



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

**CALIDAD DE LA LECHE EN FUNCIÓN DEL USO DE DOS TIPOS DE
SOMATOTROPINA BOVINA COMERCIALES EN VACAS HOLSTEIN
ALTAS PRODUCTORAS.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

MIRIAM GUADALUPE GARCÍA ROMERO

ASESOR: DR. BENITO LÓPEZ BAÑOS

CO ASESOR: DR. ARMANDO ENRIQUE ESPERÓN SUMANO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Hipótesis.....	14
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos.....	15
Materiales y métodos.....	16
Resultados.....	19
Discusión.....	35
Conclusiones.....	36
Bibliografía.....	37

AGRADECIMIENTOS.

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial al Dr. Benito López Baños, asesor de este trabajo, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continua de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido a lo largo de este proyecto.

Especial reconocimiento merece el interés mostrado por mi trabajo y las sugerencias recibidas de la profesora, M.V.Z. Dora Luz Pantoja Carrillo con la que me encuentro en deuda por el ánimo infundido y la confianza en mí depositada.

A mis amigos y colegas de mi trabajo por continuamente estar apoyándome y dándome aliento en momentos difíciles en esta etapa, sin ustedes parte de este proyecto no sería posible

DEDICATORIA.

A MIS PADRES.

Al final de esta etapa de mi vida, no encuentro la forma de agradecer todo lo que han hecho por mi, gracias por darme la vida, por su apoyo incondicional, por sus regaños, por sus si y sus no, por enseñarme a luchar con razón, por su ejemplo, amor y confianza; a ustedes que fueron testigos del camino andado para llegar hasta aquí y porque se que mi sueño era el suyo también, sepan que su unión fue la fuerza que me impulso y su amor el estímulo que me ayudo a lograrlo. El logro hoy alcanzado es también de ustedes, resultado de sus esfuerzos, sacrificios y el tiempo invertido en mi. Por lo que ha sido y será gracias los amos.

Resumen

Se realizó el siguiente trabajo en la cuenca lechera de la Laguna, Torreón, Coahuila con el objetivo de comparar el efecto en la composición de la leche con el uso de dos tipos comerciales de Somatotropina Bovina Recombinante (STBr). Con una base de datos de un hato de 215 vacas Holstein de alta producción, durante los años de 2007-2008, se formaron dos grupos, originalmente el primero con 123 hembras al cual se le aplicó STBr¹, el segundo con 92 hembras al que se aplicó STBr². A cada grupo se le suministró una dosis cada 11 días por vía subcutánea en la fosa isquio-rectal alternando los lados de aplicación iniciando entre los días 60-70 de lactación. Las variables que se estudiaron fueron las siguientes: Producción Total de Leche (PTL), Porcentaje de Grasa (PG), Porcentaje de Proteína (PP), Porcentaje de Lactosa (PL), Porcentaje de Sólidos no Grasos (PSNG), Porcentaje de Sólidos Totales (PST), Concentración de Urea (CU(mg/dl)) y Conteo de Células Somáticas entre mil (CS), las cuales se estimaron usando los parámetros a, b, y c del Modelo de Wood. Las variables antes mencionadas se ajustaron a 305 días y fueron comparadas utilizando un modelo de análisis de varianza que incluyó como covariable el número de lactancia de la vaca. Las diferencias entre medias se evaluaron con la prueba de Tukey y se observó que en apariencia hay una mínima diferencia en las variables evaluadas, sin embargo no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p > .05$) entre los tratamientos.

Introducción

Las Normas Mexicanas para el control de la calidad de la leche establecen las especificaciones sanitarias y nutrimentales que debe cumplir la leche para el consumo humano la cual, es de observancia obligatoria en el territorio nacional para las personas físicas o morales que se dedican al proceso de la leche entre otras cosas. Algunas de las especificaciones son Organismos Coliformes totales ≤ 10 UFC/g o ml ≤ 10 UFC/g o ml, *Staphylococcus aureus* < 10 UFC/ ml por siembra directa *Salmonella* spp Ausente en 25g o mL, *Escherichia coli* ≤ 3 NMP/g o ml, *Listeria monocytogenes* Ausente en 25g o ml, Enterotoxina estafilocócica Negativa, que son unos de los parámetros que piden para el consumo humano entre las normas existen: NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-243-SSA1-2010, PRODUCTOS Y SERVICIOS. LECHE, PRODUCTO LACTEO, PRODUCTO LACTEO COMBINADO, MEZCLA DE LECHE CON GRASA VEGETAL Y DERIVADOS LACTEOS. DISPOSICIONES Y ESPECIFICACIONES SANITARIAS. METODOS DE PRUEBA NORMA OFICIAL MEXICANA, y NMX-F-026-1997. LECHE. DENOMINACIÓN. ESPECIFICACIONES COMERCIALES Y MÉTODOS DE PRUEBA. MILK. DENOMINATION. COMMERCIAL SPECIFICATIONS, AND TEST METHODS. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS. Entre otras

Leche para consumo humano Es la secreción de las glándulas mamarias de las vacas sanas, excluyendo el producto obtenido 15 días antes del parto y 5 días después de éste o cuando tenga calostro, la cual debe ser sometida a tratamientos térmicos que garanticen la inocuidad del producto; además puede ser sometida a otras operaciones tales como clarificación, homogeneización u otras, siempre y cuando no contaminen al producto y cumpla con los valores nutrimentales de la leche de acuerdo a su clasificación y composición, el % de grasa Mín. 1,029 Mín NMX-F-424-S, Grasa butírica g/L Mín. 30 NMX-F-387, Índice de refracción a 20°C Mín. 37 NMX-F-148-S, Acidez (ácido láctico) g/L Mín. 1,3 NOM-091-SSA1, Sólidos no grasos de leche g/L Mín. 83, Lactosa g/L Mín. 43 Máx. 60 NMX-F-219, Proteínas propias de la leche g/L Mín. 30 NMX-F-068-S, entre otras.

La productividad de las empresas bovinas depende en gran medida del número de partos y ésta se encuentra estrechamente relacionada con la producción de leche. El objetivo primordial es obtener 1 becerro al año; en torno a tal objetivo giran la mayoría de las prácticas zootécnicas actuales. (Shimada, 2003).

A través de los años la vaca ha sido seleccionada de acuerdo con su nivel de producción tanto de leche como de grasa, dando como resultado animales de alto nivel productivo que poseen la habilidad de poder digerir gran proporción de nutrientes consumidos hacia la glándula mamaria para la producción de leche. Esta habilidad de las vacas para producir leche es el resultado de la capacidad de síntesis de la glándula mamaria, interactuando con hormona y metabolitos circulantes. (Chalupa, y Galligan, 1990).

Durante las últimas décadas la producción de leche se ha incrementado debido a la buena selección genética, a los programas sanitarios y al buen manejo. Algunos investigadores concuerdan en que las dos principales áreas en donde se pueden tener mejoras para una mayor ganancia de leche son; la optimización de la cantidad, calidad y del balance de los nutrimentos absorbidos por el aparato digestivo y la manipulación de

la dirección y distribución de los nutrimentos almacenados en los tejidos corporales hacia la producción de leche. (Chalupa, y Galligan, 1990).

La leche es una secreción de la glándula de los mamíferos que desde el punto de vista fisicoquímico es una emulsión de materia grasa en forma globular, que contiene material proteico en suspensión, así como lactosa y sales minerales en solución. De aspecto blanco y opaco, con sabor un poco dulce y reacción iónica (pH) cercana a la neutralidad; líquido que presenta analogía con el plasma sanguíneo. (Ávila *et al.*, 1984). A nivel nutricional es un alimento de valor biológico elevado, muy rico y balanceado en los elementos requeridos por el producto de la concepción, alimento del que depende el recién nacido para crecer y desarrollarse durante su primera etapa en la vida. (Ávila *et al.*, 1984).

Tabla No. 1. Comparación entre la composición química y gravedad específica del calostro y la leche

	Calostro %	Leche %
Sólidos totales	23.0 a 25.0	12.9
Grasa	6.0 a 7.0	3.5 a 5.0
Proteína	14.0 a 23.0	3.1
Lactosa	2.7	5.0
Cenizas	1.1	0.74
Densidad específica	1.056	1.029

(Tomado de Ávila *et al.*, 1984.)

El aumento en la producción de leche se aprecia después del parto. La cantidad aumenta en forma progresiva hasta alcanzar el pico de producción, lo que se logra de 28 a 90 días posteriores al parto. La variación en este tiempo depende de factores tales como: grupo genético, edad, época del año, estado general de salud, plan nutricional, estado reproductivo, práctica de ordeño y eficiencia con que se realizan las diferentes prácticas de manejo en la unidad de producción. (Ávila *et al.*, 1984).

Los constituyentes de la leche se encuentran en tres estados físicos: solución (fase hídrica), suspensión micelar (parte de las proteínas) y emulsión (grasa). Esto permite la división de los ingredientes en tres grupos: agua, sólidos no grasos y grasa. La composición promedio de la leche de vaca es la siguiente: agua; sirve como medio de solución, dispersión o suspensión de los otros componentes, el contenido varía de 79 a 90.5% siendo el promedio de 87%. La grasa interviene directamente en la nutrición, sabor, aroma y otras propiedades físicas de la leche y sus subproductos, su valor promedio varía entre 3.4 y 4%, las proteínas constituyen la parte más importante de la leche desde el punto de vista nutricional; están formadas por 78% de caseínas, 17% de proteínas del suero y 5% de sustancias nitrogenadas no proteicas. Lactosa: ocupa un 4.7-4.9% y es el carbohidrato más importante de la leche, ya que es el principal factor en el control de la fermentación y maduración de los productos lácteos.

Otros componentes de la leche que se encuentran en menor cantidad son las enzimas, vitaminas y sales minerales o cenizas.

Los elementos mencionados pueden verse modificados por muchos factores tanto ambientales como del animal, entre los que se encuentran: raza, clima, estación del año y alimentación. (Bauman *et al.*, 1999) (Jordon, 1991).

La producción de leche es un proceso biológico complejo influenciado por factores genéticos y no genéticos, ya que vacas con superioridad genética son capaces de producir grandes cantidades de leche a diferencia de vacas genéticamente inferiores, sin embargo, los niveles de producción de leche también están influenciados por el nivel y tipo de alimentación y otros factores ambientales, por lo que aunque todas las vacas tengan la misma dieta, normalmente las vacas genéticamente superiores tendrán niveles de producción más elevados (Phillips, 1998). (Donald *et al.*, 1989)

La producción diaria de leche en los sistemas de doble propósito es baja (3 a 4Kg /vaca) porque está asociada con una deficiente nutrición animal particularmente en la época seca y con el bajo potencial genético. La producción diaria de leche puede alcanzar los 9 o 10 kg si se utilizan gramíneas fertilizadas con nitrógeno o asociaciones de gramíneas con leguminosas (Neumann y Grepe, 1996).

La leche de vaca se ha definido como la secreción, excluyendo el calostro, que se obtiene mediante los métodos de ordeño normales de las glándulas mamarias de vacas saludables y normalmente alimentadas en la etapa de lactancia (Kirk *et al.*, 2002).

La materia orgánica de la porción no grasa consiste, en su mayoría, en caseína y proteína del suero, junto con lactosa y los ácidos láctico y cítrico. La composición media de la leche en lo que respecta a las principales clases mayoritarias de componentes y el intervalo de valores medio del ganado vacuno en occidente se indica en la tabla No. 2.

Tabla No.2. Componentes de la leche en porcentaje en razas occidentales.

Componentes	Porcentaje	Intervalo para las razas occidentales ^a (porcentajes medios)
Agua	86.6	85.4-87.7
Grasa	4.1	3.4-5.1
Proteína	3.6	3.3-3.9
Lactosa	5.0	4.9-5.0
Ceniza	0.7	0.68-0.74

^a Las razas occidentales incluyen Jersey, Ashire, Pardo Suizo Shorthorn y Holstein.

Los principales factores que influyen sobre la composición y propiedades de la leche son:

- Factores genéticos: Por raza

- Factores fisiológicos: La fase de lactación (que tiene un importante efecto: el calostro es muy diferente a la leche normal). La edad de la vaca, el número de lactaciones y la gestación
- Los estados patológicos, en especial la mastitis
- Factores ambientales: La alimentación, el clima, el sistema de ordeño y de manejo

Además pueden llegar a la leche compuestos extraños, (desde la propia vaca por enfermedades) o después del ordeño, que producen un importante aumento en la variabilidad. Por ejemplo pesticidas, antibióticos, microorganismos, etc. (Fennema, 2000).

La leche contiene 30-36g/L de proteína total y alcanza calidades nutritivas de valor muy alto. En la glándula mamaria se encuentran seis productos genéticos mayoritarios α_{s1} -caseína, α_{s2} -caseína, β -caseína, κ -caseína, β -lacto globulinas y α -lacto albúminas. Las proteínas de la leche se clasifican como caseínas o proteínas del suero (Fennema, 2000).

El principal grupo de proteínas lácteas lo constituyen las caseínas, que se sintetizan en la glándula mamaria. La fracción de caseína esta formada por los siguientes componentes con el contenido medio (porcentaje en peso del total de caseínas), α_{s1} -caseína (38%), α_{s2} -caseína (10%), β -caseína (36%) y κ -Casein (13%). A estas se les une además, no como proteína Láctea original, la γ -caseína (3%) que se libera a partir de la β -caseína por acción de la enzima lácteo plasmina. También pertenece a las caseínas la fracción proteasa-peptona que esta constituida mayoritariamente por fragmentos N-terminales de β -caseína liberados por plasmina. Esta enzima es resistente al calor y sobrevive a tratamientos de la leche para su proceso (Bastian y Brown, 1996).

Las caseínas son fosfoproteínas ya que poseen grupos fosfatos fuertemente ligados y, además establece enlaces con calcio. Por esta razón se habla de fosfocaseinato de calcio. (Spreer, 1991). Se encuentran en la leche fresca no refrigerada dispersas en forma coloidal en un 95%, tienen diámetros que oscilan entre 0.02 y 0.4 μ m y contienen entre 20 y 300,000 moléculas de caseína. La formación de micela de caseína se produce en el interior de las vesículas de Golgi en las células de la glándula mamaria, de las cuales son liberadas al lumen, junto con otros componentes del plasma lácteo (proteínas del suero, lactosa, minerales, enzimas, vitaminas) mediante exocitosis (Schlimme y Buchheim, 2002).

Las proteínas del suero (20%) son junto a las caseínas (80%) las proteínas mayoritarias de la leche. Permanecen disueltas en el suero tras la precipitación ácida de las caseínas a un pH de 4.6 y 20° C o tras la coagulación enzimática de las caseínas. Los componentes principales de las proteínas globulares del suero, en la leche se encuentran sobre todo disueltas, son (contenido medio en porcentaje de la fracción de 3 proteínas del suero): β -lacto globulina (56%), α -lacto albúmina (21%), seroalbumina (7%), inmunoglobulinas (14%) y lactoferrina (2%). Las proteínas del suero (β -lacto globulina, α -lacto albúmina y seroalbumina) se denominan conjuntamente fracción de albúmina y la lactoferrina y las inmunoglobulinas, fracción de globulinas (Schlimme y Buchheim, 2002).

Son proteínas termosensibles y se desnaturalizan por el calor a temperaturas superiores a los tratamientos de pasteurización. Cuantitativamente representan el 20% de las proteínas totales. En la leche normal el 80% de ellas son lacto albúminas, pero en el calostro, las lacto globulinas son las mayoritarias. (Amiot, 1991).

En su composición intervienen la mayor parte de los aminoácidos, lo que favorece la estabilidad de las mismas en medios ácidos, en comparación con las propias caseínas, por lo que su valor nutritivo es mejor (Keating y Gaona, 1999).

En la leche, la lactosa es el principal carbohidrato y se encuentra en dispersión molecular. Es un disacárido formado por glucosa y galactosa con un enlace β -O-glicosídico. El enlace se produce entre el C₁ de la galactosa y el C₄ de la glucosa mediante una unión por medio del oxígeno, se trata por lo tanto de la 4-O- β -D-galactopiranoil-D-glucopiranososa (Schlimme y Buchheim, 2002).

Existen dos formas químicas de la lactosa: α -lactosa (37%) y β -lactosa (63%), con una relación de equilibrio $\beta/\alpha = 1.68$ a 20 ° C. la forma β es mucho más soluble que la forma α . En la leche la lactosa oscila de 47 a 52g/L y es el componente menos variable, por lo que es útil para determinar alteraciones de la leche (Keating y Gaona, 1999).

El calor afecta a la lactosa a temperaturas superiores a 110° C. a esta temperatura la lactosa hidratada (α lactosa) pierde su agua y se transforma en lactosa anhidra. A temperaturas superiores a los 130° C se produce su caramelización, pero tiende igualmente a combinarse con los compuestos nitrogenados de la leche, conociéndose este fenómeno como “reacción de Maillard”, esta reacción produce un pardeamiento de la leche y puede observarse en leches esterilizadas. La reacción del grupo aldehído de la lactosa con el grupo ϵ -amino de la lisina, ocurre incluso bajo tratamientos más suaves y la reacción continúa lentamente durante el almacenamiento (Alkanhal *et al*, 2001).

La lactosa juega un importante papel tecnológico en todos los procesos de acidificación de la leche ya que representa el sustrato nutritivo para las bacterias lácticas (Spreer, 1991).

La grasa de la leche, también llamada grasa butírica, esta compuesta principalmente por acilglicérols (98-99%), los más abundantes son los triglicéridos, sin embargo también se pueden encontrar fosfolípidos, colesterol, acilcolesterol y ácidos grasos libres (Jiménez, 2005).

Los ácidos grasos de la grasa láctea cuantitativamente más importantes son los que tienen un número par de carbonos, no son ramificados, están saturados y tienen una longitud de cadena entre C₄ y C₁₈; así como los C₁₈ insaturados sencillos, dobles o triples (Schlimme y Buchheim, 2002).

La grasa se encuentra en forma de glóbulos grasos: en cierto modo, la leche es una emulsión de grasa en agua. La zona superficial o la membrana del glóbulo graso no es una capa de adsorción compuesta por una única sustancia, sino que esta compuesta por muchos componentes y su estructura es muy compleja. El peso que representa la membrana es aproximadamente el 2% de la grasa. En la leche de vaca el contenido de grasa varía debido a una serie de factores como lo son: la raza, la edad, la alimentación

y la salud del animal. Sin embargo, los valores más comunes se encuentran entre 32 y 42g de grasa por litro (Keating y Gaona, 1999).

El aspecto de la leche en cuanto a la coloración de la leche fresca es blanco; cuando es muy rica en grasa presenta una coloración ligeramente crema, debida en parte al caroteno contenido en la grasa de la leche, aunado también a la época del año y de la pastura de ingesta (Keating y Gaona, 1999).

El color de la leche tiene una cierta importancia en la industria lechera porque a menudo se considera como indicativo de su riqueza en grasa. La reflexión de la luz sobre las partículas opacas en suspensión (micelas de caseína, glóbulos grasos, fosfatos y citratos de calcio) da a la leche su color blanco. El color azulado de la leche descremada se debe a que contiene pocas partículas de gran tamaño en suspensión (Amiot, 1991).

La incorporación (adsorción) de agua por las distintas sustancias se realiza mediante una reacción química, por procesos de hidratación, de igual forma es provocada por la energía de tensión superficial, difusión de moléculas de agua al interior de la estructura y condensación capilar. (Spreer, 1991).

La cantidad de grasa contenida en la leche desde el punto de vista comercial, es un indicador importante en la determinación que se emplea para fijar el precio de la leche. (Spreer, 1991).

Tabla No.3. Valores químicos reportados para la leche producida por diferentes razas lecheras.

Raza	Grasa	Proteína	Lactosa	SNG	ST	Ceniza
Holstein	3.6 a 3.7	3.27 a 3.30	3.27	8.6	12.30	.68 a .7
P.suizo	4.0	3.48 a 3.57	5.04	9.3	13.30	.73 a .7
Ayrshire	4.1	3.51	---	8.97	---	0.7
Jersey	5.1 a 5.2	3.80 a 3.83	4.94	9.65	14.54	0.7

(Modificado por el autor tomado de Avila *et al.*, 1984)
S.N.G.= Sólidos no grasos ST= Sólidos totales

Algunos de los factores que influyen en los cambios que afectan la cantidad de grasa en la leche son los factores fisiológicos, ambientales y generales. Entre los primeros los factores hereditarios pueden ser responsables de los incrementos o decrementos de grasa en la leche como se puede observar en la tabla que la raza Jersey tiende a tener un porcentaje alto de grasa en la leche a diferencia de la Holstein. (Spreer, 1991).

Dentro de los ambientales el contenido de grasa en la leche se relaciona con dietas ricas tanto en cantidad como calidad, épocas calurosas, reducción de ácido acético o aumento de ácido propiónico, el decremento en grasa se podrá relacionar con la administración de dietas pobres tanto en cantidad como calidad (Spreer, 1991).

El valor biológico (BV: biological value) indica los gramos de proteína corporales de una persona adulta que pueden ser sustituidos por 100 gramos de la proteína alimentaria en cuestión. Como valor de referencia se ha establecido que el valor biológico del huevo completo es de 101. Las proteínas del lactosuero tienen un gran valor fisiológico y

nutritivo ya que su valor biológico es de 124. Comparativamente, la caseína tiene un valor biológico de 73 y la leche de 88. (Ávila *et al.*, 1984).

Es aquí donde la somatotropina bovina (STBr) juega un papel muy importante. La capacidad de la somatotropina (STB) para incrementar la tasa de crecimiento de los animales y la producción lechera durante la lactancia se conoce desde hace más de 50 años. (Bernal, 1990) (Spicer y Echterkamp, 1995).

La Somatotropina Bovina Recombinante (SBTr), es una hormona de origen peptídico, que en forma natural es producida por la hipófisis anterior. La hormona del crecimiento, es una molécula proteica que contiene 191 aminoácidos en una sola cadena, su administración provoca una reducción en la asimilación de la glucosa en los tejidos periféricos e incrementa la producción hepática de glucosa, de tal manera que existe más glucosa disponible (Capuco *et al.*, 1989) (Hadley, 1997).

La forma de acción de ésta hormona no está todavía clara, sin embargo, se conoce que está mediada por los factores de crecimiento parecidos a la insulina, denominados somatomedinas (IGF-1 e IGF-2), que son producidos en mayor grado en el hígado y en menor cantidad en mamas y gónadas después de ser estimulados con la somatotropina (Peel y Bauman, 1987).

La somatotropina no es una gonadotropina, sin embargo, participa en el desarrollo de los folículos y en la formación y función del cuerpo lúteo, existen receptores a IGF-I en las células epiteliales del oviducto y en el endometrio lo que favorece la maduración del ovocito y el desarrollo del embrión (Spicer y Echterkamp, 1995). Morales, 1993; en Tizayuca Hidalgo, observó un efecto favorable del uso de la hormona del crecimiento sobre la fertilidad, utilizándola al inicio del estro y una segunda dosis 10 días después, el tratamiento mejoró de manera significativa ($P < 0.05$), la fertilidad de vacas repetidoras ($n=201$). (Bernal, 1990).

Es una proteína compleja que ha sido estudiada por muchos grupos durante varias décadas (Bauman *et al.*, 1999) (Chalupa *et al.*, 1990).

En particular la STB es una proteína lineal simple, la cual es compuesta de 191 aminoácidos y producida por la porción anterior de la pituitaria o hipófisis. La secuencia de los aminoácidos de esta proteína en el humano es muy similar a la del bovino, resultando que 131 aminoácidos de los 191 que las componen son iguales y se encuentran en la misma secuencia. No obstante existe especificidad de especie (Aguilar, 1990).

Al igual que otras hormonas polipeptídicas (como la insulina, prolactina, la hormona lúteo trópica o la folículo estimulante), las somatotropinas son moléculas con un peso molecular aproximado de 22,000 Daltons. (Bauman *et al.*, 1999) (Chalupa *et al.*, 1990).

Los objetivos principales de la industria lechera son aumentar la eficiencia, calidad y beneficios de la producción de leche. A principios de 1994, los productores de leche de USA dispusieron de una nueva tecnología. La Food and Drug Administration (FDA) aprobó el empleo de somatotropina bovina recombinante (STBr) en las vacas lecheras lactantes. El uso comercial de STBr en las vacas lecheras es un excelente ejemplo de la creación e integración de una investigación básica procedente de varios campos y

adoptada como nueva práctica de explotación, capaz de influir sobre la eficiencia y beneficio económico de la producción de leche sin perjudicar la calidad del producto. (Phillips, 1998; Jordon *et al.*, 1991)

Todavía no se conoce con exactitud el mecanismo en virtud del cual la ST incrementa el rendimiento lechero. Al no haber detectado en la glándula mamaria receptores para la ST, las acciones de la hormona son con máxima probabilidad indirectas, Peel y Bauman en 1987 propusieron que la ST actúa coordinando el reparto de nutrientes entre los tejidos corporales, con asignación especial a la glándula mamaria, lo que permite a la hembra aumentar su producción de leche. Por añadidura, la ST puede estimular las células del epitelio mamario para que sintetizen más leche, para lo cual incrementa la actividad metabólica de dichas células. (Phillips, 1998; Jordon *et al.*, 1991)

El tratamiento con STBr ha incrementado la producción lechera en todas las razas lecheras estudiadas. Después de 2-3 días de tratamiento, se detectan aumentos en la producción de leche y dicho rendimiento elevado se mantiene durante el período de tratamiento. Los efectos de la STBr sobre la composición global de la leche, fracción de ácidos grasos, proteína y diversas variables asociadas a las propiedades de la leche para su tratamiento industrial han sido ampliamente revisados, aunque se ha informado de pequeñas diferencias en la composición de ácidos grasos y proteínas se han registrado cambios escasos o nulos en contenido mineral, tasa de vitaminas, propiedades de fusión, enzimas, pH y valoración organoléptica. (Phillips, 1998)

En proceso de fabricación es similar al que se usa para la producción de diferentes hormonas en distintas especies animales. Incluyendo la especie humana. Hacia el inicio de la década de los años 80 se sintetizó somatotropina bovina por medio de tecnología con DNA recombinante (STbr), 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 *et al.*, 1999) (Chalupa *et al.*, 1990).

Debido a su tamaño no son activas oralmente, ya que para ser absorbidas deben ser previamente hidrolizadas a aminoácidos en el aparato digestivo (Miller y Eberhardt, 1983).

Existen experimentos relacionados con el efecto de STBr sobre la producción láctea, realizados en todas las razas lecheras incluidas las vacas *Bos indicus* y búfalos (*Bubalus bubalis*), afirmando que aumenta y mantiene la producción láctea (Bauman *et al.*, 1999)

Por otro lado (Buskirk *et al.*, 1996) reportan que la composición de la leche no fue afectada por la energía moderada o alta de la dieta, ni por el tratamiento con STBr (250mg/14d), cuando éste fue aplicado a vaquillas Angus-Simmental de 113 días de edad en promedio.

Cuando la STBr es aplicada en vacas lactantes se aumenta la persistencia de la lactación y no el pico de producción, ya que los efectos de la STBr en el metabolismo, apoyan la función lactopoyética de la glándula mamaria, más no la lactogénica. Por esta razón se debe iniciar su uso después del día 60 posparto, una vez que las dos fases de la lactogénesis han sido superadas (Tucker, 1994).

En base a esto la Food and Drug Administration (FDA) autorizó la comercialización de la leche de vacas tratadas con hormonas STBr, el cual ahora en la actualidad ha sido prohibido en Estados Unidos y Europa. Hay que hacer notar que las características de las hormonas polipeptídicas difieren marcadamente de las hormonas esteroides (estrógeno, progesterona y glucocorticoides) que son moléculas mucho más pequeñas (peso molecular de 200 a 300 Daltons.) y que por lo tanto no se activan oralmente al absorberse sin alteraciones en el aparato digestivo, la homología entre especies animales es también muy superior a la de las hormonas peptídicas. Exámenes realizados por la Food and Drug Administration (FDA) y los Institutos Nacionales de Salud en los Estados Unidos han llegado a la conclusión de que STBr es biológicamente inactivo en el ser humano, que por lo menos el 90% de STBr se destruye con la pasteurización y que el STBr restante se ingiere y degrada en el tracto gastrointestinal humano en la misma forma que otras (Baldwin y Middleton, 1987).

En cuanto a la salud pública existen diversas opiniones acerca de la STBr, como es el caso de (Corey, 1990) el cual concluye que no existe ningún riesgo para las personas al consumir la leche proveniente de vacas tratadas con STBr, (Bauman 1999) indica que el efecto de la Somatotropina es limitado a una sola especie, dado el alto grado de especificidad de los receptores a través de los cuales ejerce su efecto, y que por lo tanto STB natural producida por la vaca y STBr producidos por técnicas de ADN recombinante son inmediatamente divididos en aminoácidos inactivos y péptidos en el tracto digestivo cuando son consumidos por los seres humanos. Por el contrario, las hormonas esteroides como los estrógenos, progesterona, y los esteroides anabólicos son más pequeños, estas estructuras en forma de anillo si pueden absorberse en el tracto digestivo y son biológicamente activos en los seres humanos. (Barbano y Lynch, 1989). En febrero de 1998, la FAO y la OMS en Aditivos Alimentarios llegaron a la conclusión de que la mayor concentración de IGF-1 en la leche de vacas tratadas con STBr fue de hecho menor que la concentración se encuentran en el tracto digestivo y otras partes del cuerpo humano. El nivel de IGF-1 después de la absorción de consumo de leche no debe aumentar la concentración en el cuerpo o sus órganos, incluso si todos los IGF-1 en la leche se absorbe en el tracto digestivo (Forja, 1999).

Sin embargo, de acuerdo con un artículo recientemente publicado en la *Revista Americana de Fisiología*, el IGF-1 en las ratas aumenta el crecimiento celular del tejido intestinal. ¡El IGF-1 es absorbido y no descompuesto! Esta opinión fue apoyada por el Departamento de Ciencia Animal y Lechera de la Universidad del Estado de Pennsylvania: cuando el IGF es absorbido, provoca efectos sistémicos en los terneros recién nacidos. El IGF-I, según ciertos investigadores de Nueva Zelanda, aumentó en las ovejas la absorción de aminoácidos, la reproducción celular y tuvo efectos en la circulación sanguínea. En tanto la revista médica británica *Lancet* informo que las proteínas de los alimentos evitan la descomposición del IGF-1 permitiendo que el IGF-1 estimule el crecimiento intestinal. La caseína actúa deteniendo la descomposición del IGF-1 que entra en el estómago y no está unido a otras proteínas. Afirmando que el IGF-1 realmente pasa a través del tracto digestivo sin ser digerido (Cohen, 2010).

Aunque los críticos argumentan que la STBr difiere en un 0,5 a 3. % de la hormona natural, por lo que puede inducir reacciones inmunológicas o alérgicas en la pared del intestino, además, las moléculas intactas pueden ser absorbidas por el intestino de los recién nacidos o las personas con digestión de la proteína alterada, los críticos sugieren que puede haber resultados nocivos (por ejemplo fibrosis quística) (Toronto, 1991).

La STBr actualmente es utilizado en México, Brasil, Corea, Chile, Costa Rica, Sudafrica, usándose comúnmente la dosis de 500mg prescrita para 14 días (Contreras, 2001). Está regulada por los Estados Unidos de Alimentos y Medicamentos (FDA) ya que es un medicamento de los animales y porque la leche y la carne son los productos alimenticios. Varias empresas comerciales han presentado datos a la FDA, solicitando la aprobación para utilizar STBr en vacas lecheras para aumentar la producción de leche (Nott, J.2000).

La FDA aprobó el producto STBr el 5 de noviembre del 1993 después de determinar que su uso sea seguro y eficaz. Parte de la evaluación de la inocuidad de la FDA es garantizar que la leche de vacas tratadas era seguro para el consumo humano (FDA, 1999). La FDA, con respecto a la utilización de la STBr concluyó que no tiene ningún efecto sobre animales de laboratorio cuando se toma oralmente ya que la IGF-1 se descompone en estomago, que la leche procedente de vacas tratadas con STBr es igual que la leche normal, y que no hay absolutamente ninguna posibilidad de que el consumo de leche procedente de vacas tratadas con STBr pueda incrementar el riesgo de cáncer de mama. (Toronto, 1991).

La ST tiene una gran variedad de efectos sobre diferentes tejidos, incluyendo el tejido óseo, el muscular, el adiposo, y en hígado. Actúa sobre la síntesis de proteínas incrementando la retención de nitrógeno y de fósforo en el organismo; el transporte de aminoácidos hacia el interior de la célula; y la síntesis de ácidos nucleicos (desoxibonucleicos y ribonucleicos) además estimula la hidrólisis de los triglicéridos del tejido adiposo, o sea que aumenta la movilización de las reservas de grasa del tejido adiposo. Estimula también la gluconeogenesis en el hígado aumentando el aporte de glucosa a la circulación y por tanto a las células, aumenta la absorción intestinal de calcio y finalmente ayuda a la retención de sodio, potasio, magnesio, y cloro en el organismo. Como se aprecia todos estos cambios metabólicos y minerales circulantes en el plasma que son indispensables para la síntesis de leche. (Martin, 1976) (Turner y Bagnara, 1991).

Muchos de los efectos metabólicos de la ST se llevan a cabo de manera directa; pero otros los realiza de manera indirecta a través de las somatomedinas o IGF, las cuales, son producidas en el hígado por estimulación de la ST. Las somatomedinas estimulan la síntesis de DNA en el tejido mamario, así como la producción de leche en ensayos realizados in Vitro. (Baumrucker, 1986).

Otro efecto de la ST es que estimula la circulación sanguínea y de esta manera incrementa la disponibilidad de hormonas y metabolitos en los tejidos y órganos blanco, por ejemplo, se ha demostrado que las cabras en lactación al administrarles una inyección de ST se incrementa en un 21% el flujo sanguíneo hacia la glándula mamaria. (Evans y Long, 1991) (Hart *et al.*, 1970).

La somatotropina bovina recombinante es una hormona obtenida in Vitro por precombinación genética, clonando un gen específico de DNA bovino en la bacteria *Escherichia coli* K-12. La STBr sintetizada por *E.coli* varia con respecto a la ST endógena, por la adición de aminoácidos en la posición N-terminal y presenta una potencia similar o mayor a la endógena (Fuentes, 1991; Villa *et al.*, 2003, Tarazón y Rueda, 2009; Bauman *et al.*, 1999)

La STBr regula la utilización y absorción de nutrientes, aumentando su uso para incrementar la producción Láctea, mediante la coordinación de diversos procesos fisiológicos en distintos tejidos. La modificación del metabolismo, de todas las clases de nutrientes, se logra por efectos directos de la STBr sobre los receptores de la ST endógena situados en los hepatocitos y el tejido graso. La activación de estos receptores restringe la utilización sistémica de nutrientes, favoreciendo su incorporación a la glándula mamaria (Manalu *et al.*, 1991).

Cuando se inicia el tratamiento con STBr se incrementa la producción de glucosa y descende el proceso de oxidación de la misma; de acuerdo con esto, la producción de glucosa hepática incrementa y se reduce su asimilación, estas adaptaciones al metabolismo de la glucosa son justo antes de que se incremente el consumo voluntario de alimento, el cual se ve reducido durante las fases tardías de la gestación y primeras dos semanas posparto. Se ha estimado los ajustes al consumo durante la lactación son cuantitativamente similares a la cantidad de glucosa requerida de manera creciente para incrementar la síntesis Láctea (Villa *et al.*, 2003).

Los cambios en el metabolismo lipídico varían de acuerdo al balance energético del animal cuando una vaca se encuentra en un balance de energía negativo (lactación temprana) la STBr incrementa la movilización de las reservas de grasa corporal, lo cual se manifiesta por la elevación sanguínea crónica de ácidos grasos no esterificados, disminuyendo la cantidad de grasa corporal e incrementando el contenido de grasa en leche; en contraste con los animales que se encuentran en balance energético positivo (Lactación media o tardía) el principal objetivo de la STBr es inhibir la síntesis lipídica, con cambios pequeños o nulos sobre la lipólisis en porcentaje de grasa en leche (Fuentes, 1991; Villa *et al.*, 2003).

La eficacia galactogénica de la STBr se explica en función del aumento de flujo sanguíneo y del incremento en la extracción de los metabolitos circulantes. El aumento de la disponibilidad nutricional, promueve un aumento progresivo del apetito (a término a medio), con una movilización moderada de los depósitos de grasa disminuyendo el uso metabólico de la glucosa, de los ácidos aminados y aumentando la neoglucogénesis hepática (Fuentes, 1991; Guyton y Hall, 2001).

Un aumento en la actividad secretora de los acines, debido a que de manera natural tiene un promedio productivo de 1,9ml/g de tejido mamario y a que en 10 semanas de lactación la glándula mamaria sufre una involución del parénquima y puede llegar hasta el 40 a 50%. Debido a la eficacia con el tratamiento con STBr la atenuación funcional se afecta poco sobre todo al final de la lactación. El incremento en la producción dada por los acines en respuesta a la STBr se debe a un nivel de metabolismo y mayor longevidad celular de los mismos (Fuentes, 1991).

La acción directa de la STBr actúa sobre la síntesis de proteínas, estimula la hidrólisis de los triglicéridos del tejido adiposo, estimula la gluconeogénesis del hígado, aumenta la absorción intestinal del calcio y ayuda a la retención de sodio, potasio, magnesio y cloro en el organismo. (Fuentes, 1991; Villa *et al.*, 2003)

La acción indirecta a través de somatomedinas o IGF (producidas en hígado por estímulo de STB) estimulan la síntesis de DNA del tejido mamario y estimulan la circulación sanguínea del tejido mamario. El impulso para segregar leche es tan fuerte al

comienzo de la lactación, que el animal utiliza los nutrimentos necesarios (Fuentes, 1991; Villa *et al.*, 2003)

Hipótesis

El uso de dos STBr comerciales no modifica la calidad de la leche.

Objetivo general

Evaluar la cantidad y calidad de la leche producida por vacas altas productoras tratadas con dos tipos de somatotropina bovina recombinantes comerciales.

Objetivos específicos:

Estimar el contenido de grasa en leche de vacas Holstein altas productoras tratadas con 2 tipos comerciales de STBr.

Estimar el contenido de proteína en leche de vacas Holstein altas productoras tratadas con 2 tipos comerciales de STBr.

Estimar el contenido de lactosa en leche de vacas Holstein altas productoras tratadas con 2 tipos comerciales de STBr.

Estimar el contenido de sólidos no grasos en leche de vacas Holstein altas productoras tratadas con 2 tipos comerciales de STBr.

Estimar el contenido de sólidos totales en leche de vacas Holstein altas productoras tratadas con 2 tipos comerciales de STBr.

Estimar el contenido de logaritmo natural de células somáticas en leche de vacas Holstein altas productoras tratadas con 2 tipos comerciales de STBr.

Estimar el contenido de urea en leche de vacas Holstein altas productoras tratadas con 2 tipos comerciales de STBr.

Estimar la producción total de leche en vacas Holstein altas productoras tratadas con 2 tipos comerciales de STBr.

Materiales y métodos

El presente trabajo de tesis es un análisis retrospectivo comparativo (Méndez *et al.*, 1997) con una base de datos de un hato de 215 vacas Holstein de alta producción, que se llevó a cabo durante los años de 2007-2008, en el establo Ampuero, que se encuentra en la comunidad Lagunera de Coahuila a 6.5 Km. de Torreón, Coahuila, sus coordenadas son 25° 27' 14.13" y 103° 20' 58.52", dirección: carretera Torreón, Mieleras, Km. 6.5 Torreón, Coahuila en donde, el clima de la comarca lagunera es semidesértico a desértico, según la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García, corresponde BWhw" (e'), que se caracteriza por ser muy seco, calido en verano y en invierno fresco, tiene una temperatura media anual entre 24 y 28°C, el mes más frío oscila entre 8 y 12°C; con un promedio mensual entre 2°C y -2°C como mínimas y con temperaturas medias de 34 y 36°C del mes mas calido , alcanzando máximas entre 39 y 43°C en los meses mas extremoso, oscilando en una temperatura mayor a 18°C; con una precipitación media de 250mm y evaporación potencial del orden de 2,500 mm anuales, es decir, diez veces mayor precipitación pluvial; con régimen de lluvias de verano, por lo menos 20 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo (septiembre), de la mitad del año que en el mes seco (mayo), un porcentaje de lluvia entre 5 y 10.2 de la total anual;(DETENAL y UNAM, 2004; Wheatherbase,2011).

Se formaron dos grupos al azar, los cuales quedaron integrados: el primero con 123 hembras a las cuales se le aplicó STBr^{1*} (Boostin1), el segundo con 92 animales a los cuales se les suministró STBr^{2*} (Lactotropina 2), cada 11 días por vía subcutánea en la fosa isquio-rectal alternando los lados de la aplicación (Thomson PLM, 2005) iniciando entre los días 60-70 de lactación.

La alimentación en ambos grupos fue de 40.5kg de alimento fresco en promedio con 25kg de materia seca aproximadamente por día, siendo la composición de dicha dieta como se muestra en la tabla 2.

*STBr1 Elanco Animal Health.

*STBR2 MSD Salud Animal México

Tabla No 4. Ingredientes de la dieta empleada en los dos grupos experimentales.

	ALIMENTO FRESCO KG/D	MS KG/D
AVENA HENO	0.50	0.44
SILO MAIZ	18.00	6.12
ALFALFA HENO	6.00	5.34
MAIZ ROLADO	6.75	5.81
MYCOSORB	0.01	0.01
GLUTEN MAIZ	0.35	0.32
PASTA CANOLA	0.80	0.72
PASTA SOYA	2.85	2.57
MINERAL 14P-7CA/R	0.13	0.12
BICARBONATO	0.20	0.20
MELAZA	0.50	0.37
AGUA	1.00	0.00
SAL	0.02	0.02
PROLAK	0.30	0.28
OXIDO MAGNESIO	0.05	0.05
CARB. CALCIO	0.08	0.07
LECHERA 14%348	3.00	2.62
	40.54	25.06

Tomado de Ávila, 2011

El criterio de exclusión utilizado en este trabajo fue: todas aquellas vacas que no alcanzaron 250 días en producción y/o que presentaron curvas atípicas de producción de leche.

Las variables que se estudiaron son: Porcentaje de Grasa (PG), Porcentaje de Proteína (PP) Porcentaje de Lactosa (PA), Porcentaje de Sólidos No Grasos (PSNG), Porcentaje de Sólidos Totales (PTS), Concentración de Urea (CU) (mg/dl), Producción Total de Leche (PTL) y Conteo de Células Somáticas (CS) entre mil, esta última expresada en Logaritmo Natural. A excepción de la PTL todas las demás variables fueron analizadas en el laboratorio de ALPURA (Autop. México-Querétaro, Km. 37.4, Fracc. Ind. Cuamatla, Cuautitlán Izcalli. Estado de México, CP: 54730 México) para lo cual se tomaron muestras cada 28 días.

La estimación de la producción total de cada variable ajustada a 305 días para ambos grupos se hizo usando los parámetros (a, b y c) del Modelo de Wood (López, B.B. 1995), por ello se utilizó la ecuación siguiente:

$$PT = at^b e^{-ct}$$

Donde:

PT es, PG, PP, PA, PSNG, PST, CU, y PTL, ajustados a 305 días se comparó usando un modelo de análisis de varianza que incluyó como covariable el número de lactancia de la vaca siendo dicho modelo el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_1 (\bar{X}_j - \bar{X}) + E_{ij}$$

Donde: Y_{ij} es, PG, PP, PA, PSNG, PST, CU, y PTL en el i -ésimo tratamiento T , ajustada por la j -ésima lactancia.

μ será el promedio general y

E_{ij} es el error aleatorio

\bar{X} Promedio de lactancia

B_1 es el parámetro del modelo para ajustar por el número de lactancia.

Las diferencias entre medias se evaluaron con la prueba de Tukey; todos los cálculos estadísticos se realizaron con el programa SAS (Statistical Analysis System) versión 8 (SAS Institute, INc.1998).

Resultados

Tabla No 5. Conformación de los dos grupos de vacas formados al inicio y al final del Estudio, en el establo AMPUERO de Torreón Coahuila.

Tratamiento	STBr ¹	STBr ²	Causa	Total
Vacas al inicio	123	92		215
Excluidas	41	9	< De 250 días de leche	50
	22	18	Curva de lactancia atípica	40
Incluidas	60	65		125

STBr¹ Boostin

STBr² Lactotropina

En este cuadro se puede apreciar los dos grupos experimentales que se utilizaron, desde el inicio las vacas que fueron excluidas por tener menos de 250 días de leche o curvas de lactación atípicas y al final las que quedaron para el experimento.

Tabla No 6. Composición por número de lactancia de los dos grupos tratados con somatotropina bovina recombinante.

Tratamiento	Lactancia	Número de Vacas
STBr1	1	16
	2	24
	3	11
	4	10
	5 o más	4
STBr1	1	14
	2	26
	3	12
	4	7
	5 o más	1

STBr1 Boostin

STBr2 Lactotropina

En esta tabla se observa el número de lactación de las vacas y la cantidad de las mismas para ambos grupos experimentales.

Tabla No 7. Medias de mínimos cuadrados de las Variables obtenidos mediante la administración de dos tipos comerciales de STBr durante toda la lactancia, de las vacas altas productoras del Establo AMPUERO. Torreón Coahuila.

Variable	Boostin			Lactotropina		
	Media Mínimos Cuadrados	Error Estándar	No. De Vacas	Media Mínimos Cuadrados	Error Estándar	No. De Vacas
*PDL Kg	31.02 ^a	0.92	65	34.10 ^a	0.86	60
Grasa%	3.23 ^a	0,1647912	50	3.22 ^a	0,1468076	63
Proteína%	3.09 ^a	0,8301782	82	3.08 ^a	0,8402782	82
Lactosa%	4.72 ^a	0,0376146	87	4.70 ^a	0,0389846	81
Sólidos no Grasos%	8.47 ^a	0,1110483	83	8.40 ^a	0,1110483	82
Sólidos Totales%	11.61 ^a	0,06185	85	11.77 ^a	0,08913	68
Células Somáticas (*Ln)	4.8792 ^a	0,77487666	76	4.1365 ^a	0,78462849	71
Urea	10.97 ^a	0,3557216	77	10.48 ^a	0,3871698	65

^a Literales iguales entre tratamientos demuestran que no hay diferencia estadísticas significativas ($p > 0.05$).

*PDL: Producción diaria de leche.

*LN: Logaritmo natural

Las variables expresadas en porcentaje fueron transformadas en valores arco seno (Grasa, Proteína, Lactosa, Sólidos no grasos, Sólidos totales) para después regresarlos a sus valores normales.

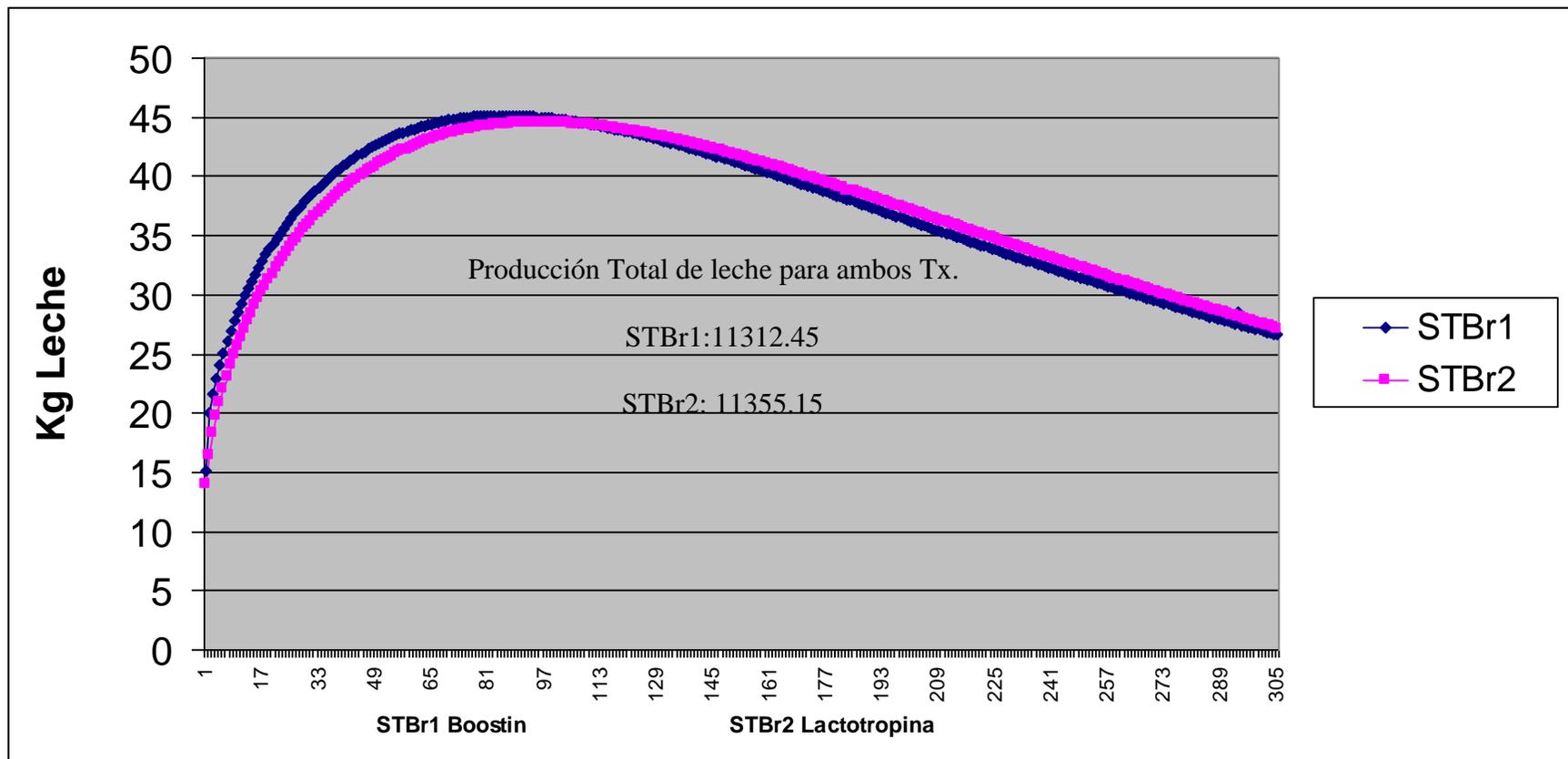
En esta tabla se pueden ver los valores obtenidos en las diferentes variantes de este trabajo, en los cuales estadísticamente hablando no tienen diferencias significativas entre las dos STBr.

Tabla No 8. Parámetros obtenidos de la función gamma incompleta para los dos tratamientos en vacas altas productoras.

Variable	STbr1			STBr2		
	a	b	c	a	b	c
Producción de Leche	151.748	0.4762	0.0054	139.710	0.5268	0.0053
Proteína	3,5313	-0,0169	-0,0008	3,1506	0,0315	-0,0006
Grasa	2,5965	0,1524	0,0007	3,5198	0,0655	0,00002
Lactosa	4,2443	0,0567	0,0005	4,2182	0,0452	0,0004
Sólidos no grasos	8,1268	0,0166	-9,2048	7,6576	0,0316	-2,5732
Sólidos totales	13,5334	-0,0142	-0,0002	12,7863	0,0025	-0,0002
Células Somáticas	4,5533	-0,0033	-0,0005	4,5714	0,0043	-0,0008
Urea	33,2682	-0,0808	0,0001	21,7158	-0,0028	0,0004

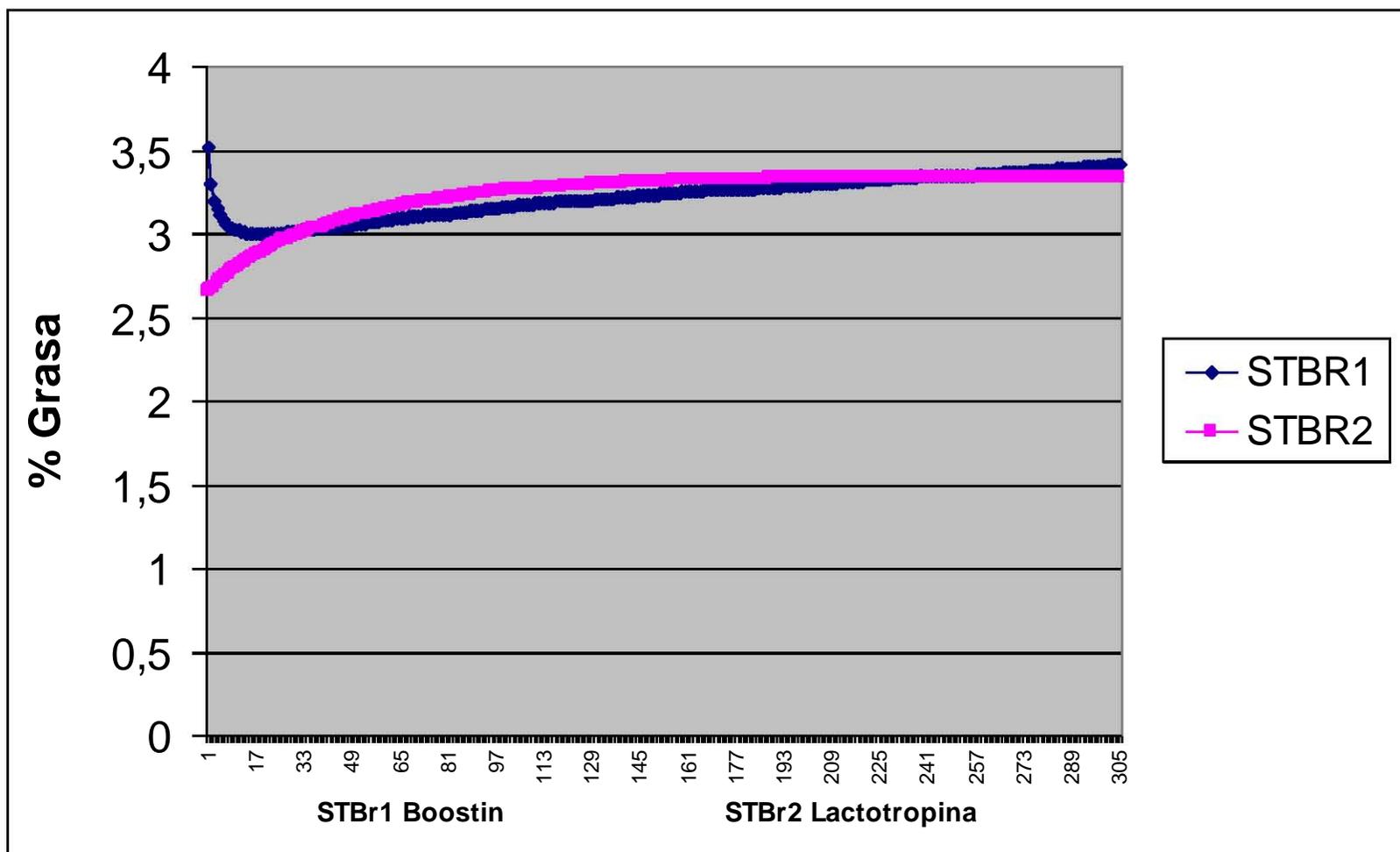
Se muestran los valores de las variables a.b y c obtenidos en el programa de SAS de los parámetros de los dos grupos experimentales, los cuales sirvieron para obtener los resultados de la tabla 7.

Figura 1. Curvas de lactancia formadas con la producción obtenida mediante la aplicación de dos tipos comerciales de STbr, en vacas altas productoras del Establo AMPUERO. Torreón Coahuila.



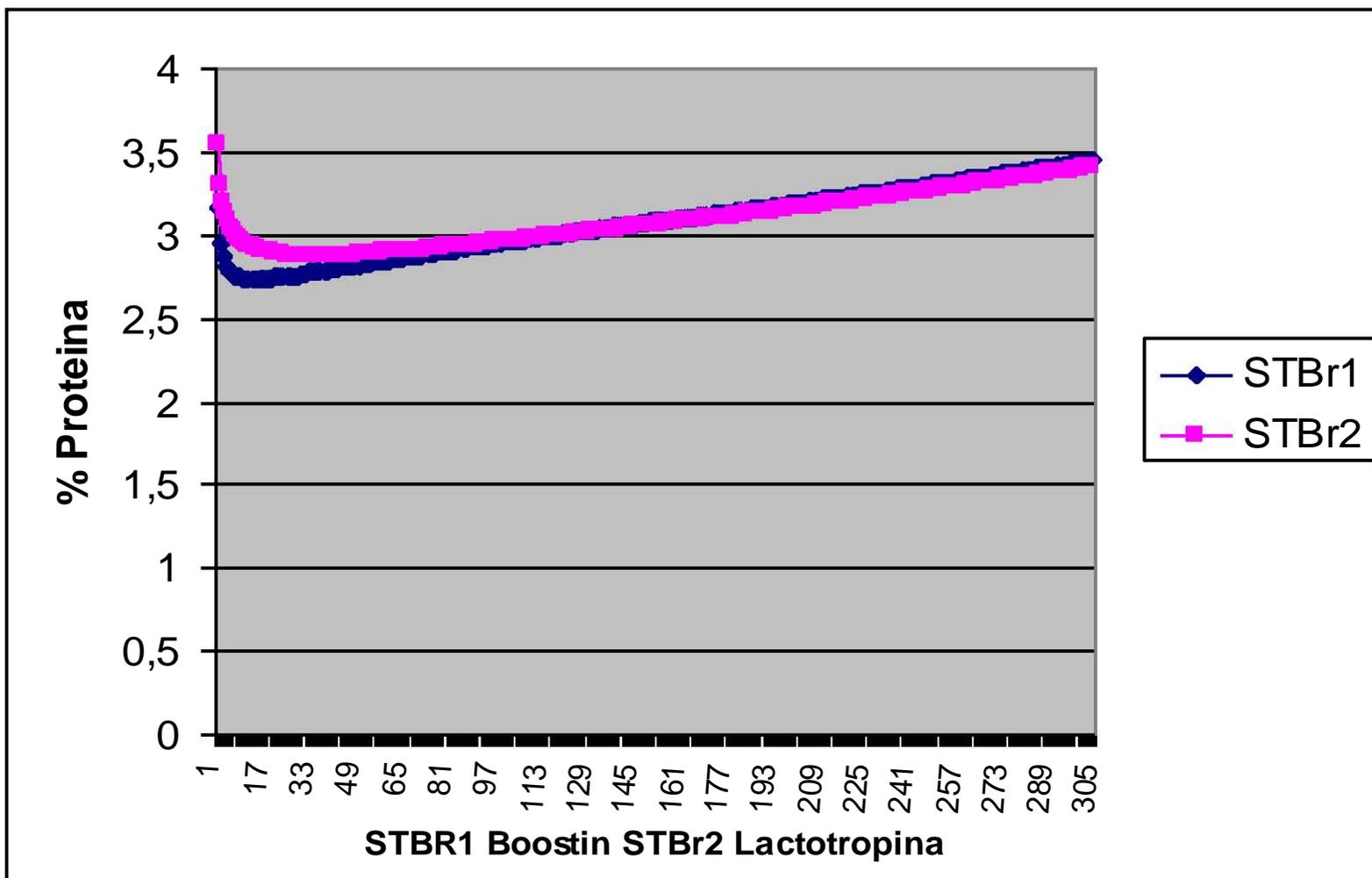
En esta grafica se muestra la curva de producción total de la leche en los dos grupos los cuales no muestran alguna diferencia significativa entre las dos STBr, obteniendo un promedio de 45kg de leche diaria para ambos grupos

Figura 2. Porcentaje de Grasa promedio obtenida mediante la administración de dos tipos comerciales de STBr, en vacas altas productoras del Establo AMPUERO. Torreón Coahuila.



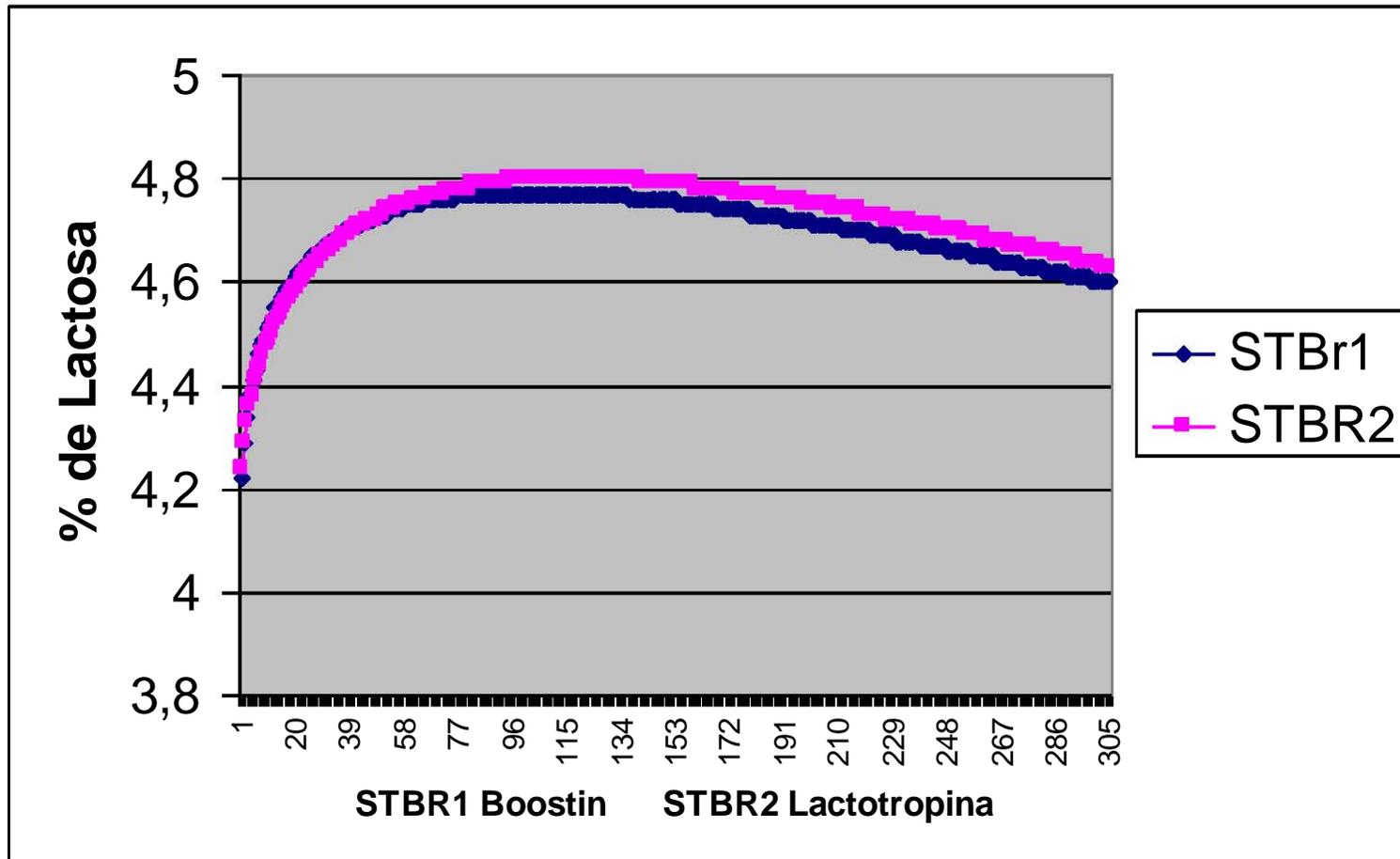
Se observan un ligero incremento en el grupo de STBr² al inicio del estudio en comparación con STBr¹ el cual comienza con un 3.5% de grasa descendiendo ligeramente a 3% para después estabilizarse junto con STBr² y mantenerse semejantes.

Figura 3. Porcentaje de Proteína obtenido mediante la aplicación de dos tipos comerciales de STBr en vacas altas productoras del Establo AMPUERO. Torreón Coahuila.



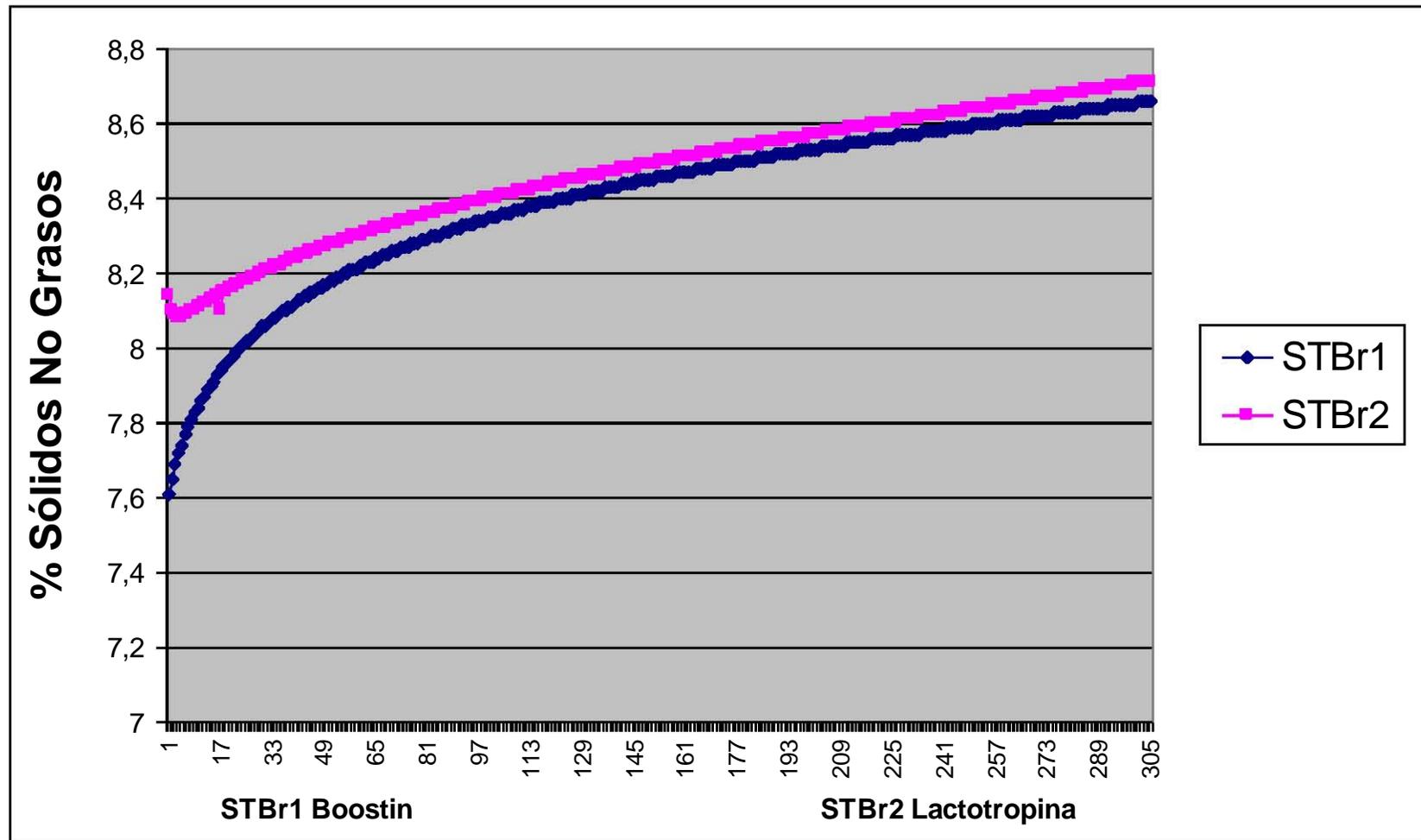
Se observa el % de proteína que en los dos grupos comenzó en 3.5% de proteína posteriormente descendió, para después estabilizarse y retomar nuevamente el valor inicial durante la curva de lactación .

Figura 4. Porcentaje de Lactosa obtenido mediante la aplicación de dos tipos de STBr comerciales de vacas altas productoras del Establo AMPUERO. Torreón Coahuila.



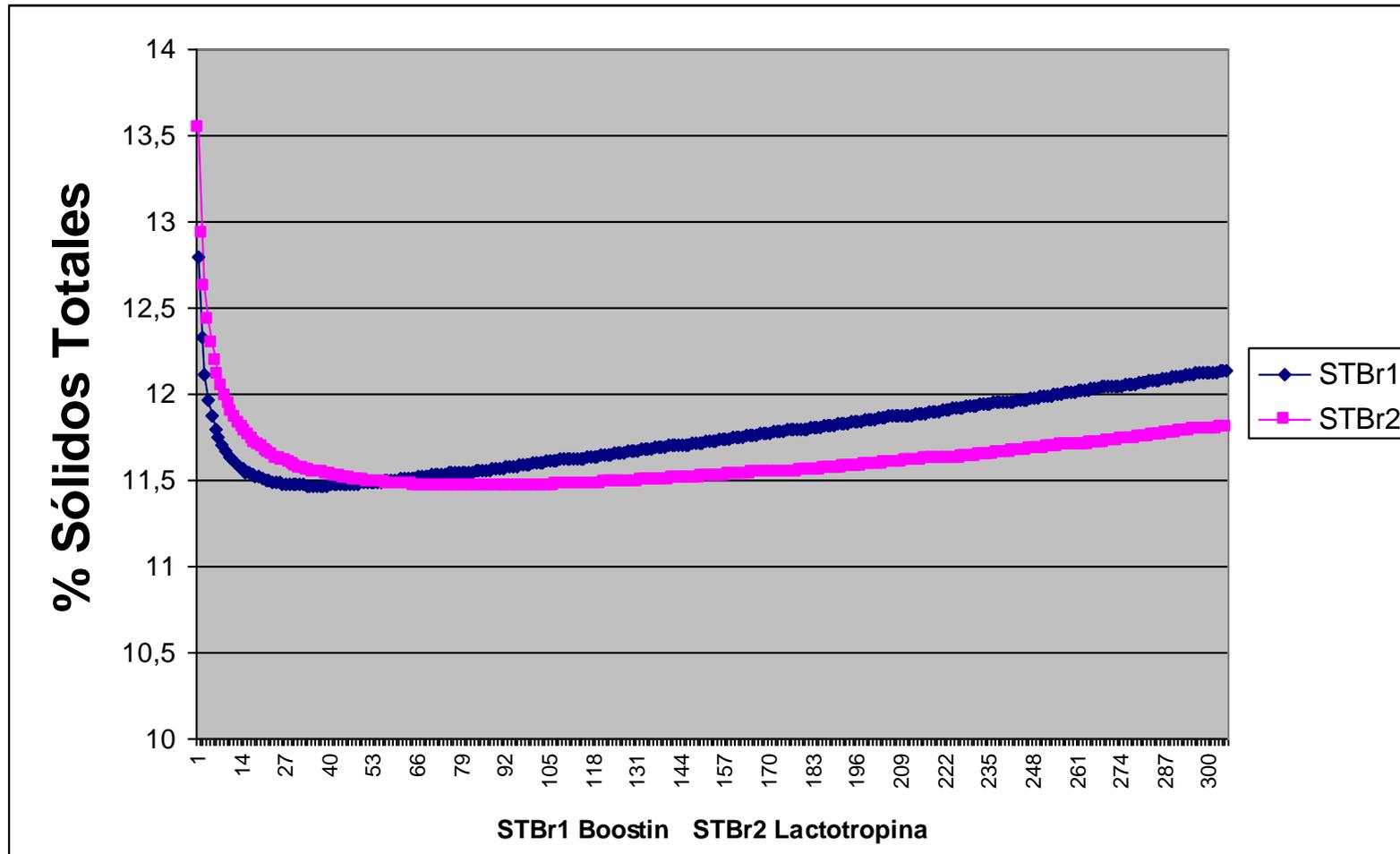
Se observa que inicialmente el % de lactosa en ambos grupos comienza en 4.2%, siendo similares durante toda la curva de lactación y llegando a un % de 4.8% para ambos grupos y terminando con un % de 4.6 durante la curva de lactación.

Figura 5. Porcentaje de sólidos no grasos obtenidos mediante la aplicación de dos tipos comerciales de STBr en vacas altas productoras del Establo de AMPUERO. Torreón Coahuila.



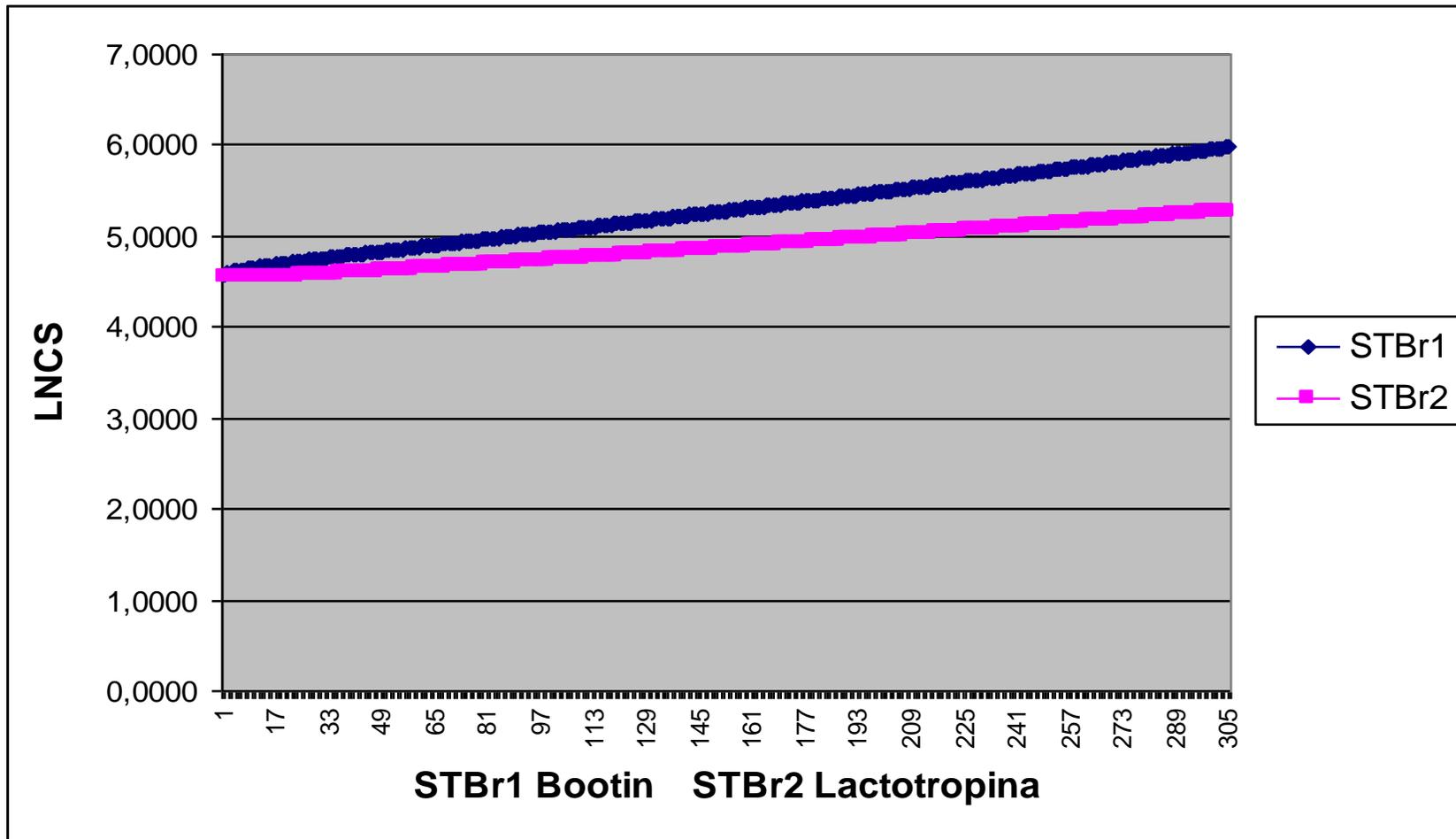
En esta grafica se observa que STBr² comienza mas alto que STBr¹ pero durante la curva STBr¹ logra alcanzar y emparejar los resultados de STBr²

Figura 6. Porcentaje de Sólidos totales obtenido mediante la aplicación de dos tipos comerciales de STBr en vacas altas productoras del Establo AMPUERO. Torreón Coahuila.



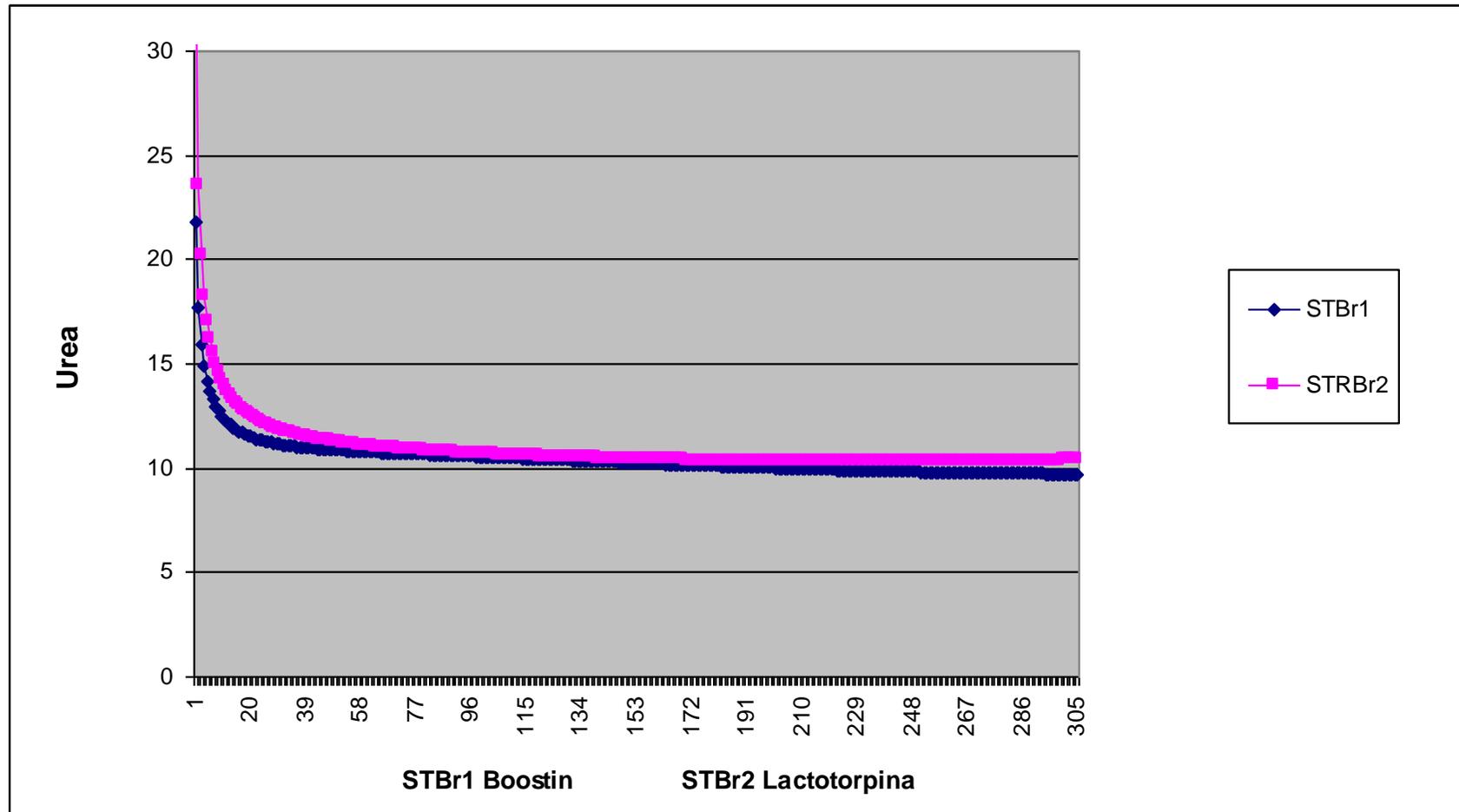
Se observa que inicia más alto STBr² con un % de 13.5 que en STBr¹ pero posteriormente STBr¹ remonta a 12% y STBr² llega a 11.8% aproximadamente durante la curva de lactación.

Figura 7. Promedio de Células somáticas expresadas en Logaritmo Natural, obtenido mediante la aplicación de dos tipos comerciales de STBr en vacas altas productoras del Establo AMPUERO. Torreón Coahuila.



En esta grafica se puede apreciar que ambos grupos comienzan iguales y durante la curva de lactación STBr¹ llega a 6,000 en comparación con STBr² que se queda en 5,000, todo esto sin tener diferencias estadísticas significativas.

Figura 8. Promedio de Urea obtenido mediante la aplicación de dos tipos comerciales en vacas altas productoras del Establo AMPUERO. Torreón Coahuila.



Se observa que el grupo de STBr² comienza en 30 y STBr¹ en 22 y posteriormente se regulan teniendo casi los mismos valores y permaneciendo así durante toda la curva de lactación.

Discusión

En este estudio no se observaron diferencias significativas entre ambos tratamientos posiblemente por factores relacionados con el consumo de materia seca y la satisfacción de los requerimientos nutricionales que impone el aumento de la producción, ya que el uso de STBr eleva las necesidades nutricionales (Bauman, 1999) y se requiere un incremento en el consumo (Chalupa *et al.*, 1990).

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por (Ávila, 2011) quienes trabajando con el mismo hato pero en diferente año no pudieron encontrar diferencias significativas entre ambos productos, de igual forma Tarazón *et al.*, 2009 no obtuvieron diferencias en producción, grasa, proteína, al comparar dos somatotropinas, pero informan de un aumento en la producción de leche de 20.4%, un aumento de grasa de 24% y en cantidad de proteína de 27% con el uso de somatotropinas. Rojas, 2012 no obtuvieron diferencias significativas con los dos tipos de somatotropina comercial en producción. En el estudio de Delgado, 2012 se observó con dos grupos en la Universidad de Sao Paulo Brasil uno experimental y control obteniendo una diferencia significativa con lo cual concluyen que el uso de la somatotropina bovina recombinante produjo un incremento en la producción de leche al pico en las vacas de segundo y tercer parto con un 18% en la producción de leche total. En el estudio de Díaz (1995) en un periodo de 16 días de tratamiento con dos grupos uno experimental y control observó un incremento de 1.1kg de leche diario con el uso de la somatotropina. Rodríguez *et al.*, 2012 hizo un estudio con cuarenta y ocho vacas de primer parto con un promedio diario de producción de 22kg/día observando un aumento positivo durante los días 8, 9 y 10 en las vacas tratadas con somatotropina.

De igual forma obtuvieron una asociación negativa en el conteo de células somáticas teniendo un impacto negativo sobre la respuesta de producción de leche al tratamiento. Rose *et al.*, 2008 realizaron un experimento para determinar la respuesta de las vacas con la aplicación de somatotropina obteniendo aumentos de 3.5 +/- 1.09kg/día presentando un aumento del 11.8% de la producción de leche; de igual forma las variables de proteína, grasa y lactosa no se vieron afectadas.

En lo que respecta a urea en el estudio no se detectaron diferencias en los niveles entre las dos somatotropinas; sin embargo en el estudio de Ávila *et al.*, 2011 si se obtuvieron diferencias entre las dos somatotropinas para los niveles de urea, considerando estos autores evaluar el programa de alimentación dado que al utilizar la STBr² los niveles de urea fueron mayores.

Conclusiones

Por lo anterior discutido se concluye que ambos productos (STbr1 y STbr2) tienen efectos similares en las variables Producción Diaria de Leche, Grasa, Proteína, Lactosa, Sólidos no Grasos, Sólidos Totales, Células Somáticas, Urea. En base a los resultados obtenidos en este trabajo, se rechazó la hipótesis constatando que no hay diferencia significativa en la calidad de la leche en función de las somatotropinas bovinas recombinantes comerciales administradas, Boostin y Lactotropina

En la mayoría de los trabajos citados se afirma que el uso de STBr en vacas lactantes aumenta considerablemente la producción láctea, en este trabajo los resultados obtenidos indican que no existe estadísticamente una diferencia significativa ($p > 0.05$) que pueda justificar la elección de alguna de las dos somatotropinas comerciales (Boostin y Lactotropina).

Por lo cual se puede concluir que el uso de las STBr (Boostin y Lactotropina) se pueden utilizar para aumentar la producción diaria de leche sin afectar la calidad de la leche y en las variables estudiadas en este trabajo, sin embargo, se deben evaluar las Normas Mexicanas para estar dentro de los parámetros de calidad para el consumo humano y de igual forma estudiar los posibles efectos secundarios al utilizar esta hormona, dado que por su naturaleza no es una molécula termoestable con el proceso de la pasteurización se elimina evitando así los riesgos para el consumo.

Bibliografía:

1. Aguilar, A.A., Somatotropina bovina en la producción de ganado lechero. Ponencia expuesta durante la 6ª, conferencia internacional sobre ganado lechero. Rev. Holstein de México Agosto, 1990 pp15-20.
2. Alkanhal h. al-Othman A. Hewedi f. Changes in protein nutritional quality in fresh ad recombinated ultra high temperature treated milk during storage. International Journal of Sciences and Nutrition, 2001 pp52, 509-514.
3. Ávila, M. L. Efecto de dos tipos de somatotropina bovina recombinante (STBr) comerciales sobre la composición de la leche de vacas Holstein, altas productoras, 2011 Tesis de Licenciatura para obtener el Título de Médico Veterinario Zootecnista. FES-Cuatlitlán.
4. Amiot, J., Ciencia y tecnología de la leche. Principios y aplicaciones, Madrid, Acribia, 1991 pp. 4, 6, 24, 31, 42, 195, 196, 198, 207, 208, 209, 211, 213, 214.
5. Ávila, T. S., Producción intensiva de ganado lechero. México D. F., Ed. Cecsca, 1984, pp. 22-26.
6. Baldwin, R. L., y Middleton, S. C. Biology of bovine somatotropina. Natinal invitation Workshops on bovine somatotropin, 1987 pp 11, San louis Missouri.
7. Barbano, D. M. Lynch., Joan M. 1989. "La leche de vacas tratadas con STBr. Composición y propiedades de fabricación" Frente a las tecnologías avanzadas de la industria láctea: STBr. Universidad de Cornell.
8. Bastian, Brown R, Plasmin in Milk and Dairy Products: on Update, Int Dairy Journal 6, 1996, pp 435-457.
9. Bauman, D.E., R. W. Everett, W.H. Weiland, and R.J. Collier. Production Responses to Bovine Somatotropin in Northeast (USA) Dairy Herds. J. Dairy 1999. Sci. 82:2564-2573.
10. Baumrucker, C. R. Insulin like wrowth factor (IGF-1) and insulina stimulates lactating bovine mammary tissue D.N.A. synthesis and milk production in Vitro. 1986, J Dairy Sci. 69:120.
11. Bernal, S. Ma. Guadalupe, Avances en producción de leche: La somatotropina, 1990, Revista Vet. Mex, XXI: 4 pp. 409-414.
12. BusKirk, D. D., D. B. Faulkner, W. L. Hurley, D. J. Kesler, F. A. Ireland, T. G. Nash, J. C. Castree y J. L. Vicini, 1996. Growth, reproductiven performance, mammary development, and milk produccion of beef heifers as influenced by prepubertal dietary energy and administration of bovine somatotropina. J. Anim. Sci. 74:2649.
13. Capuco A V, Keys Je, Smith J. J. Somatotropin increase Thyroxin 5-monodeiodinase activity in lactating mammary tissue of the cow. J. Endocrin. 1989, 121: 205-211.
14. Chalupa, W. y Galligan D. T., Metabolic modifiers and nutritional requirements of lactating Dairy cattle. Proc. Cornel Nutr. 1990 Conf., pp. 10.17.
15. Cohen,R. Amenaza de Cáncer por la Somatotropina Bovina. 2010. Animal Rights Resource Site .
16. Contreras,P.J. Incrementando la Rentabilidad en el Hato Lechero. 2011. Intervet Schering-Plough Animal Health.
17. Corey, B. Bovine growth hormone harmless for hu mans. FDA consumer magazine. 1990. DHHS Publication No.(FDA)91-604.
18. Díaz N. R. Evaluación el empleo de somatotropina bovina recombinante, en vacas Holstein de sistemas de lechería familiar, en el municipio de Teoloyucan,

- Estado de México. 1995. Tesis de Licenciatura que para obtener el Título de Médico Veterinario Zootecnista. FES-Cuatlitlán
19. Donald. D.V.N., Ph. D. Editor. M. H. Pineda. D.V.M.PhD. "Endocrinología veterinaria y reproducción", Associate Editor. 1989. Ed. Mc Graw Hill. México.
 20. Evans, H.M. y Long, J.A. The effect of the anterior lobe of the hypophysis administered intraperitoneally upon growth, and the maturity and Oestrus cycles of the rat. 1991 Anat. Rex 21:61.
 21. Fennema, O., Química de alimentos, España. Acribia, 2000, pp. 1000, 1008, 1009, 1033.
 22. Forja, F. Dirección de Ciencia y Tecnología. 1999. Última actualización: 2002-10-24
 23. Fuentes, H. V. O. Los estimulantes de la producción lechera, Memorias de XVI Congreso Nacional de Buiatría. 1991., Veracruz, México. México.
 24. Guyton, A. C., Hall J. E. Tratado de fisiología medica. Mc GRaw-Hill Ed. Interamericana, 2001, 10ª ed. México.
 25. Hadley M. E. Endocrinology. Department of Anatomy. University of Arizona. Ed. Prentice Hall. USA. IZADYAR F, Vantol HTA, Colenbrander BB Stimulatory effect of Growth Hormone on In vitro maturation of bovine oocytes in exerted through cumulus cells and not mediated by IGF-I. Mol.1997, Reprod. Dev. 47: 175-180.
 26. Hart, I.C. Bines, J.A. y Morant, S.V. The secretion and metabolic clearance rates of growth hormone, insulina and prolactin in high-and low Fielding cattle at four stages of lactation, Life Sci., 1970, pp. 27:1839-1845.
 27. Jiménez, Lucas Marana, Disposición de leche en polvo caduca, Estudio de caso., Tesis Licenciatura UNAM. México, 2005, pp. 24, 53.
 28. Jordon, D.C., Aguilar, A.A., Olson, J.D., Bailey, C., Hartnell, G.F. Y Madsen, K.S. "Effecs of recombinant methionyl bovine somatotropin (sometribove) in high producing cows milked three times daily". 1991, J. Dairy Sci.
 29. Keating, F., Gaona, H., Introducción a la lactología, 2ª ed. México. Limusa, 1999, pp. 15-20, 22-24.
 30. Kirk, R., Sawyer, R., Egan, H., Composición y análisis de alimentos de Pearson, 2ª ed. México, Compañía Ed. Continental, 2002, pp. 583-588.
 31. López, B.B. 1995. Estimación de parámetros genéticos que caracterizan el modelo matemático que mejor explica la curva de lactación en vacas F1 Holstein – cebú en zona subtropical. Tesis. Maestro en ciencias pecuarias. Universidad de Colima.
 32. Manalu W, Jonhson H. D. Ru-Zhi L, Becker B. A. and Colher R. J. Metabolism and Hermonal Regulation, Assesment of Thermal Status of Somatotropin-injected Lactating Holstein Cows Maintained under Controlled-Laboratory Thermoneutral, Hot and Cold Enviroments. 1991. 12:2006-2026.
 33. Martin, C.R. Textbook of Endocrine Physiology. 1976, Oxford University Press. New York.
 34. Miller, W.L. y Eberhardt, N.L. Estructure and evolution of the growth hormone family, 1983, Endocrine Rev. Pp. 4:97.
 35. Morales RJ (1993) Efecto de un tratamiento corto de somatotropina bovina recombinante (bST) al momento del estro sobre niveles de concepción y función lútea en vacas repetidoras. Holstein. Tesis de Maestría. Fac. Med. Vet. Zoot. UNAM. México, DF.
 36. Neumann, K.F., Grepe, N., "Vacas lecheras, centro de estudios agropecuarios", serie agronegocios, 1996, Ed. Iberoamericana, México.

37. Nott, J. Somatotropina bovina (BST). Universidad Estatal de Iowa. Fundación de Investigación de Purdue. Available from Agricultural Communication Service, Media Distribution Center, Purdue University, West Lafayette, 2000. Indiana 47907.
38. Peel CJ, Bauman DE Somatotropin and lactation. J.1987, Dairy Sci. 70: 474-486.
39. Phillips "Avances de la ciencia de la producción lechera" 1998, Ed.Acribia Zaragoza España
40. Rodriguez P. H. M. 1, Santos M. V. 1, Fonseca L. F. L. 1, P. M. Meyer² and C. S. Lucci¹ ¹College of Veterinary Medicine and Animal Science, University of Saõ Paulo/USP, VNP – FMVZ-USP, Pirassununga, Saõ Paulo, Brazil, and ² Brazilian Institute of Geography and Statistics/IBGE, Saõ Paulo, SP, Brazil An approach to identify dairy cows being responsive to recombinant bovine somatotropin
41. Rose M.T., Weekes T.E.C. 1, P Relationship between the milk yield response to short-term bovine somatotropin treatment and the lipolytic response to adrenaline in dairy cows. Rowlinson School of Agriculture, Food and Rural Development, University of Newcastle upon Tyne NE1 7RU, United Kingdom Received 8 August 2008; received in revised form 28 August 2008; accepted 5 September 2008
42. Rojas R. B. Uso de dos tipos de somatotropina comerciales para el incremento de la producción de leche en vacas Holstein 2011 Tesis de Licenciatura para obtener el Título de Medico Veterinario Zootecnista. FES-Cuautitlán.
43. SAS Institute, Inc. 1998, SAS-.User guide Statistical. Versión 8, Cary, NC.
44. Schlimme, E. y Buchheim, W., La leche y sus componentes, propiedades químicas y físicas. Madrid, Acribia, 2002 pp. 33, 34, 36, 37, 41, 42, 46, 47, 49, 50, 54, 55.
45. Shimada, A. Fundamentos de Nutrición Animal, Ed. Trillas S.A. de C.V. 2003 México.
46. Skarda J, Mader H Impact of bovine somatotropin on dairy in Eastern Europe. J. 1991, Dairy Sci. 74:72.
47. Spicer LJ, Echternkamp S. The ovarian Insulin-like growth factor system with an emphasis on domestic animals. Dom. Anim: Endocrinol. 1995. 12:223-245.
48. Spreer, E., Lactologia Industrial, 2ª ed., España Ed. Acribia, 1991, pp. 21, 27.
49. Tarazón, M. A. Rueda, E. O. efectos de la inyección de Somatotropina bovina sobre la producción y composición de la leche de vacas Holstein en lactancia muy tardía 2009.
50. Teske, R.H. Milk from BST-treated cows: its safety for human consumption, National invitation Workshops on bovine somatotropina.1987, J. Dairy Sci. 71:121.
51. Toronto.Consejo de Políticas Alimentarias. Concesión de licencias y uso de la hormona de crecimiento bovina (BGH). 1991. Proyectos de Agricultura Ecológica de la Universidad McGill (Campus Macdonald).
52. Turner, C.D. y Bagnara, J.T. General Endocrinology, 1991, 6Th. Ed. W.B SAunders, Philadelphia.
53. Tucker, H.A. 1994 Lactation and its hormonal control. Chapter 57, the physiology of Reproduction, Second Ed. E. Knobil and J.D.O. neill. Raven Press, New York.
54. Villa, G.A. Gonzalez, P. E., Ruiz, D. R, oxitocina y somatotropina como metodos para incrementar la producción en ganado de tropico, Memorias de

XXVII Congreso Nacional de Buiatría, 2003, Villahermosa, Tabasco Mexico,
Mexico (DF): Asociacion Mexicana de Medicos Veterianrios Especialistas en
Bovinos, AC.

55. DETENAL y UNAM, wheatherbase.com/torreoncoahuila 20/10/2011 6:23 pm.