas lecheras en lactancia. *Sitio Argentino de producción animal*; [consultado 2018 sep 20]. 11(42):4-19.
- Tarazón-Herrera M, Rueda-Puente ÉO, Correa-Calderón A, Avendaño-Reyes L, Tal-Huber J. 2009. Efectos de la inyección de somatotropina bovina sobre la producción y composición de la leche de vacas Holstein en lactancia muy tardía. *Biotecnia*; [consultado 2017 oct 19]. 11(1):34-41. doi:10.18633/Bt.V11i1.53.
- Vargas A, Osorio CA, Loiza J, Villa NA, Ceballos A. 2006. Efecto del uso de una somatotropina bovina recombinante (STbr) en vacas lecheras a pastoreo bajo condiciones tropicales. *Arch Med Vet*; [consultado 2018 sep 22]. 38(1):33-38. doi:10.4067/S0301-732X2006000100
- Wattiaux M. 1996. Detección de celo e inseminación. In: Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional para la Industria Lechera. Guía técnica lechera: reproducción y selección genética. Wisconsin: Madison. Instituto Babcock. p. 33–36.

West JW, Bondari K, Johnson JC. 1990. Effects of bovine somatotropin on milk yield and composition, body weight, and condition score of Holstein and jersey cows. *J Dairy Sci*; [consultado 2018 sep 20]. 73(4):1062–1068. doi:10.3168/jds.S0022-0302(90)78765-6.

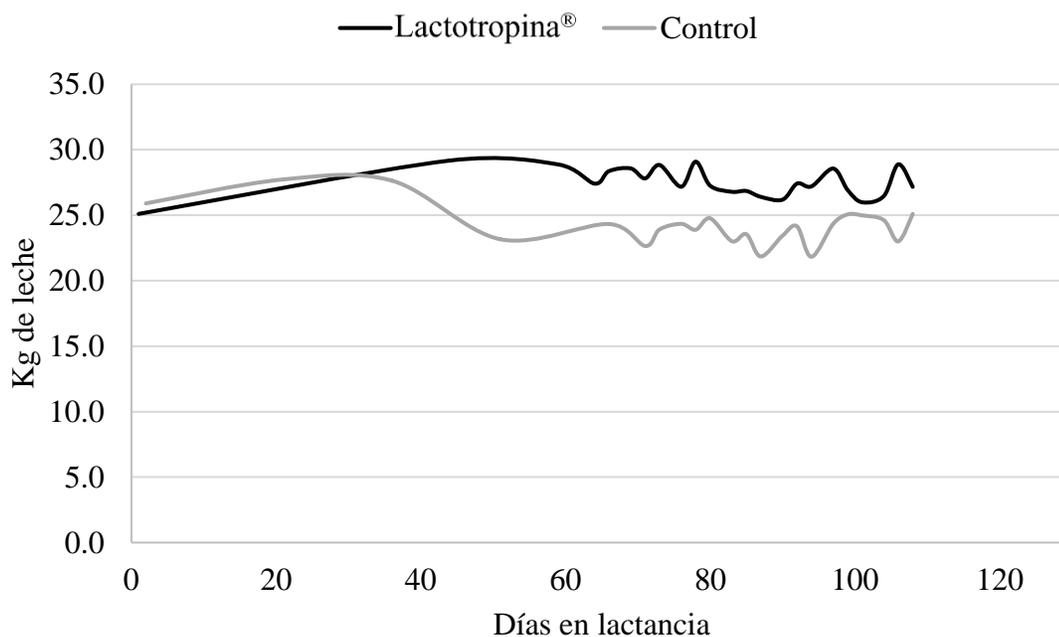
Wildman EE, Jones GM, Wagner PE, Boman RL, Troutt HF, Lesch TN. 1982. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J Dairy Sci.*; [consultado 2018 sep 19]. 65(3):495–501. doi:10.3168/jds.S0022-0302(82)82223-6.

7. ANEXOS

Anexo 1. Cantidad en porcentajes de los ingredientes del concentrado suplementado.

Ingrediente	Porcentaje
Melaza	7
Carbonato de calcio	1.5
Sal blanca	1.1
Multiplex oro®	1.5
Harina de soya	19.7
Maíz molido	46
Harina de coquito	5
Semolina de arroz	5.5
Salvado de trigo	8.5
Grasa by pass	2
Procreatin plus®	0.15
Rumensin® 20%	0.016
Bicarbonato de sodio	2
Mejorador de pezuña	0.22

Anexo 2. Curva de lactancia del grupo Lactotropina® y del grupo control



Anexo 3. Test de orina en las vacas Lactotropina® y las vacas control, mediante tiras reactivas de orina que evalúan diferentes parámetros.

Grupo	No. de vaca	Glu	Bil	Cet	pH	Den	Sangre	Proteínas	Nitritos	Leuco	Uro
Lactotropina®	713014	Neg.	Neg.	Neg.	7	1.01	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0.1
	714812	Neg.	Neg.	Neg.	8	1.005	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0.1
	76812	Neg.	Neg.	Neg.	8	1	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0.1
	721514	Neg.	Neg.	Neg.	7	1	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0.1
	317512	Neg.	Neg.	Neg.	8	1.015	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0.1
	725514	Neg.	Neg.	Neg.	7	1.01	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0.1
	324412	Neg.	Neg.	Neg.	7	1.005	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0.1
	325914	Neg.	Neg.	Neg.	8	1.01	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0.1
Control	39113	Neg.	Neg.	Neg.	8	1	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0.1
	76315	Neg.	Neg.	Neg.	8	1.01	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0.1
	711515	Neg.	Neg.	Neg.	7	1.005	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0.1
	77812	Neg.	Neg.	Neg.	8	1.015	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0.1
	712914	Neg.	Neg.	Neg.	7	1.01	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0.1
	714014	Neg.	Neg.	Neg.	7	1.005	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0.1
	320114	Neg.	Neg.	Neg.	8	1	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0.1
	317412	Neg.	Neg.	Neg.	8	1.01	Neg.	Neg.	Neg.	Neg.	0.1

Glu: Glucos. Bil: Bilirrubina. Cet: Cetonas. Den: Densidad. Leuco: Leucocitos. Uro: Urobilinógeno