

Desempeño productivo y reproductivo de vacas F1 estimuladas con somatotropina recombinante bovina (r-bST) en clima cálido

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Pablo Andrés Motta Delgado^{1,2,3}, Betselene Murcia Ordoñez^{2,4}, Jorge Luis Beltrán González^{1,2}, Milton Emiliano Peñaloza Galeano^{1,2}, Fabio Augusto Collazos Perdomo^{1,2}

¹ Médico Veterinario Zootecnista. Universidad de la Amazonia, Florencia (Caquetá), Colombia.

² Grupo de Investigación en Biodiversidad y Desarrollo Amazónico (BYDA), Universidad de la Amazonia.

³ Grupo de Investigación en Mitigación en Cambio Climático en la Amazonia, GIMCCA.

⁴ Docente universidad de la Amazonia. Estudiante de Doctorado en Fisiología Animal, Universidad Peruana Cayetano Heredia.

pmottamvz@gmail.com

(Recibido: julio 07, 2013 Aprobado: agosto 30, 2013 Actualizado: diciembre 20, 2013)

RESUMEN: Fue evaluado el desempeño productivo y reproductivo de vacas F1 *Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus* estimuladas con somatotropina recombinante bovina (r-bST). Se utilizó un diseño de bloques al azar, con tres grupos y repeticiones desiguales: T1 (n = 23), T2 (n = 16) y T3 (n = 30), tres aplicaciones, nueve aplicaciones y control, respectivamente. Fue evaluada la producción de leche por tratamiento, por número de lactancias, por días en lactancia (DEL), por estado reproductivo y el desempeño reproductivo (en términos de demostrar celo y preñarse). La producción de T1, T2 y T3 fue de 20,80±3,71; 17,50±2,71 y 12,46±2,34 kg, respectivamente, existiendo diferencia estadística (p<0,05) entre la media de los tres grupos, solo T2 tendió al incremento. La producción por lactancias para L1 (1-2 lactancias n = 12), L2 (3-6 lactancias n = 15) y L3 (>6 lactancias n = 12) fue de 18,69±3,21; 20,88±3,46 y 18,43±3,01 kg, respectivamente, donde solo L1 tendió a incrementarla, existiendo diferencia estadística entre L2 con L1 y L3 (p<0,05). La producción por DEL fue de 18,54±3,39 y 17,99±2,78 kg para vacas menores y mayores a 100 DEL, respectivamente, no existiendo diferencia significativa (p<0,05). El estado reproductivo mejoró al final en T2 y T3 con el 100 y 93% de las vacas servidas o preñadas, mientras se mantuvo igual en T1 con el 52% de vacas servidas o preñadas, además las vacías producen más leche que las preñadas. En conclusión, vacas tratadas con r-bST producen más leche que las no tratadas, incrementan la producción con nueve aplicaciones sin efecto sobre el desempeño reproductivo.

Palabras clave: híbrido, lactancia, multipara, persistencia, primípara

Productive and reproductive performance of F1 cows stimulated with recombinant bovine somatotropin (r-bST) in warm climate

ABSTRACT: the productive and reproductive performance of F1 cows *Bos Taurus taurus* x *Bos Taurus indicus* stimulated with recombinant bovine somatotropin (r-bST) was evaluated. A randomized block design with three groups and unequal repetitions was used: T1 (n = 23), T2 (n = 16) and T3 (n = 30), three applications, nine applications, and control, respectively. The milk production was evaluated per treatment, per number of lactations, per days on lactation (DOL), per reproductive state, and reproductive performance (in terms of demonstrating zeal, and pregnancy). The T1, T2 and T3 milk production was 20.80 ± 3.71 ; 17.50 ± 2.71 and 12.46 ± 2.34 kg, respectively, with statistic difference ($p < 0.05$) between the averages of the three groups; only T2 tended to increase. Milk production by lactation for L1 (1-2 lactations n = 12), L2 (3-6 lactations n = 15) and L3 (>6 lactations n = 12) was 18.69 ± 3.21 ; 20.88 ± 3.46 and 18.43 ± 3.01 kg, respectively, where only L1 tended to increase, existing statistic difference between L2 with L1 y L3 ($p < 0.05$). The milk production by DOM was of 18.54 ± 3.39 and 17.99 ± 2.78 kg for cows smaller and bigger than 100 DOM, respectively, not existing significant difference ($p < 0.05$). The reproductive state improved at the end in T2 y T3 with the 100 and 93% of the cows served or pregnant, while it stayed equal in T1 with 52% of the cows served or pregnant, and also the empty ones produce more milk than the pregnant ones. In conclusion, cows treated with r-bST produce more milk than the not-treated cows; they increase the milk production with nine applications without effect on reproductive performance.

Key words: hybrid, lactation, multiparous, persistence, primiparous

Introducción

La somatotropina es el principal regulador del crecimiento en mamíferos (Gülay & Hatipoglu, 2005) y tiene efecto único en el desarrollo de la glándula mamaria y en la lactación (Bauman, 1992). La administración de somatotropina recombinante bovina (r-bST) aumenta la producción de leche entre el 3 al 40% (2 a 5 kg/día), la eficiencia de la producción, mejora la persistencia de la lactancia, y no ejerce influencia sobre la composición de la leche (Bauman, 1992; Etherton & Bauman, 1998; Santos 2001; Stehr et al., 2001; Carriquiry et al., 2008).

Los efectos de la somatotropina bovina (bST) en animales lactantes han sido objeto de interés durante los últimos 70 años, siendo Azimov & Krouze (1937) los primeros en evaluar el efecto de la bST en vacas lecheras. Según Peel et al. (1985), Bauman (1992) y Crooker et al. (2004), a partir de la década de los ochenta, con los nuevos descubrimientos en biotecnología fue posible la obtención de bST en

escala comercial mediante el uso de DNA recombinante, que permitió la diseminación de su uso en las producciones lecheras.

La bST incrementa significativamente la producción de leche y grasa en vacas de alta o media producción (Lucci et al., 1998). El incremento de la producción de leche ocurre debido al efecto homeorrético de la hormona, es decir, dirige los nutrientes del organismo a la glándula mamaria para la síntesis de leche (Velez & Donkin, 2004), por medio del incremento en la síntesis y concentración plasmática del Factor de Crecimiento Insulínico Tipo Uno (IGF-I) y proteínas transportadoras del Factor de Crecimiento Semejante a Insulina (IGFPB) que son sus mediadores hormonales en los procesos metabólicos (Lucci et al., 1998; Neumann, 2003).

La presente investigación evaluó el desempeño productivo y reproductivo de vacas mestizas F1 estimuladas con somatotropina recombinante bovina (Lactotropina® 500 mg-Elanco) en Cartago, Valle del Cauca, Colombia.

Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó entre los meses de julio a noviembre de 2011 en la Hacienda La Miranda, ubicada a los 4°41'23" Norte y 75°54'43" Oeste, en la inspección de Zaragoza del municipio de Cartago, Valle del Cauca, Colombia, a 900 msnm, precipitación anual media de 1800 mm, temperatura promedio de 25°C y humedad relativa del 60%, zona clasificada según las zonas de vida de Holdridge como Bosque Seco Tropical (Beltran & Abreo, 2013).

Las vacas utilizadas son híbridos F1 obtenidos del cruzamiento entre taurino (Holstein) y cebuino (Gyr, o Brahman, quienes pastoreaban en piquetes o módulos de 3200 m² de *Panicum maximum* cv. Mombasa, o Tifton 85 (híbrido del pasto Bermuda *Cynodon dactylon*), con capacidad para 40 vacas durante 1,5 a 2 días. Las vacas se ordeñaban dos veces al día en sistema de ordeño mecánico tipo Tandem. Posterior a cada ordeño las vacas se suplementaban en módulos de alimentación de acuerdo al lote de producción en que se hallasen (élite >16 kg, alta >13 kg, media-alta >10 kg), con una dieta con base en ensilaje de grano húmedo de maíz, concentrado comercial de 40% de proteína bruta, urea y sulfato de amonio, para una ración promedio del 16% de proteína bruta y 13,3 Mcal ENL/kg de materia seca, balanceada cada quince días teniendo en cuenta el promedio de producción del lote, peso promedio (450 kg), días en lactancia y condición corporal del lote de ordeño (3,0/5,0). Todas las vacas (tratadas y no tratadas) fueron sometidas al mismo sistema de alimentación y manejo como se describió anteriormente. Se realizó pesaje de leche al día siguiente de cada aplicación y ocho días después con medidor tipo WaikatoTM.

El criterio de selección de las vacas para aplicación de r-bST (Lactotropina® 500 mg-Elanco) cada 14 días por vía subcutánea en la

base de la cola fue: más de 60 días abiertos (DA), actividad ovárica funcional de acuerdo a diagnóstico de folículos o cuerpo lúteo mediante palpación rectal, servidas por inseminación artificial o preñadas, con producción mayor a 12 kg de leche por vaca por día y entre una y diez lactancias.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres grupos y repeticiones desiguales, [T1 = tres aplicaciones desde los 86,00±32,13 días en lactancia (DEL) (n = 23), T2 = nueve aplicaciones desde los 109,56±59,54 DEL (n = 16) y T3 = grupo control 89,16±40,87 DEL (n = 30)]. A T1 se le realizaron tres (3) aplicaciones de r-bST entre septiembre a noviembre y a T2 nueve (9) aplicaciones de r-bST entre julio a noviembre, donde los factores evaluados fueron: producción de leche por tratamiento, producción por número de lactancia, producción por DEL y efecto en el desempeño reproductivo (en términos de capacidad de demostrar celo y concebir preñez), además de la correlación entre DEL-producción, número de lactancias-producción, y estado reproductivo-producción.

El análisis de la producción por DEL se hizo agrupando las vacas de T1 y T2 con menos de 100 (n = 30) y más de 100 DEL (n = 9) en grupos separados. Para la producción por número de lactancias se realizaron tres bloques al azar con repeticiones desiguales así: L1 = vacas entre uno y dos partos 83,42±40,99 DEL (n = 12), L2 = vacas entre tres y seis partos 99,87±52,64 DEL (n = 15) y L3 = vacas con más de seis partos 102,67±43,89 (n = 12).

La estadística descriptiva e inferencial para el análisis de datos se realizó mediante el programa Microsoft Office Excel (2007) para el cálculo de promedios, desviación estándar y las pruebas Fisher, T-student y Tukey a un nivel de significancia del 0,05, respectivamente.

Resultados y Discusión

La producción de leche a lo largo del estudio para cada uno de los grupos se muestra en la Figura 1.

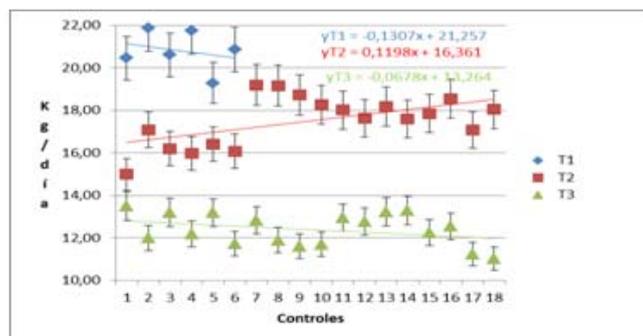


Figura 1. Producción de leche por grupo en la Hacienda La Miranda entre los meses de julio a octubre de 2011.

El promedio de producción durante el tratamiento con r-bST para T1 fue de $20,80 \pm 3,71$ kg, T2 con $17,50 \pm 2,71$ kg y T3 con $12,46 \pm 2,34$ kg de leche por vaca por día, respectivamente. De igual manera, mediante líneas de tendencia se observa descenso semanal en la producción en T1 y T3 de 0,6 y 0,5% respectivamente, e incremento en T2 de 0,7%.

Mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$), existe diferencia estadística entre T1 con T2 y T3, y entre T2 con T3, por tanto, las vacas estimuladas con r-bST (T1 y T2) producen mayor cantidad de leche que las vacas no tratadas. Asimismo, las vacas de T1 en promedio produjeron 15,87% (3,30 kg) más leche con tres aplicaciones de r-bST que las vacas de T2 con nueve aplicaciones, siendo entre otros factores que los individuos de T1 en promedio tenían menos de 100 DEL y fueron trabajados en otra época del año, mientras los de T2 más de 100 DEL.

Cestonaro et al. (2012), en vacas estimuladas con 250 mg de r-bST durante cinco aplicaciones refieren un incremento de 26,27% en la última aplicación, siendo similar al comportamiento de T2 que incrementó la producción en 13,2% a la novena aplicación, sin embargo, T1 disminuyó en 11,1% en tres aplicaciones, comportamiento similar al observado por Almeida & Viechnieski (2011), que observaron una reducción del 30,8% en cuatro aplicaciones (56 días).

Vacas Holstein ordeñadas dos veces al día y estimuladas con r-bST incrementan la producción de leche de manera significativa respecto al grupo control con una media diaria de 26,32 kg versus 22,63 kg respectivamente (Terzano et al., 2007), como se puede observar en T2. Se halló un incremento en la producción de leche en vacas Holstein del 14% (Huber et al., 1997), mientras que en vacas mestizas (Hartón del Valle x Holstein) se halló un incremento del 7,4% respecto al grupo control (Vargas et al., 2006). Asimismo, Huber et al. (1997), Oliveira Neto et al. (2001), Rennó et al. (2006), Terzano et al. (2007), Cestonaro et al. (2012), describen un incremento en la producción de leche en vacas tratadas con r-bST respecto al grupo control.

Según Huber et al. (1997), Bauman et al. (1999), Dunlap et al. (2000), Rennó et al. (2006), la aplicación de r-bST en vacas mestizas tiene un marcado efecto sobre la curva de lactancia con una producción muy estable después de alcanzar el pico a los 60 días postparto, el cual es aumentado y extendido por mayor periodo de tiempo como lo enuncian los anteriores autores, permitiendo mayor producción de leche ajustada por lactancia como lo referencian Rodrigues (2008) y Palacios-Espinosa et al. (2010), quienes en vacas Holstein estimuladas con r-bST incrementaron la media de producción de leche ajustada a los 305 días hasta en un 5,325% al realizar mayor número de aplicaciones de la hormona. Sin embargo, es de anotar que vacas mestizas presentan una persistencia al día 280 de la lactancia muy estable como lo referencian Motta-Delgado et al. (2012), quienes hallaron en híbridos F1 Gyr x Holstein una persistencia natural del 52,42%.

La producción de leche por número de lactancia para L1, L2 y L3 fue de $18,69 \pm 3,21$; $20,88 \pm 3,46$ y $18,43 \pm 3,01$ kg, respectivamente, donde por medio de regresión lineal se observa que L1 tendió a incrementar la producción en 0,16% semanal, mientras tanto los subgrupos L2 y L3 tendieron a disminuirla en 0,1 y 0,44% semanal, respectivamente. Mediante la prueba de Tukey ($p < 0,05$) no se evidenció diferencia estadística entre L1 con L3, pero sí entre L2 con L1 y L3 (Figura 2). Al realizar el análisis de correlación entre número de lactancia y producción de leche se obtiene un valor de 0,09, que pese a ser bajo, indica que a más lactancias mayor producción de leche, siendo cierto para vacas entre tres y seis partos que presentaron el mayor promedio de producción.

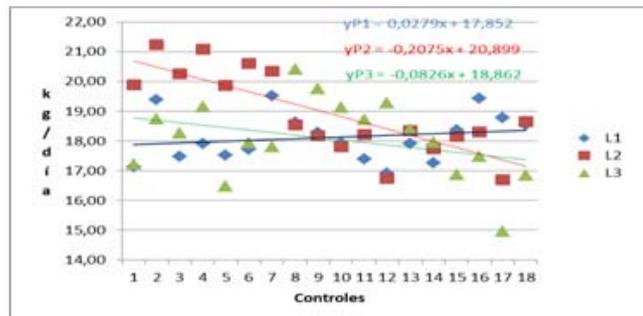


Figura 2. Producción de leche en vacas F1 primíparas y múltiparas estimuladas con r-bST entre julio y octubre de 2011 en la Hacienda La Miranda.

Molina & Hard (1995), hallaron que, vacas Holstein primíparas producen menor cantidad de leche que las vacas múltiparas, no obstante, en el presente trabajo, las vacas primíparas (L1) produjeron 0,26 kg más de leche que las múltiparas de L3 (>6 lactancias), pero 2,20 kg de leche menos que L2.

La producción de las vacas con menos de 100 DEL fue de $18,54 \pm 3,39$ kg y con más de 100 DEL de $17,99 \pm 2,78$ kg, respectivamente. Mediante el test de Fisher ($p < 0,05$) se determina que no existe diferencia entre las varianzas de los grupos (11,24 y 3,55 para cada grupo respectivamente). Además, es posible observar una reducción semanal de 0,50 y 0,30% en la producción para los dos grupos respectivamente (Figura 3). Sin embargo, las vacas menores a 100 DEL producen 3,0% (0,56 kg) más leche que las mayores a 100. Al realizar el análisis de correlación entre días en lactancia y producción de leche se obtiene un valor de -0,14 que pese a ser bajo, indica que a mayor DEL menor producción de leche, siendo coherente con los resultados hallados.

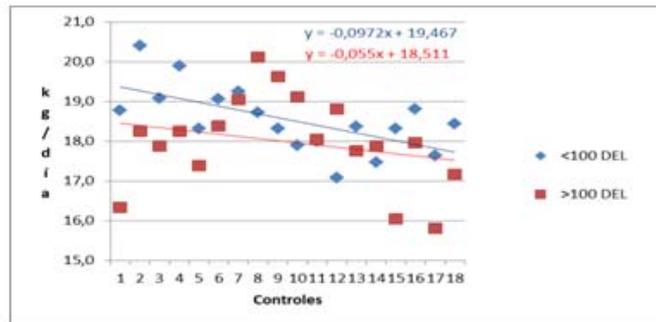


Figura 3. Producción por días en lactancia (DEL) en vacas F1 estimuladas con r-bST en la Hacienda La Miranda entre julio y octubre de 2011.

Lo anterior coincide con Bertoni et al. (2002), quienes refieren que tanto individuos en estados iniciales y tardíos de la lactancia responden a la aplicación de r-bST incrementando los niveles basales de la Hormona de Crecimiento (GH), IGF-I, con mayores niveles de glucosa y menores niveles de urea sanguínea en vacas con lactancias avanzadas, lo cual sugiere que, los animales responden positivamente al tratamiento independiente del tercio de lactancia en el que se encuentren, sin embargo contrastan con los resultados de Rennó et al. (2006), quienes hallaron un incremento en la producción de leche de vacas en el primer tercio de lactancia en 9,9% (3,10 kg) respecto a las vacas en el segundo tercio de lactancia.

El estado reproductivo inicial para hembras vacías de T1, T2 y T3 fue de 47,8; 68,8 y 43,3%, respectivamente, hembras servidas con una tasa de 39,1; 25,00 y 40,0%, respectivamente, finalmente hembras preñadas una tasa del 13,0; 6,26, y 16,67%, respectivamente; lo cual indica una tasa moderada (<45%) de hembras sin actividad reproductiva evidenciada mediante palpación rectal. Al final el estado reproductivo de T1, T2 y T3 fue de 47,8; 0,0 y 6,7% vacías, respectivamente, 0,0; 6,3 y 33,3% servidas, respectivamente y 52,2; 93,8 y 60,0% preñadas, respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación del comportamiento reproductivo de vacas tratadas y no tratadas con r-bST

GRUPO/CATEGORIA	T1		T2		T3	
	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
VACIA	11	11	11	0	13	2
SERVIDA	9	0	4	1	12	10
PRENADA	3	12	1	15	5	18
n	23	23	16	16	30	30

T1: 3 aplicaciones; T2: 9 aplicaciones; T3: control; n: tamaño muestral.
Diferencia estadística significativa para valores con diferentes letras (p<0,05).

Es posible observar en la Tabla 1, que la capacidad reproductiva al final del estudio mejoró notablemente en T2 y T3, mientras que se mantuvo constante en T1 pues las vacas vacías no fueron servidas, ni preñadas, tan solo se evidencia que las servidas se preñaron satisfactoriamente. Sin embargo, al comparar T2 y T3 quienes presentan un periodo de estudio mayor, demuestra que la r-bST no interfirió con el desempeño reproductivo de las vacas de T2 puesto que el 100% se hallaba servido

o preñado, comportamiento similar mostrado por el grupo control con más del 90% de los animales servidos o preñados.

Las hembras vacía, servidas y preñadas al final del estudio presentaron medias de producción de $20,77 \pm 3,98$; $17,89 \pm 0,0$ y $18,97 \pm 2,63$ kg de leche, evidenciándose mayor producción de leche en las hembras que finalizaron en estado reproductivo vacío. Se realizó la correlación entre el estado reproductivo final y la producción de leche, asignando valores de 1, 3 y 5 al estado vacía, servida y preñada, respectivamente, hallando un valor de $-0,26$ lo que indica que a mejor desempeño reproductivo, menor producción de leche, siendo que la preñez puede modificar los efectos de la r-bST (Burton et al., 1994).

Los resultados hallados por Aleixo et al. (2005), quienes evaluaron la dinámica folicular en vacas estimuladas con r-bST, ratifican que la hormona no ejerce influencia sobre el ciclo estral bovino, pese al incremento de la producción lechera diaria y a la mayor demanda energética.

Conclusiones

Vacas F1 (*Bos taurus taurus* x *Bos Taurus indicus*), tratadas con r-bST independientemente de los días en lactancia producen más leche que vacas no tratadas y tienden a incrementar la producción con nueve aplicaciones, además entre la tercera y sexta lactancia producen mayor cantidad de leche que vacas mayores y primíparas, no obstante, estas últimas tienden a incrementar la producción, mientras las multíparas a disminuir. Asimismo, vacas tratadas con r-bST con menos y con más de 100 días en lactancia no presentan diferencias estadísticas en la producción y tienden a disminuirla semanalmente entre el 0,5 y 0,3% respectivamente. Para tratamientos prolongados la r-bST no interfiere en el desempeño reproductivo de las vacas, no obstante, estas producen mayor cantidad de leche cuando se encuentran vacías.

Agradecimientos

El equipo agradece a Juan Marín, propietario. A Gabriel Alfonso García, veterinario, y a Enrique Lopretto, veterinario inicial del proyecto. Y muy especialmente a Dumar Alonso Zapata, mayordomo, por el apoyo logístico y técnico en el desarrollo del presente trabajo.

Referencias Bibliográficas

Aleixo, M.A.; Kozicki, L.E.; Weiss, R.R. et al. A somatotropina recombinante bovina (bST) e a dinâmica folicular em bovinos leiteiros. **Archives of Veterinary Science**, v.10, n.2, p.19-27, 2005.

Almeida, R.; Viechnieski, S.L. Efeito da suplementação de duas formas comerciais de somatotropina bovina (bST) na produção de leite de vacas de alta produção. **Journal Dairy Science**, v.94, E-Supl.1, 2011.

Bauman, D.E. Bovine somatotropin: Review of an emerging animal technology. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.12, p.3432-3451, 1992.

Bauman, D.E.; Everett, R.W.; Weiland, W.H. et al. Production responses to bovine somatotropin in Northeast dairy herds. En: Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Rochester. **Memorias... Anais Rochester**; 1999. p.109-117.

Beltrán, J.L.G.; Abreo, C.M. **Evaluación de la producción lechera en vacas F1 estimuladas con somatotropina recombinante bovina (r-bST) en Cartago-Valle del Cauca**. Florencia, Caquetá: Universidad de la Amazonia, 2013. 52p. Trabajo de grado.

Bertoni, G.; Lombardelli, R.; Piccioli-Cappelli, F. et al. Basal levels and diurnal variations of some hormones and metabolites in blood of dairy cows treated daily with r-bST in early and late lactation. **Italian Journal Animal Science**, v.1, p.127-141, 2002.

Burton, J.L.; McBride, B.W.; Block, E. et al. A review of bovine growth hormone. **Canadian Journal Animal Science**, 74, p.167-201, 1994.

Carriquiry, M., Weber, J.W., Crooker, B.A. Administration of bovine somatotropin in early lactation: a meta-analysis of production responses by multiparous Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.91, n.7, p.2641-2652, 2008.

Cestonaro, M.; Carbonera, J.; Machado, K.M. et al. Resultados da utilização de somatotropina recombinante bovina como melhorador de desempenho produtivo em vacas leiteiras holandesas. **Memorias... XII mostra de iniciação científica**; 2012.

Crooker, B.A.; Otterby, D.E.; Linn, J.G. et al. **Dairy Reserch and bovine Somatotropin**. 2004. Disponible en:

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://blog.wsd.net/jegelund/files/2012/02/Dairy-Research-and-Bovine-Somatotropin.pdf>

Dunlap, T.F.; Kohn, R.A.; Dahl, G.E. et al. The impact of somatotropin, milking frequency, and photoperiod on dairy farm nutrient flows. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.968-976, 2000.

Etherton, T.D.; Bauman, D.E. Biology of somatotropin in growth and lactation of domestic animals. **Physiology Review**, v.78, p.745-761, 1998.

Gülay, M.S.; Hatipoglu, F.S. Use of bovine somatotropin in management of transition dairy cows. **Turkish Journal of Veterinary and animal Sciences**, v.29, n.3, p.571-580, 2005.

Huber, J.T.; Wu, Z.; Fontes, Jr.C. et al. Administration of recombinant bovine somatotropin to dairy cows for four consecutive lactations. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2355-2360, 1997.

Lucci, C.S.; Rodrigues, P.H.M.; Santos, Jr.E.J. et al. Emprego da somatofina bovina (bST) em vacas de alta produção. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.35, p.46-50, 1998.

Molina, J.R.; Hard, D.L. Efecto de la somatotropina bovina (preparación de liberación lenta) sobre la producción de leche en vacas Holstein y Jersey, bajo condiciones tropicales. **Agronomía Costarricense**, v.19, n.2, p.19-24, 1995.

Motta-Delgado, P.A.; Rivera-Calderón, L.G.; Mariño, A.A. et al. Desempeño productivo y reproductivo de vacas F1 Gyr x Holstein en clima cálido colombiano. **Veterinaria y Zootecnia**, v.6, n.1, p.17-23, 2012.

Neumann, N. **Relações nutrição-reprodução em ruminantes**. Seminário apresentado à disciplina de Endocrinología da Reprodução do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da UFRGS. 2003. Disponible en: http://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/nutr_end.pdf

Oliveira Neto, J.B.; Araripe, M.A.A.; Miranda, N.J.N. et al. Indicadores de estresse térmico e utilização da

somatotropina bovina (bST) em vacas leiteiras mestiças (Bos taurus x Bos indicus) no semi-árido do nordeste. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p. 360-367, 2001.

Palacios-Espinosa, A.; Espinoza-Villavicencio, J.L.; De Luna, R. et al. Extension model of lactation curves to evaluate the effect of the recombinant bovine somatotropin on milk yield in Holstein cows. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.6, n.1, p.124-129, 2010.

Peel, C.J.; Sandles, L.D.; Quelch, K.J. et al. The effects of long term administration of growth hormone on the lactational performance of identical twin cows. **Animal Production**, v.41, p.135, 1985.

Rennó, F.P.; Lucci, C.S.; Silva, A.G. et al. Efeito da somatotropina bovina recombinante (rBST) sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de vacas da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.2, p.158-166, 2006.

Rodrigues, M. **Impacto da utilização da somatotropina bovina (bST) sobre a produção de leite e a avaliação genética de bovinos da raça Holandesa**. Dissertação. Universidad de São Paulo - Facultad de Medicina de Ribeirão Preto, 2008. 80p.

Santos, R.A. Efeito de diferente doses de somatotropina bovina (bST) na produção e composição do leite. **Ciência e Agrotecnología**, v.25, n.6, p.1435-1445, 2001.

Stehr, W.; Twele, B.; Rosales, L. Uso de somatotrofina recombinante em vacas lecheras. **Archivo de Zootecnia**, v.50, p.419-422, 2001.

Terzano, G.M.; La Regina, F.; Grifoni, G. et al. Friesian cow experimentally treated with recombinant somatotropin (r-bST): effects on productive and reproductive parameters. **Italian Journal Animal Science**, v.6, n.1, p.481-483, 2007.

Vargas, A.; Osorio, C.A.; Loaiza, J. et al. Efecto del uso de una somatotropina recombinante (STbr) en vacas lecheras a pastoreo bajo condiciones tropicales. **Archivo de Medicina Veterinaria**, v.38, n.1, p.33-38, 2006.

Velez, J.C.; Donkin, S.S. Bovine somatotropin increases hepatic phosphoenolpyruvate carboxykinase mRNA in lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.87, p.1325-1335, 2004.

Motta Delgado, P.A.; Murcia Ordóñez, B.; Beltrán González, J.L.; Peñaloza Galeano, M.E.; Collazos Perdomo, F.A. Desempeño productivo y reproductivo de vacas F1 estimuladas con somatotropina recombinante bovina (r-bST) en clima cálido. **Veterinaria y Zootecnia**, v.7, n.2, p.105-116, 2013.