



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**COMPARACIÓN DE DOS TIPOS DE  
SOMATOTROPINA BOVINA RECOMBINANTE  
(SBTr) COMERCIALES, EN LA PRODUCCIÓN  
LÁCTEA BOVINA DE DOS RANCHOS DE ALTA  
TECNIFICACIÓN**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTA:

**JACQUELINE COYOLI ZAMORA**

ASESOR: **DR. BENITO LÓPEZ BAÑOS**

COASESOR: **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.



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**



**ASUNTO: VOTO APROBATORIO**

**DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO  
DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE**

**ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNÁNDEZ  
Jefa del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán**

Con base en el Art. 28 del Reglamento de Exámenes Profesionales nos permitimos comunicar a usted que revisamos **LA TESIS:**

Comparación de dos tipos de somatotropina bovina recombinante (SBTr) comerciales, en la Producción láctea bovina de dos ranchos alta tecnificación.

Que presenta la pasante: **JACQUELINE COYOLI ZAMORA**  
Con número de cuenta: **30282027-2** para obtener el Título de: **Médica Veterinaria Zootecnista**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

**ATENTAMENTE**  
**“POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU”**  
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 25 de Febrero de 2013.

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

	<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>
<b>PRESIDENTE</b>	Dr. Benito López Baños	
<b>VOCAL</b>	M.V.Z. Miguel Ángel Pérez Ortega	
<b>SECRETARIO</b>	Dr. Antonio Gómez Alcántara	
<b>1er SUPLENTE</b>	M. en C. María del Carmen Barrón García	
<b>2do SUPLENTE</b>	Dra. Marisela Leal Hernández	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 120).  
HHA/pm

## Dedicatoria

Dios gracias por darme la fuerza, voluntad y por guiar mis pasos, decisiones, caídas y triunfos en esta maravillosa etapa y durante toda mi vida.

A mi Papi, que eres todo para mí.

A mi modelo anatómico, que está en el cielo de los perros, Throsky.

Este trabajo es la culminación de uno de mis más grandes miedos, de un esfuerzo enorme, de una lucha que duro lo que tenía que durar y es el resultado de haber empezado una etapa maravillosa, difícil pero que desde el primer día que tuve la bendición de estar frente a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM disfrute al máximo.

Papi GRACIAS, por todas y cada una de tus enseñanzas, por cada palabra de aliento, por cada minuto que dejaste de lado tu cansancio, tu trabajo, tus preocupaciones y me lo dedicaste. Gracias por dejarme la mejor herencia que pude haber tenido, MI CARRERA. Gracias por no haberme dejado rendirme ante las adversidades presentes en los primeros semestres. Este trabajo esta más que dedicado a ti y a tu lucha conmigo. Nunca me arrepentiré de haber sido tan terca e impedir que nos separaran. Gracias flaquito por ser mi mejor ejemplo y guía en esta vida. Te amo.

Bety gracias por ser la mejor mamá que pude haber tenido, gracias por esos jalones de orejas cuando me trataba de salir del riel, gracias por curar tantas vece esas heridas que solo una mamá puede hacer. Gracias por no dejarme caer y cuando lo hice gracias por motivarme a seguir hacia adelante. Te amo.

Lalo, mi hermanito, gracias por darme tantos dolores de cabeza, gracias por siempre ser quien me sacaba de esos momentos de enojo con una de tus locuras, gracias por siempre recordarme lo importante que es sonreír en esta vida. Te amo

Doy gracias a la vida y a Dios por contar con las hermanas más locas y disparejas que puede haber tenido. Danqui gracias totales por siempre estar, por siempre ser la que dice las palabras justas y necesarias. Gris, gracias por esos años en los que solo tu me entendías. Irazú, flaquita gorrosita y achacosa, gracias por tantas cosas vividas, por ser

paciente y cariñosa conmigo en las etapas más difíciles de mi vida. A las tres les digo, gracias por ser mis hermanas, las amo.

Alito, simplemente GRACIAS, por todo lo que hemos vivido juntos, por ser un gran apoyo en momentos difíciles y jamás darme la espalda por duros que fuesen nuestros enfrentamientos. Te amo.

Abuelita, mi cabecita loca te amo, te agradezco infinitamente esos años en los que dedicaste días y noches a estar junto a esta guerrosa. Gracias por dejar de lado tus uniformes blancos y volver a ser ama de casa. Te amo

Checo, sapito de mi vida, gracias infinitas a esos grandes consejos que me diste, por esos jalones de orejas que mas que regañarme solo querías hacerme ver mis errores desde otro punto de vista. Gracias gordo por ser mi hermano mayor. Te amo

Mari, Brenda y Abuelo, son el trio más loco que conozco y amo, por estos últimos años en los que has estado más cerca de mí y de una relación tan padre que se ha formado entre nosotras. Los amo

Robert, gracias por ser una gran apoyo cuando los tiempos se tornaron mas que negros, gracias por siempre haber luchado conmigo hasta el final, gracias por las grandes enseñanzas de vida y profesionales que compartiste conmigo. Gracias por demostrarme que el amor es hermoso y lleno de confianza, lucha, tenacidad y sobre todo de tolerancia y respeto. Gracias por ser mi mueganito. Te amo

Dentro de los primeros semestres de la carrera tuve la bendición de conocer personas que son muy especiales para mi, Montserrat González, Diego Nava, Marco A. Fuentes y Lorena Caballero, gracias por dejarme conocerlos y compartir pocas o muchas cosas a su lado, gracias por ser de las muchas personas que creyeron en mi y por quedarse a mi lado estos años.

Con el paso del tiempo y los semestres vas descubriendo que no todo es tan malo ni tan materialista y encuentras a personas tan únicas y auténticas como tu mi amiguísima del alma Mayra F. Valdez y como tu mi flaca adorada Perla M. Suzán. Cada una a su manera y en su momento, marcaron las decisiones más impactantes de mi vida. Las adoro.

Así mismo me cruce en el camino de personas que inyectaron fuerza, vitalidad y empuje a mi vida, que sin sus palabras, bromas, platicas subidas de tono y chistes jamás habría pasado tan buenos momentos en la cafetería, si mis viejitas adoradas Nayelhi Serrano, Paola M. Fierro, Katya H. Schleske, Laura Palma, Beatriz Ramírez y Erandi Pastrana. Por supuesto no podía faltar el buen Gabriel Bastida. Gracias por ser mis amigos de verdad y que aunque pase el tiempo y no nos veamos tan seguido saben que siempre estaré con ustedes. Los adoro.

También encontré personas que tuvieron que aguantar la primera impresión que les di para saber quien soy realmente y que por fuera soy algo muy distinto a quien en realidad soy, Mitzel Lara, Viridiana Fernández, Elsa Celis. Gracias amigas muchas gracias por todo lo que hemos vivido, gracias por darme la oportunidad de conocerlas.

Ni que decir de mis mentores de carrera y de vida, gracias a ustedes jamás habría conocido todo lo que nuestra hermosa y maravillosa carrera me puede ofrecer. Gracias por aguantar todas y cada una de mis inquietudes, quejas, dudas, exigencias y molestias que di como estudiante, gracias por transmitirme sus conocimientos y sus experiencias, gracias por reconocerme cuando fue necesario y llamarme la atención cuando lo amerite. Gracias por ser profesores y grandes amigos.

A mis queridos especialistas en equinos, que sin saber mas que mi nombre me aceptaron y cobijaron el tiempo justo y necesario para salir adelante y enfrentarme ante muchas adversidades. Dr. Jesús Valdez gracias por creer en mi, recordarme que siempre y pasara lo que pasara puedo contar con usted y su consejo. M. en C. Moisés Valderrama, que sin deber me has ayudado, orientado, escuchado, aconsejado y apoyado en muchos aspectos tanto personales como académicos, gracias por recordarme que siempre hay algo más por hacer y que jamás es suficiente.

Dentro de las nuevas experiencias de vida encuentras personas maravillosas que poco a poco se van apoderando de un gran espacio en tu corazón, Mitzel del Rio, Itzel Bahena, Desire Sandoval, Carlos Ceciliano, Carlos Manzo, Juan Ramón gracias por ser grandes amigos.

Dr. Benito López Baños, le agradezco infinitamente el haber confiado en mi para ser su tesista, por haber depositado ese voto de confianza para que bajo su guía sacara este trabajo adelante, por haberme ofrecido trabajar codo a codo con una gran persona y excelente medico veterinario, por alentarme a trabajar duro y con tenacidad para poderme titular. Gracias por ser mi asesor de tesis y un gran ejemplo.

Dr. Armando Enrique Esperón Sumano, gracias por su dedicación, su confianza, su paciencia y por todos los ánimos que siempre me ha dado, gracias por aceptar ser mi coasesor de tesis, gracias por el apoyo brindado.

## ÍNDICE

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Objetivo General.....	28
Objetivos Particulares.....	28
Hipótesis.....	28
Material y Métodos.....	29
Resultados.....	32
Discusión.....	36
Conclusiones.....	38
Bibliografía.....	39
Apéndice.....	44

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de dos Somatotropina Bovina Recombinante SBT<sub>r1</sub> (Boostin) y SBT<sub>r2</sub> (Lactotropina) comerciales, sobre la producción láctea bovina en dos ranchos de Torreón, Coahuila, “Lácteos La Florida” (rancho 1) y “El Fénix” (rancho 2). Se realizó el tratamiento con SBT<sub>r1</sub> y SBT<sub>r2</sub>, en tres diferentes aplicaciones con un intervalo de 14 días entre ellas. Se utilizaron 40 vacas para cada grupo, en el rancho 1 y se utilizaron 88 vacas para SBT<sub>r1</sub> y 89 vacas para SBT<sub>r2</sub> en el rancho 2. La primera aplicación fue a los  $100 \pm 5$  días en leche, con vacas de dos o más lactancias. La variable Producción Diaria de Leche (PDL) se analizó mediante un modelo Factorial 2x2. Los resultados obtenidos denotaron que la producción promedio diaria (PDL) para ambos ranchos estudiados, rancho 1 y rancho 2 fue de 49.5 kg y 41.4 kg, respectivamente. Se resalta que el rancho 1 tiene una producción significativamente más alta ( $P < 0.05$ ) con respecto al rancho 2 lo que denota que el primero tiene una mejor tecnificación y/o que cuenta con vacas de mejor calidad genética. Así mismo no se encontró diferencia significativa en el efecto de las somatotropinas bovinas recombinantes (SBTr) comerciales administradas, con 44.2 kg y 43.6 kg para SBT<sub>r1</sub> y SBT<sub>r2</sub> respectivamente y mucho menos efectos de interacción entre producto y rancho.

## INTRODUCCIÓN

Entre los aspectos generales de la producción láctea encontramos que las vacas lecheras de hoy son uno de los animales domésticos más fascinantes y su explotación por el hombre constituye una parte esencial de la agricultura de los países desarrollados (Buxadé, 1996; Shimada, 2009).

Conocida como la “madre adoptiva del hombre”, produce un alimento de gran valor nutritivo, la leche, y puede utilizar hierbas de praderas y pastos, forrajes cultivados y subproductos industriales, sin la competencia del uso humano directo (Buxadé, 1996; Shimada, 2009).

Su sistema ruminal despliega sobre los forrajes y piensos ingeridos una actividad tan eficiente biológicamente hablando que la cataloga entre los animales domésticos como uno de los más potentes transformadores en alimentos para el hombre, lo que ha llevado al hombre a formar granjas lecheras y cárnicas (Buxadé, 1996).

En las explotaciones lecheras su objetivo ideal es obtener un becerro y una lactancia anual; en torno a tal objetivo gira la mayoría de las prácticas alimenticias y zootécnicas actuales. (Shimada, 2009) El objetivo principal es la producción de leche, de este modo los machos son utilizados para producción de carne y las hembras son utilizadas como reemplazos futuros para mantener la producción láctea futura. La cuales

deberán tener su primer parto a los 2 años de edad y con un peso de 550 a 580 kg (Shimada, 2009).

En la historia de la agricultura se acepta que del *Bos Taurus typicusse* derivan la mayoría de las razas de vacuno Europeo y Americano, y que sus subespecies fueron las precursoras de las razas lecheras modernas, en concreto de *Bos Taurus primigenius* y *Bos Taurus longifrons* (Buxadé, 1996; Clutton-Brock, 1999).

La producción y reproducción vacuna, para fines alimenticios se inició en Asia y en el noreste de África entre los años 6000 y 8000 antes de Cristo. Los registros gráficos más antiguos sobre las explotaciones de vacas se refieren a los sumerios de Mesopotamia, hacia el 6000 a.C. Las alusiones, más de 40 a las vacas, y más de 50 a la leche y sus derivados, hacen de la Biblia un documento de valor inestimable en el análisis histórico de la ganadería (Buxadé, 1996). La primera evidencia del uso de vacas como proveedoras de leche en las antiguas civilizaciones Egipcias y Mesopotámicas, data del cuarto milenio antes de Cristo (Clutton-Brock, 1999).

En Europa algunos pueblos nortefios utilizaron pronto la mantequilla como alimento, pero el hábito no se generalizo hasta el siglo XVIII. Los auténticos avances en la explotación lechera se producen en la segunda mitad del siglo XIX, desde donde saltarían al nuevo continente (Clutton-Brock, 1999; Collier y cols, 2012).

La industria lechera empezó a utilizar el periodo seco entre lactancias, para ayudar a la recuperación de la glándula mamaria e incrementar la siguiente lactancia, en 170 días. Sin embargo, la duración del periodo seco (PS) era muy variable para el siglo XX; ya que durante la Segunda Guerra Mundial con el fin de maximizar el tiempo de vida de la producción de leche y con los nuevos avances genéticos, el periodo seco se ajustó aproximadamente a 60 días. Hoy en día, es generalmente aceptado que un periodo seco de menos de 40 días, causara una producción menor de leche en la siguiente lactancia (Clutton-Brock, 1999; Collier y cols, 2012).

Durante los años 50 y la primera década del siglo XIX, se han estudiado y examinado los procesos básicos del periodo seco y sus requerimientos. Así como, el incremento de la producción de leche y la transición de lactación a periodo seco, que están estrechamente relacionados con el incremento de enfermedades metabólicas, morbilidad y mortalidad del ganado (Collier y cols, 2012).

Algunos estudios recientes han demostrado que el PS y muchos factores más, como, agentes químicos, el potencial genético para la producción de leche, el uso de sustancias sintéticas y la alimentación afectan directamente la producción de leche presente y las subsecuentes (Etherton y Bauman, 1998; Vieira y cols, 2009).

Por lo que se ha estudiado con mayor frecuencia el efecto de la Somatotropina Bovina (STb) o también llamada hormona del crecimiento (McGrath y cols, 2008; Castigliego y cols, 2010), es una hormona proteica producida en las células acidófilas

de la pituitaria anterior, (Bauman, 1992; Etherton y Bauman, 1998; Prado y cols, 2003) cuya producción está regulada por las hormonas hipotalámicas, factor liberador de Somatotropina y la Somatostatina (Etherton y Bauman, 1998; Prado y cols, 2003). Influye en varios procesos fisiológicos, incluyendo el crecimiento corporal y el metabolismo tisular (Castigliego y cols, 2010; Castigliego y cols 2007).

La glándula mamaria o ubre, es una glándula localizada fuera de la cavidad abdominal. La cual está dividida en cuatro cuartos, (anterior izquierdo, anterior derecho, posterior derecho y posterior izquierdo) los cuales están completamente aislados el uno de los otros, no comparten suministro de sangre y no hay intercambio interno de leche, por lo que cada cisterna, sistema de conductos y pezón, recibe lo que se produce en el cuarto al que pertenecen (Squires, 2003; Reece, 2005; Cunningham, 2009).

Encargado de brindar soporte a la ubre, se tiene un sistema de suspensión muy eficaz, ya que la ubre antes de ser ordeñada puede llegar a pesar 70 kg aproximadamente, el ligamento suspensor medio, que se halla firmemente inserto en la pared abdominal, discurre entre las dos mitades de la ubre, conteniendo gran cantidad de tejido fibroso y elástico. Así mismo brindan soporte lateral, los ligamentos laterales, que descienden de los huesos pélvicos hasta la cara lateral y posterior de la ubre, continuando hasta encontrarse en el surco intermamario, estos ligamentos están compuestos por fuerte y resistente tejido fibroso (Cole, 1973; Cunningham, 2009; Swenson y Reece, 2009).

Un cuarto o mama se divide en lóbulos (Figura 1), que a su vez se dividen en lobulillos, estos se ven directamente involucrados en la capacidad de síntesis de leche, que está dada por un grupo de células sintetizadoras de leche presentes en el epitelio de cada alveolo, esto es uno de los factores que más influirá en la producción láctea de cada vaca (Cole, 1973; Cunningham, 2009; Swenson y Reece, 2009).

El desarrollo de la glándula mamaria está estrechamente relacionado con el desarrollo reproductivo, el cual ocurre en diferentes fases de la vida, tales como el desarrollo fetal, la pubertad, la gestación y el periodo de lactación en la vaca (Cole, 1973; Squires, 2003; Reece, 2005; Swenson y Reece, 2009).

Cada unidad secretora de la glándula mamaria se halla relacionada con las demás de sus lobulillo por medio de unos finos conductos intralobulillares. Los lobulillos, por su parte, vierten su contenido en los conductos intralobulares, que son de mayor diámetro y existen en cada lóbulo. Comunicando entre sí todos los lóbulos de cada cuarto están los canales interlobulares, que desembocan en los grandes conductos galactóforos que llevan la leche de la totalidad de la glándula a la cisterna correspondiente de cada pezón (Cole, 1973; Squires, 2003; Swenson y Reece, 2009).

En la vaca cada cuarto está dotado de un pezón, que no solo sirve de puerta de salida de la leche segregada por cada uno, sino que también actúa como válvula encargada de mantener aquella exenta de contaminaciones. Estos cometidos los realiza

un fuerte esfínter muscular que rodea la punta del pezón, el meato externo (Cole, 1973; Squires, 2003; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009).

También con la misión de retener la leche en la cisterna existen en el inicio del conducto excretor unos pliegues mucosos característicos, la Roseta de Fürstenberg; los pliegues están dispuestos de manera que cualquier presión ejercida sobre el pezón hace que obturen el nacimiento del canal (Cole, 1973; Squires, 2003; Cunningham, 2009).

La síntesis de leche requiere la llegada a la glándula de una cantidad constante de sustancias nutritivas. Se ha calculado que por cada litro de leche segregada deben atravesar la ubre de 450 litros de sangre aproximadamente. Este enorme volumen sanguíneo llega a la está principalmente a través del anillo inguinal (abertura que atraviesa la pared abdominal precisamente encima de la glándula, permitiendo la comunicación de está con la cavidad abdominal), por medio de las arterias pudenda externa, derecha e izquierda (Cole, 1973; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009).

Los cuartos reciben una irrigación secundaria y de escasa trascendencia por las arterias perineales, derecha e izquierda. Todos estos vasos son ramas de otros que, a su vez, proceden de la aorta abdominal, gran arteria portadora de sangre oxigenada y rica en sustancias alimenticias, procedente del corazón (Cole, 1973; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009).

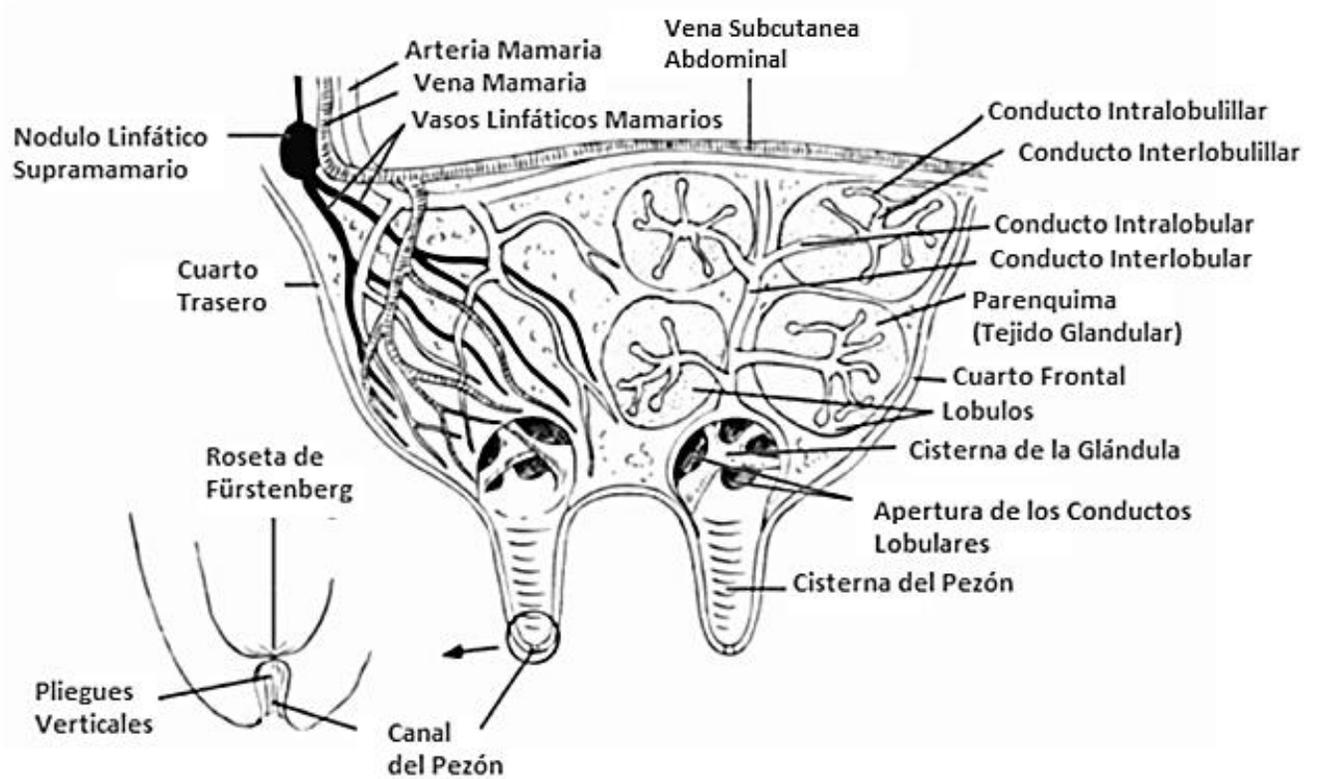


Fig. 1. Diagrama estructural de la glándula mamaria (Reece, 2005)

Los parénquimas mamaros, tejidos sometidos a un considerable esfuerzo metabólico, producen grandes cantidades de sustancias residuales, en su mayoría nocivas para el organismo. La función del sistema venoso de la región consiste precisamente en transportar dichos catabolitos a zonas del organismo encargadas de su eliminación. El drenado venoso de la ubre depende de varios factores, entre los que pueden citarse como más importantes (Cole, 1973; Swenson y Reece, 2009):

- 1) Posición del animal, si está de pie o echado
- 2) Edad
- 3) Número de descendientes

Las venas principales que llevan la sangre desde la glándula mamaria son las venas pudendas externas y las subcutáneas abdominales o venas de la leche. Estas gruesas venas contienen válvulas situadas periódicamente en toda su longitud y que dirigen la corriente de sangre (Swenson y Reece, 2009; Cole, 1973).

En las venas subcutáneas abdominales, desde el punto inmediatamente posterior al ombligo, las válvulas están dispuestas para que toda la sangre se vea impedida a fluir hacia las venas pudendas externas, que nacen en la base de la glándula. Desde el punto craneal del ombligo, las válvulas de las venas abdominales subcutáneas están colocadas de forma que el flujo sanguíneo va al corazón en dirección cefálica (Cole, 1973; Swenson y Reece, 2009).

En las vacas de todas las edades estas válvulas se hallan intactas y controlan eficazmente el flujo sanguíneo en forma correcta. Cuando se inicia la lactación a continuación del primer parto, la actividad intensificada de las glándulas mamarias crea una demanda tal de sangre, que las válvulas de las venas abdominales subcutáneas existentes entre el ombligo y la ubre se sobrecargan en exceso y pierden su funcionalidad (Cole, 1973; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009).

Se tiene una extensa red de vasos linfáticos supramamarios, los vasos eferentes de los ganglios linfáticos iliacos externos (o inguinales profundos). El flujo de linfa desde los conductos mamarios es mucho mayor en animales que están lactando que en los que no lo están. La linfa se mueve por una diferencia de presiones provocada por la respiración, la presión en los capilares sanguíneos y la contracción de los músculos (Cole, 1973; Swenson y Reece, 2009).

Una vez sintetizada la leche, es conducida hacia su cisterna correspondiente, esto se lleva a cabo gracias al sistema excretor. El sistema excretor no solo se encarga de conducir la leche desde los alvéolos secretores de la glándula hasta la cisterna del pezón, sino también da cabida mientras tiene lugar el ordeño a una fracción de leche segregada (Cole, 1973; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009).

También hay que considerar que además de las cuatro tetas normales, puede haber tetas supernumerarias asociadas a una glándula pequeña, una glándula normal o con ningún área secretora. Alrededor del 40% de las vacas tienen tetas supernumerarias, que pueden no ser funcionales o si ser funcionales y afectar la producción láctea, por ser propensas a un mal ordeño y poner en riesgo de enfermedades al cuarto en el cual están presentes (Cole, 1973; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009).

El peso de la ubre de las vacas lecheras en lactación es en general de los 14 a 32 kg. La capacidad no está relacionada necesariamente con el peso de la ubre vacía, puesto que la proporción entre parénquima (tejido secretor) y estroma (tejido conectivo) también varía de manera considerable. El peso y la capacidad de la ubre aumentan por lo general hasta que la vaca alcanza la madurez, cerca de los 6 años (Cole, 1973; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009).

El desarrollo de la glándula mamaria en las hembras se realiza durante cinco fases del desarrollo animal: prenatal, antes de la pubertad, después de la pubertad, gestación e inicio de la lactación (Squires, 2003; Reece, 2005; Avila, 2010).

El desarrollo fetal de la glándula mamaria puede identificarse desde las primeras etapas del desarrollo embrionario después de los 30 días de concepción, cuando se aprecia un estrato de células cuboidales ectodérmicas que forman la banda mamaria en la región inguinal. Alrededor de los 35 días, aparecen las líneas mamarias formadas por varias capas de células que se desarrollan del estrato germinativo o de Malpighi, las cuales dan lugar a los senos lactíferos mamarios. A los dos meses de vida fetal, estos últimos forman dos botones mamarios en cada línea mamaria, dando lugar a las glándulas anteriores y posteriores de cada mitad de la ubre (Squires, 2003; Reece, 2005; Avila, 2010).

La formación del seno lactífero del pezón y de la glándula empieza a los tres de vida fetal, estando el seno bien diferenciado a los 4 meses de vida del feto. En esta etapa, es posible observar un epitelio de dos o tres estratos que cubren la cara interna de la luz del seno lactífero, la cual tiene más apariencia de un conducto. El conducto que forma el seno lactífero del pezón se hace más estrecho en su porción distal para formar el conducto estriado (Avila, 2010).

Al mismo tiempo ocurre la formación de vasos sanguíneos que corren perpendicularmente a la ubre. Al nacer la becerrita, ya cuenta con tejidos no epiteliales y las estructuras básicas de la glándula mamaria, tales como, el tejido conectivo, vasos sanguíneos y vasos linfáticos, ya están formados. Sin embargo el sistema eyector y el tejido glandular aún son rudimentarios (Squires, 2003; Reece, 2005). El mayor desarrollo de la glándula en la vida fetal se efectúa durante los primeros seis meses (Squires, 2003; Reece, 2005; Avila, 2010).

Desde el nacimiento de la becerrita hasta su pubertad, la glándula mamaria sufre una fase de crecimiento alométrico, que es más rápido en la glándula que en cualquier otra parte del cuerpo (Squires, 2003; Avila 2010). Este crecimiento es debido a un aumento de tejido conectivo con deposición de grasa. Sin embargo, hay cierto crecimiento de tejido secretor, ya que el sistema de conductos continúa desarrollándose (Squires, 2003; Reece, 2005; Avila 2010).

Durante este periodo la capa de grasa y los conductos crecen rápidamente pero aun los alveolos no están formados. En la pubertad, la glándula de algunas razas de novillas está pesando alrededor de los 2-3 kg con un 0.5-1 kg de parénquima, que consiste en un 10-20 % de células epiteliales, 40-50% de tejido conectivo y 30-40% de células sebáceas. Esto está estrechamente relacionado con los niveles de proteína y grasa que se den en la dieta diaria (Squires, 2003; Avila 2010).

Se ve poca correlación entre el desarrollo de la glándula hasta este punto, y la producción láctea que tendrá el animal; por ello, este parámetro no proporciona mucha información para la selección de becerras antes de la pubertad (Squires, 2003; Avila 2010).

El desarrollo de la glándula después de la pubertad, es con cada estro, ya que existe un pequeño brote o desarrollo de tejido glandular, gracias a la influencia de las hormonas ováricas, estrógenos, progesterona, hormona del crecimiento, prolactina e insulina. Los estrógenos tienen como función el crecimiento de los conductos, y la progesterona, el desarrollo de lóbulo-alveolar. Se puede detectar el desarrollo del sistema de conductos un poco antes y durante cada estro; sin embargo al final de éste, se observa una regresión parcial de dicho crecimiento (Squires, 2003; Reece, 2005; Avila 2010).

La mayor parte del crecimiento glandular ocurre en la preñez. Hay un desarrollo del sistema de conductos durante los primeros meses de gestación; pero es hasta el quinto mes cuando, los lóbulos ya están formados pero muy pequeños. Hay un marcado crecimiento del seno lactífero entre el quinto y sexto mes; hay un gran crecimiento lóbulo-alveolar al final del sexto mes (Squires, 2003; Swenson y Reece, 2009; Avila 2010).

Los conductos colectores mayores aparecen con una capa de epitelio, y los pequeños conductos y alvéolos aparecen con una capa simple de epitelio cuboidal, teniendo capacidad potencial para secretar leche. El tejido secretor reemplaza al conectivo adiposo para formar lóbulos definitivos. Se llega a observar ligera secreción al final del séptimo mes (Squires, 2003; Swenson y Reece, 2009; Avila 2010).

El índice crecimiento es exponencial, con la mayoría de crecimiento que ocurre en el último trimestre de la gestación. El crecimiento y desarrollo durante este periodo determinara el número de células excretoras de leche así mismo el grado de producción láctea, que sigue aumentando, aun después del parto (Squires, 2003; Swenson y Reece, 2009; Avila, 2010).

Para esta etapa de vida, la glándula mamaria, está pesando alrededor de 15-25 kg, con aproximadamente un parénquima del 40-50% entre células epiteliales como conductos y alveolos, 15-20% de lumen, 40% de tejido conectivo y casi sin células sebáceas (Squires, 2003). Los cambios durante la lactación, se puede observar un

desarrollo adicional de la glándula al inicio de la lactación, habiendo poca proliferación celular después de este (Squires, 2003; Swenson y Reece, 2009; Avila, 2010).

El grado al que degeneran los alveolos depende de la capacidad de las hormonas del ciclo estral para mantener las estructuras lobuloalveolares. Si el animal entra en periodo seco (periodo de suspensión de la lactación) en estadios avanzados de la gestación, la disminución del número de células es mucho menor que si el animal entrara al periodo seco en estadios tempranos de la misma. Hasta el 50% de las células epiteliales mamarias pueden permanecer de una lactación a la siguiente (Swenson y Reece, 2009; Avila, 2010).

Esto explica por qué la producción lechera de las vacas tiene una relación más estrecha con gestaciones sucesivas que con la edad. Los periodos secos son demasiado cortos (es decir, de menos de 8 semanas aproximadamente) limita el aumento del número de células mamarias secretoras que presentan durante la fases tempranas de la siguiente lactación (Swenson y Reece, 2009; Avila, 2010).

La lactogénesis es un proceso de diferenciación por medio del cual las células alveolares mamarias adquieren la capacidad de secretar leche; se describe como un proceso de dos estadios (I y II). El primer estadio consiste en la diferenciación parcial enzimática y citológica de las células alveolares y coincide con la secreción limitada de leche antes del parto. El segundo estadio comienza con la secreción copiosa de todos

los elementos de la leche, poco antes del parto y continúa varios días después del mismo (Squires, 2003; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009).

La síntesis de la leche se realiza en pequeños sacos, llamados alveolos. Los grupos de alveolos, son organizados en lobulillos y estos a su vez son organizados en lóbulos. El epitelio alveolar está formado por células mioepiteliales, las cuales se contraen en respuesta al efecto de la hormona oxitocina, para eyectar la leche de las células a los pequeños conductos. Dichos conductos se conectan a conductos de mayor tamaño para vertir la leche a la cisterna de la glándula. Hasta este punto no hay intervención directa del sistema eyector que afecte la entrega de la leche (Squires, 2003; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009).

Para poder mantener la lactogénesis, la leche debe ser retirada de la glándula mamaria mediante succión u ordeño. Si esto no ocurre durante 16 horas en la vaca, su síntesis de leche comenzara a inhibirse. Ya que la mayor parte de la leche, en las vacas lecheras, se localiza en los conductos y los alveolos. El traslado de la leche con la succión u ordeño sería lento y la cantidad de leche obtenida sería menor, si el drenaje fuese pasivo (Squires, 2003; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009).

Para conservar la lactación se requiere mantener el número de células alveolares, la actividad de síntesis por célula y la eficiencia del reflejo de expulsión de la leche. En las vacas, después del parto existe un aumento notable de la producción de leche, la cual alcanza su máximo en 2 a 8 semanas y después disminuye de manera

gradual (curva de lactación). Durante esta disminución, el grado de pérdida de células mamarias probablemente excede el grado de división celular. Esta pérdida de células secretoras disminuye la producción de leche al avanzar la lactación (Squires, 2003; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009).

Las etapas tempranas de la gestación tienen poco efecto en la producción de leche y el número de células mamarias pero el rendimiento de leche y el número de células mamarias decrecen después del quinto mes de la gestación (Squires, 2003; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009).

Un complejo hormonal controla la lactación, pero a menos que la leche se extraiga con frecuencia de la glándula mamaria, la síntesis de leche no persiste a pesar de haber un perfil hormonal adecuado. De manera contraria, el continuar con un ordeño o amamantamiento intenso para que haya una adecuada extracción de leche, no mantienen la lactación indefinidamente (Squires, 2003; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009).

Se requiere de oxitocina para la extracción de la leche, mientras que otras hormonas son esenciales para mantener la síntesis y secreción intensa de la misma. Para continuar la lactación se requiere hormona del crecimiento (GH o Somatotropina), ACTH (glucocorticoides), hormona estimulante de la tiroides, insulina y parathormona (Squires, 2003; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009).

Las hormonas tiroideas influyen en la síntesis de leche, así como en la intensidad y duración de la secreción de la misma. La administración de parathormona estimula la producción de leche y aumenta la concentración de calcio plasmático. También es importante la interacción entre la paratiroides y los metabolitos de la vitamina D para mantener la lactación. Las concentraciones de insulina tienen una correlación negativa con la producción de leche. La ACTH desempeña una función directa en el mantenimiento de la lactación al tener efectos en la conservación del número de las células mamarias y de la actividad metabólica (Squires, 2003; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009).

El ciclo de lactación es el tiempo necesario para el cambio de la secreción de calostro a leche varía entre especies. En el ganado bovino, la leche calostrual, tiende a ser fibrosa y amarillenta durante varios días después del parto. La compleja ubre del ganado bovino necesita tiempo para eliminar cualquier rastro de calostro de todas las zonas (Squires, 2003; Castigliego y cols, 2007; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009; Le Breton y cols, 2010).

La producción de leche tiende a aumentar durante las 3-4 primeras semanas de lactación para, a continuación, disminuir lentamente. Los animales normalmente se «secan» después de un periodo de lactación de 305 días; los litros de leche se calculan en base a este periodo. En el ganado bovino se interrumpe la producción de leche con el objeto de preparar la glándula para la siguiente lactación (Squires, 2003; Castigliego

y cols, 2010; Castigliego y cols, 2007; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009; Le Breton y cols, 2010).

El procedimiento más usual es el cese de ordeño. La presión retrograda de la leche dentro de los alveolos inhibe de forma gradual la síntesis de leche en las células epiteliales, lo que conduce a una regresión de los alvéolos y de los conductos alveolares. Este proceso se denomina involución y al menos requiere un mes, con un intervalo de 6 semanas, considerado como el óptimo desde el secado hasta el inicio de la siguiente lactación. En 1-2 meses, el sistema secretor (alvéolos) y excretor (conductos), llevan a cabo un proceso de regeneración para que la capacidad de síntesis láctea no se vea afectada (Squires, 2003; Castigliego y cols, 2007; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009; Le Breton y cols, 2010).

El cese del amamantamiento o de la ordeña inicia pronto la involución mamaria, la cual se caracteriza por una disminución del número de células epiteliales mamarias y también de la actividad secretora. Se liberan enzimas lisosomales y hay lisis de muchas células epiteliales. Las células mioepiteliales permanecen en la glándula durante la involución y mantienen la estructura de las células epiteliales restantes (Squires, 2003; Swenson y Reece, 2009; Avila, 2010).

La Somatotropina u hormona del crecimiento es importante en el proceso de lactación normal y puede utilizarse para aumentarla cuando se administra en un amplio intervalo de concentraciones (Squires, 2003; Akers y cols, 2005; Castigliego y cols, 2007; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009; Le Breton y cols, 2010).

La mayor parte del desarrollo de la glándula mamaria se realiza durante la preñez, pero continua en menor grado hasta la etapa máxima de lactación (Squires, 2003; Castigliego y cols, 2007; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009; Le Breton y cols, 2010).

El inicio de la lactación se realiza por un aumento repentino de la tasa de actividad secretora de las células epiteliales cerca del momento del parto. Una parte del aumento de esta tasa de secreción después del parto se debe a la evacuación de productos secretores, y otra se debe al estímulo hormonal (Squires, 2003; Castigliego y cols, 2007; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009; Rose y cols, 2009; Le Breton y cols, 2010).

- a) Hay cambios bioquímicos en las células, ya que el inicio de la secreción láctea se caracteriza por aumento de niveles de RNA de las células epiteliales. La causa del incremento de la relación RNA:DNA durante la secreción de debe a un aumento marcado de la secreción de proteínas con relación al número de células secretoras. Ocurre también un aumento en el número de ribosomas, así como en la incorporación de aminoácidos por el tejido de la glándula mamaria. Después del

parto, esta muestra, un marcado incremento en el consumo de oxígeno, lo que indica un aumento de la función secretora.

- b) En parte, el inicio de la secreción láctea se debe a hormonas de la hipófisis anterior. La prolactina por sí sola no inicia la secreción, y la combinación de las hormonas del crecimiento, prolactina y cortisol es necesaria.

En el tejido de la glándula mamaria, entre los efectos se encuentran un incremento de absorción de nutrientes (Castigliego y cols 2007). Esta capacidad se debe a una acción sobre la división de sustancias nutritivas absorbidas. Esto implica tanto efectos directos de la hormona sobre tejidos como efectos indirectos mediados por factores reguladores de Somatotropina, como el factor de crecimiento parecido a la insulina 1 (IGF-1) (Squires, 2003; Akers y cols, 2005; Castigliego y cols, 2007; Collier y cols, 2008; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009; Le Breton y cols, 2010).

Este aumento de producción de leche, en gran parte ha sido descrito en la literatura y puede variar del 5 % al 40 % (Brozos y cols, 1998; Le Breton y cols, 2010). Y un aumento en la capacidad celular o reclutamiento celular, lo que se ve reflejado en un aumento en la capacidad de síntesis de leche (Castigliego y cols, 2007; Rose y cols, 2009; Le Breton y cols, 2010).

En conclusión los efectos del sistema endócrino sobre la producción de leche, son importantes en el crecimiento y el desarrollo de la glándula mamaria (mamogénesis), la iniciación de lactancia (lactogénesis) y el mantenimiento de la

lactancia (galactopoyesis) (Squires, 2003; Castigliego y cols, 2007; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009; Le Breton y cols, 2010).

## **Somatotropina (ST) u Hormona del Crecimiento (GH)**

La glándula pituitaria o hipófisis, es una glándula compuesta que está situada en la base del cerebro. La glándula es un pequeño cuerpo redondo conectado a la base del cerebro mediante el tallo hipofisial, alojada en la cavidad del hueso esfenoides, llamada silla turca. Anatómicamente la glándula pituitaria está dividida en tres partes, llamadas el lóbulo anterior, lóbulo posterior y el lóbulo intermedio (Rastogi, 2007).

En el lóbulo anterior o también llamada adenohipofisis, se tienen una gran actividad secretora, entre las hormonas que se secretan, se encuentran (Rastogi, 2007):

- Somatotropina (ST, también llamada Hormona del Crecimiento GH)
- Hormona Adrenocorticotropa (ACTH)
- Hormona estimuladora de la Tiroides (TSH)
- Hormona Folículo Estimulante (FSH)
- Hormona Luteinisante (LH)
- Lutotropina o prolactina (LTH)
- Beta-lipotropina (Swenson y Reece, 2009; Rastogi, 2007).

La Somatotropina u Hormona del Crecimiento, es de origen proteico y es excretado por las células acidófilas de la adenohipofisis. Esta hormona tiene efectos en los huesos, músculos, riñones, tejido adiposo y en el hígado (Squires, 2003; Castigliego y cols, 2007; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009; Le Breton y cols, 2008; Le Breton y cols, 2010).

La Somatotropina facilita la síntesis de proteínas y retrasa el catabolismo de los aminoácidos. Así mismo promueve la transferencia de aminoácidos de sangre hacia las células de los músculos, lo que resulta en un balance positivo de nitrógeno (Squires, 2003; Castigliego y cols, 2007; Swenson y Reece, 2009; Cunningham, 2009; Le Breton y cols, 2008; Le Breton y cols, 2010).

Dentro de los efectos que se han podido describir de la ST, encontramos que durante el periodo de lactación, se ha observado en la glándula mamaria (Etherton, 2004; Rose y cols, 2009):

- Una mayor síntesis de leche con una composición de nutrientes normal.
- Un mayor requerimiento de nutrientes para sintetizar la leche.
- Una mayor actividad de las células secretoras.
- Mantenimiento de las células secretoras.
- Mayor flujo sanguíneo, consistente con el cambio en la síntesis de la leche (Etherton, 2004; Rose y cols, 2009).

En el tejido adiposo encontramos que (Etherton, 2004; Rose y cols, 2009):

- Hay una baja en la captación de glucosa y oxidación de glucosa.
- Hay una baja en el balance energético positivo de la síntesis de lípidos.
- Hay un incremento en la lipólisis basal en balance energético negativo.
- Hay una baja en el estímulo de la insulina del metabolismo de glucosa y síntesis de lípidos.
- Hay un incremento en el estímulo de catecolaminas en la lipólisis.
- Hay una baja en la habilidad de la insulina para inhibir la lipólisis.
- Hay una baja en la transcripción de ácidos grasos.
- Disminución de la hipertrofia de adipocitos (Etherton, 2004; Rose y cols, 2009).

En las dos décadas pasadas un número de científicos, unieron sus esfuerzos para el desarrollo de biotecnología con el propósito de incrementar la eficacia de la producción de leche, sobre todo en el ganado (Bizzard, 2011; Castigliego y cols, 2010; Castigliego y cols 2007). Hacia el inicio de la década de los años 80 se sintetizó somatotropina bovina por medio de tecnología con DNA recombinante (SBTr), clonando un segmento específico de DNA bovino en la bacteria *Escherichia coli* K-12, donde la molécula resultante mostró ser biológicamente idéntica a la natural (Bauman, 1992).

La Somatotropina bovina es una hormona de proteína con una masa molecular de 22 kDa. La diferencia entre el endógeno y la forma de recombinante es limitada por un aminoácido localizado en la terminal N de la secuencia (Le Breton y cols, 2008). Una alanina en el caso de la forma endógena es substituido por una metionina en el SBTr. Esta diferencia leve detuvo durante mucho tiempo el desarrollo de un método analítico capaz de descubrir y distinguir ambas formas (Guidi y cols, 2009; Le Breton y cols, 2008; Le Breton y cols, 2010).

La utilización de la SBTr ha demostrado tener un efecto similar al que presenta la hormona natural sobre la producción de leche (Bauman, 1992; Prado y cols, 2003; Bauman y Veron, 1993). En la glándula mamaria se produce un aumento de la síntesis láctea debido a una mayor captación de los nutrientes utilizados para su secreción y a un aumento en la actividad secretora de las células y la perfusión sanguínea (Bauman, 1992; Prado y cols, 2003).

Entre los efectos metabólicos que se han observado al utilizar SBTr son el aumento de la gluconeogénesis hepática y la disminución en la actividad de la insulina para inhibirla; la glucosa adicional es usada por la glándula mamaria como precursor de lactosa explicando el aumento en producción atribuido a la hormona (Le Breton y cols, 2008; Cunningham, 2009). En el tejido adiposo disminuye la lipogénesis basal si se está en balance energético positivo e incrementa la lipólisis basal en balance energético negativo (Bauman, 1992; Prado y cols, 2003; Cunningham, 2009; Vargas y cols, 2006).

Otros efectos metabólicos no asociados con la producción o la calidad de la leche han sido la reducción en la presentación de enfermedades metabólicas como hígado graso o cetosis (Bauman y Veron, 1993). Pese a ello, se ha descrito que el efecto de la SBT<sub>r</sub> es insuficiente para lograr la prevención de casos de fiebre de leche pese a la inducción de una mayor movilización de calcio (Bauman y Veron, 1993; Maldonado, 2008; Ávila, 2011).

Se ha señalado que la producción de leche puede incrementarse hasta un 33% (Rojas, 2011), habiéndose reportado valores más bajos que pueden fluctuar entre 10% (Etherton y Bauman, 1998) y 25.3%, efecto que ha sido explicado por los fenómenos metabólicos descritos anteriormente (Maldonado, 2008; Ávila, 2011; Rojas, 2011).

El incremento es gradual durante los primeros días, alcanzando la máxima producción una semana después; pero si el tratamiento se termina, la producción retorna a valores similares a los previos al tratamiento en un período de tiempo equivalente al que duró el uso de la hormona (Bauman y Veron, 1993; Cunningham, 2009; Vargas y cols, 1995; Maldonado, 2008; Rojas, 2011).

La magnitud del incremento en la producción como respuesta a la administración de SBT<sub>r</sub> está influenciada por factores internos y externos, como son la temperatura ambiente, el manejo general del rebaño, el período de lactancia, el potencial genético y la cantidad de leche producida (Bauman, 1992; Bauman y Veron, 1993; Neumann y Grepe, 2001).

Todo lo anterior conduce a una elevación de energía disponible para la producción de leche, mejorando además la eficiencia alimenticia para la producción (Bauman, 1992; Bauman y Veron; 1993; Maldonado, 2008; Díaz, 2009). Sin alterar la composición proteica de la leche (Bauman y Veron; 1993; Díaz, 2009; Ávila, 2011).

Estos resultados condujeron a la producción masiva de Somatotropina Bovina Recombinante (SBTr), ha sido desarrollada y primero comercializado por Monsanto. Ahora principalmente es producido y distribuido por Elanco (Eli Lilly), que es usada diariamente en la producción de leche en muchos pasase, excepto en los Estados Unidos de América (Collier y cols 2012; Le Breton y cols, 2010; Castigliego y cols, 2010; Castigliego y cols 2007).

## **OBJETIVOS GENERAL**

Evaluar el efecto de dos Somatotropina Bovina Recombinante SBTr<sub>1</sub> y SBTr<sub>2</sub> comerciales, sobre la producción láctea bovina en dos ranchos de Torreón, Coahuila.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- ✓ Estimar la producción diaria de leche por el uso de la SBTr1 en dos establos lecheros.
- ✓ Estimar la producción diaria de leche por el uso de la SBTr2 en dos establos lecheros.
- ✓ Comparar la producción de leche diaria de ambos establos.

## **HIPÓTESIS**

Si se emplea una de las dos Somatotropinas Bovinas Recombinantes comerciales (SBTr<sub>1</sub> y SBTr<sub>2</sub>), entonces se incrementará la producción láctea, en vacas lecheras Holstein altas productoras.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo fue un estudio retrospectivo comparativo (Méndez, 1993; Ávila, 2011; Rojas, 2011), de una base de datos de dos hatos de vacas Holstein de alta producción, que se llevó a cabo durante el año 2007, en los ranchos; “Lácteos La Florida” (rancho 1) y “El Fénix” (rancho 2), ubicados en Torreón, Coahuila.

En el rancho 1, de un hato de ocho mil vacas, se seleccionaron al azar 80 vacas que estuviesen entre los 95 y 105 días en leche. Se ordeñaron tres veces al día. En el rancho 2, de un hato 6 mil vacas, se seleccionaron al azar 178 vacas que estuviesen entre los 95 y 105 días en leche. Se ordeñaron tres veces al día. La alimentación en ambos ranchos fue de 40.5 kg de alimento fresco en promedio, con 25 kg de materia seca aproximadamente por día.

**Tabla 1.** Ingredientes de la dieta empleada en los dos grupos experimentales.

	Alimento Fresco kg/d	MS kg/d
Avena Heno	0.50	0.44
Alfalfa Heno	6.00	5.34
Maíz Rolado	6.75	5.81
Silo Maíz	18.00	6.12
Gluten Maíz	0.35	0.32
Pasta Canola	0.80	0.72
Pasta Soya	2.85	2.57
Mycosorb	0.01	0.01
Agua	1.00	0.00
Mineral 14P-7CA/R	0.13	0.12
Bicarbonato	0.20	0.20
Oxido de Magnesio	0.05	0.05
Carbonato de Calcio	0.08	0.07
Sal	0.02	0.02
Prolak	0.30	0.28
Melaza	0.50	0.37
Lechera 14% 348	3.00	2.62
	40.54	25.06

En el rancho 1, se aplicó el tratamiento con SBTr<sub>1</sub> y SBTr<sub>2</sub>, en tres diferentes aplicaciones con un intervalo de 14 días entre ellas. Se utilizaron 40 vacas para cada grupo. La primera aplicación fue a los 100±5 días en leche, con vacas de dos o más lactancias.

En el rancho 2, se aplicó el tratamiento con SBTr<sub>1</sub> y SBTr<sub>2</sub>, en tres diferentes aplicaciones con un intervalo de 14 días entre ellas. Se utilizaron 88 vacas para SBTr<sub>1</sub> y 89 vacas para SBTr<sub>2</sub>. La primera aplicación fue a los 100±5 días en leche, con vacas de dos o más lactancias.

SBTr<sub>1</sub>: Boostin SBTr<sub>2</sub>: Lactotropina

La variable Producción Diaria de Leche (PDL) y la Producción total de Leche (PTL) se analizó mediante un modelo Factorial 2x2

$$Y_{ijk} = M + T_i + R_j + I_{ij} + E_k$$

Donde **Y<sub>ij</sub>** es: PTL, PDL

**T<sub>i</sub>**= Tratamiento (Boostin, Lactotropina)

**R<sub>i</sub>**=Rancho (El Fénix, Lácteos La Florida)

**I<sub>ij</sub>**= Efecto de Interacción

**E<sub>k</sub>**= Error Aleatorio

Las diferencias entre medias se compararon con la prueba de Tukey. Para ello se utilizó el programa SAS (Statistics Analysis System) V 8.00 para PC.

## RESULTADOS

**Cuadro 1.** Producción promedio diaria (kg) obtenida en los dos ranchos y su desviación estándar.

<b>Rancho</b>	<b>N</b>	<b>Media aritmética</b>	<b>Desviación estándar</b>
1	80	49.5 <sup>a</sup>	6.8
2	178	41.5 <sup>b</sup>	7.7

Nota: letras diferentes denotan que hay diferencia significativa ( $P < 0.05$ )

Rancho 1: Lácteos La Florida; Rancho 2: El Fénix

**Cuadro 2.** Producción promedio diaria (kg) alcanzada por el uso de dos Somatotropinas Bovinas Recombinantes (SBTr) comerciales y su desviación estándar en los dos ranchos.

<b>Producto</b>	<b>N</b>	<b>Media aritmética</b>	<b>Desviación estándar</b>
SBTr <sub>1</sub>	128	44.2 <sup>a</sup>	7.1
SBTr <sub>2</sub>	130	43.6 <sup>a</sup>	7.7

Nota: letras iguales denotan que no hay diferencia significativa ( $P>0.05$ )

SBTr<sub>1</sub>: Boostin; SBTr<sub>2</sub>: Lactotropina

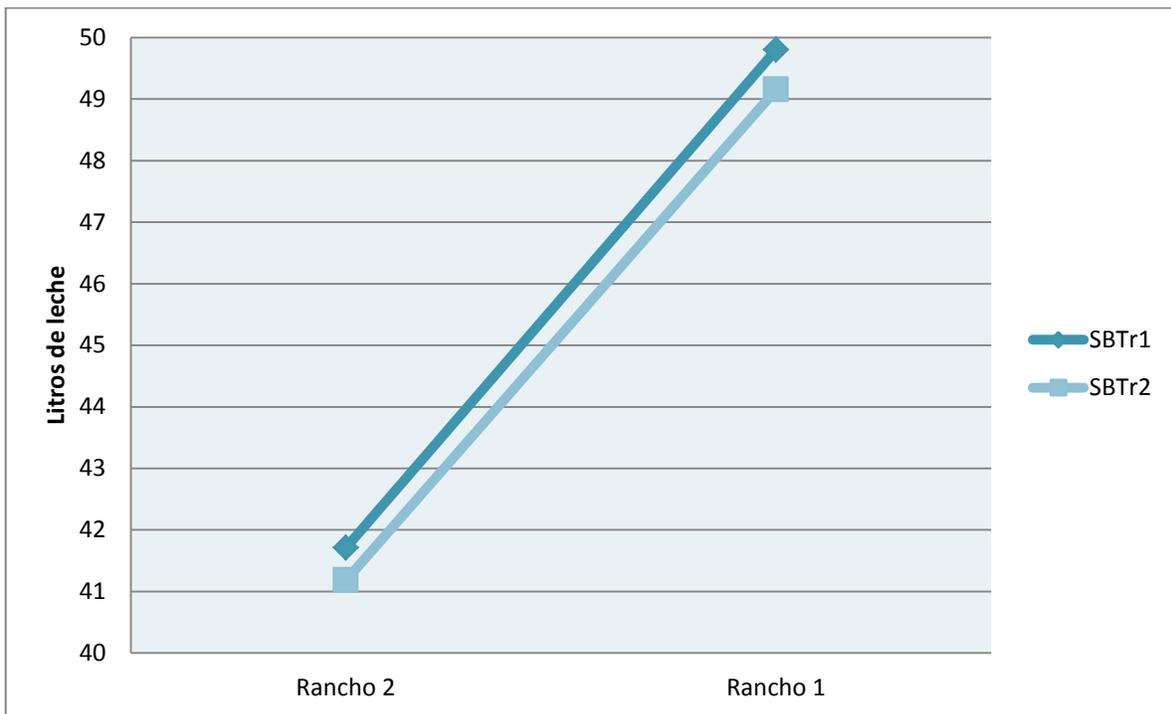
**Cuadro 3.** Producción promedio diaria (kg) de leche por rancho, por Somatotropina Bovina Recombinante (SBTr) utilizada.

<b>Rancho</b>	<b>Producto</b>	<b>N</b>	<b>Media aritmética</b>	<b>Desviación estándar</b>
2	SBTr <sub>1</sub>	88	41.7	7.3
2	SBTr <sub>2</sub>	90	41.2	7.9
1	SBTr <sub>1</sub>	40	49.8	6.6
1	SBTr <sub>2</sub>	40	49.2	6.9

Rancho 1: Lácteos La Florida; Rancho 2: El Fénix

SBTr<sub>1</sub>: Boostin; SBTr<sub>2</sub>: Lactotropina

**Grafico 1.** Representa la producción diaria (kg) de leche por rancho y por Somatotropina Bovina Recombinante (SBTr) utilizada.



Rancho 1: Lácteos La Florida; Rancho 2: El Fénix

SBTr<sub>1</sub>: Boostin; SBTr<sub>2</sub>: Lactotropina

## DISCUSIÓN

En la tabla 1, se observó que la Producción Promedio Diaria (kg) para ambos ranchos estudiados, rancho 1 (Lácteos La Florida) y rancho 2 (El Fénix) con 49.5 kg y 41.4 kg, respectivamente. Se resalta que el rancho 1 tiene una producción significativamente más alta ( $P < 0.05$ ) con respecto al rancho 2 lo que denota que el primero tiene una mejor tecnificación y/o que cuenta con vacas de mejor calidad genética. Esto es común en una cuenca lechera como La Laguna donde se cuenta con una población de 440,876 vacas entre los ranchos que la conforman, los cuales divergen en producción, con una producción promedio diaria de 25.7 kg/vaca (AMSDA, 2001).

En la tabla 2 se observó que ambos productos tienen el mismo efecto y que no denotan diferencias significativas en sus promedios de producción diaria de leche, siendo de 44.2 kg y 43.6 kg para  $SBTr_1$  y  $SBTr_2$  respectivamente. Sin embargo esta producción es ligeramente más alta que lo reportado por Rojas, (2011), con valores de 41.9 kg y 39.1 kg para  $SBTr_1$  y  $SBTr_2$  respectivamente. Así como los valores reportados por Avila, (2011) de 40.2 kg y 38.4 kg respectivamente para  $SBTr_1$  y  $SBTr_2$ . Este hecho se puede explicar porque los autores anteriormente mencionados reportan promedios durante toda la lactancia (305 días), en cambio los resultados obtenidos en este trabajo corresponden a promedios entre los días 100-142 en leche. Periodo que puede corresponder a los días cercanos al pico de la curva de lactación.

Otros autores tales como Vargas y col. (2006) reportan un incremento en la producción láctea del 7.4% en la producción promedio diaria de 11 litros por vaca en dos ordeños al día. Rennó y col (2006) reportan un incremento del 14% con una producción promedio diaria de 30.25 kg/día, lo cual reportan como un incremento de 4.25 kg/día esto en vacas en el día 60 de leche; para vacas en el día 100 de leche, reportan un incremento del 3.8%, lo que se traduce en 1.15 kg/día. Rose y col (2009) encontraron que el incremento en la producción de leche de 3.5 kg/día, lo que significa un incremento del 11.8% con una producción diaria de leche de 29.3 kg/día.

En la tabla 3 y grafico 1, se muestran los promedios de producción de leche diaria combinado por rancho y por Somatotropina Bovina Recombinante utilizada. Como se puede notar en el gráfico, donde ambas líneas son paralelas, lo que denota que no hay efecto de interacción entre rancho y producto, y que las diferencias observadas en la tabla 3, para las medias son exclusivamente efecto de rancho pero no de producto, donde los promedios más altos 49.8 y 49.2 corresponden al rancho 1 y los más bajos ( $p < 0.05$ ) de 41.7 y 41.2 corresponden al rancho 2 esto mismo ya resaltado en el párrafo anterior. Esto puede deberse a diversos factores que influyen en la producción láctea, tales como alimentación, estrés, manejo, edad, número de lactaciones, enfermedades presentes; factores ambientales, como humedad, temperaturas altas, temperaturas bajas, viento, altura, factores genéticos y la tecnificación con que cuenta cada rancho.

## CONCLUSIONES

- En base a los resultados obtenidos en este trabajo no se encontró diferencia significativa en la cantidad de leche producida por las dos SBTr comerciales administradas.
- Se encontró diferencia estadística significativa en la producción de leche de los dos ranchos siendo mayor en el rancho 1 con respecto al rancho 2.

## BIBLIOGRAFÍA

1. (AMSDA) Asociación Mexicana de Secretarios de Desarrollo Agropecuario, A.C. [Página de inicio en internet] El Programa Sectorial de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación 2001-2006 disponible en: <http://www.amsda.com.mx/PREstatales/Estatales/REGIONLAGUNERA/PREbovinosleche.pdf>
2. Akers R. M., Ellis S. E., Berry S. D. Ovarian and IGF-I axis control of mammary development in prepubertal heifers. *Domestic animal endocrinology* 2005; 29: 259-267.
3. Avila M. L. Efecto de dos tipos de somatotropina bovina recombinante (SBTr) comerciales sobre la composición de la leche de vacas holstein, altas productoras. Tesis UNAM México 2011.
4. Avila T. S., Gutiérrez C. A. J. Producción de leche con ganado bovino. España. Editorial Manual Moderno. 2010.119:136.
5. Bath L. D., Dickinson N. F., Tucker A. H., Appleman D. R. *Dairy Cattle: Principles, Practices, Problems, Profit.* Lea & Febiger. 223:236.
6. Bauman D.E., Vernon R.G. Effects of exogenous bovine somatotropin on lactation. *Annu Review Nutrition* 1993; 13: 437-461.
7. Bauman, D.E. Bovine somatotropin: Review of an emerging animal technology. *Journal of Dairy Science* 1992; 75: 3432-3451.
8. Bizzard R. M. History of Growth Hormone Therapy. *Indian journal of pediatrics* 2011; 79: 87-91.

9. Brozos C., Saratsis Ph., Boscós C., Kyriakis S. C., Tsakalof P. Effects of long-term recombinant bovine somatotropin (bSt) administration on milk yield, milk composition and mammary gland health of dairy ewes. *Small Ruminant Research* 1998; 29: 113-120.
10. Buxadé C. *Zotécnia: Bases de la producción animal*. Cuarta Edición. España: Ediciones Minda-Prensa. 1996: 61-80.
11. Castigliego L., Armani A., Grifoni G., Rosati R., Mazzi M., Gianfaldoni D., Guidi A. Effects of growth hormone treatment on the expression of somatotrophic axis genes in the skeletal muscle of lactating Holstein cows. *Domestic Animal Endocrinology* 2010; 39: 40-53.
12. Castigliego L., Iannone G., Grifoni G., Rosati R., Gianfaldoni D., Guidi A. Natural and recombinant bovine somatotropin: immunodetection with a sandwich ELISA. *Journal of Dairy Research* 2007; 74: 79-85.
13. Clutton-Brock J. *A Natural History of Domesticated Mammals*. Segunda Edición. Reino Unido. Cambridge University Press. 1999: 81-85.
14. Cole H. H. *Producción Animal*. Segunda Edición. España. Editorial Acriba. 1973: 443-467.
15. Collier R. J., Anne-Dawson E. L., Pezeshki A. Effects of continuous lactation and short dry periods on mammary function and animal health. *The Animal Consortium* 2012; 6: 403-414.

16. Collier R. J., Miller M. A., McLaughlin C. L., Johnson H. D., Baile C. A. Effects of recombinant bovine somatotropin (rbST) and season on plasma and milk insulin-like growth factors I (IGF-I) and II (IGF-II) in lactating dairy cows. *Domestic animals endocrinology*. 2008; 35: 16-23.
17. Cunningham J.G. *Fisiología Veterinaria*. Cuarta Edición. España. Editorial Elsevier. 2009: 420-426.
18. Díaz R. L. V. Efecto de la hormona de crecimiento (rbST) aplicada al momento del servicio en ovejas superovuladas sobre calidad, desarrollo embrionario y el porcentaje de concepción de los embriones transferidos. Tesis UNAM México 2009.
19. Etherton T. D. Somatotropic function: The somatomedin hypothesis revisited. *Journal of Animal Science* 2004; 82: 239-244.
20. Etherton T.D., Bauman D.E. Biology of somatotropin in growth and lactation of domestic animals. *Physiological Reviews* 1998; 78: 745-761.
21. Guidi A., Armani A., Castigliengo L., Pancrazi., Grifoni G., Rosati R., Mazzi M., Borghese A., Gianfaldoni D. Alteration of gene expression in muscle tissue and mammary gland from recombinant somatotropin treated animals: searching for biomarkers. *Springer Science* 2009; 33: 233-235.
22. Le Breton M.-H., Rochereau-Roulet S., Pinel G., Cesbron N., Le Bizec B. Elimination kinetic of recombinant somatotropin in bovine. *Analytica Chimica Acta* 2008; 637: 121-127.

23. Le Breton M-H., Beck-Henzelin A., Richoz-Payot J., Rochereau-Roulet S., Pinel G., Delatour T., Le Bizec B. Detection of recombinant bovine somatotropin in milk and effect of industrial processes on its stability. *Analytica Chimica Acta* 2010; 672: 45-49.
24. McGrath M. F., Bogosian G., Fabellar A. C., Staub R. L., Vicini J. L., Windger L. A. Measurement of Bovine Somatotropin (Bst) and Insulin-Like Growth Factor-1 (IGF-1) In Bovine Milk Using an Electrochemiluminescent Assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2008;56: 7044.-7048.
25. Neumann, K.F., Grepe, N. *Vacas lecheras*. México. Editorial Iberoamericana. 2001: 29-45.
26. Prado I., Nascimento W.G., Negrao J.A., Rigolon L.P., De Souza S., Doi Sakuno M.L., Pessini G.L. 2003. Recombinant bovine somatotropin (rBST) on hematologic aspects and metabolites of heifers (1/2 Nellore x 1/2 Red Angus) blood, in feedlot. *PUBVET* 208; 32: 465-472.
27. Rastogi S. C. *Essentials of Animal Physiology*. Cuarta Edición. Nueva Delhi. New Ages International (O) Limited Publishers 2007: 404-434, 458-460.
28. Reece O. W. *Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals*. Tercera Edición. Estados Unidos de Norteamérica. Lippincott Williams & Wilkins. 2005: 447-452.
29. Rennó F. P., Lucci C. S., Silva A. G., Rennó F. P., Rennó L. N., Rennó Neto B. P., Cecon P. R., Barbosa P. F. Efeito da somatotropina bovina recombinante (rBST) sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de vacas de raça Holandesa. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2006; 58:158-166.

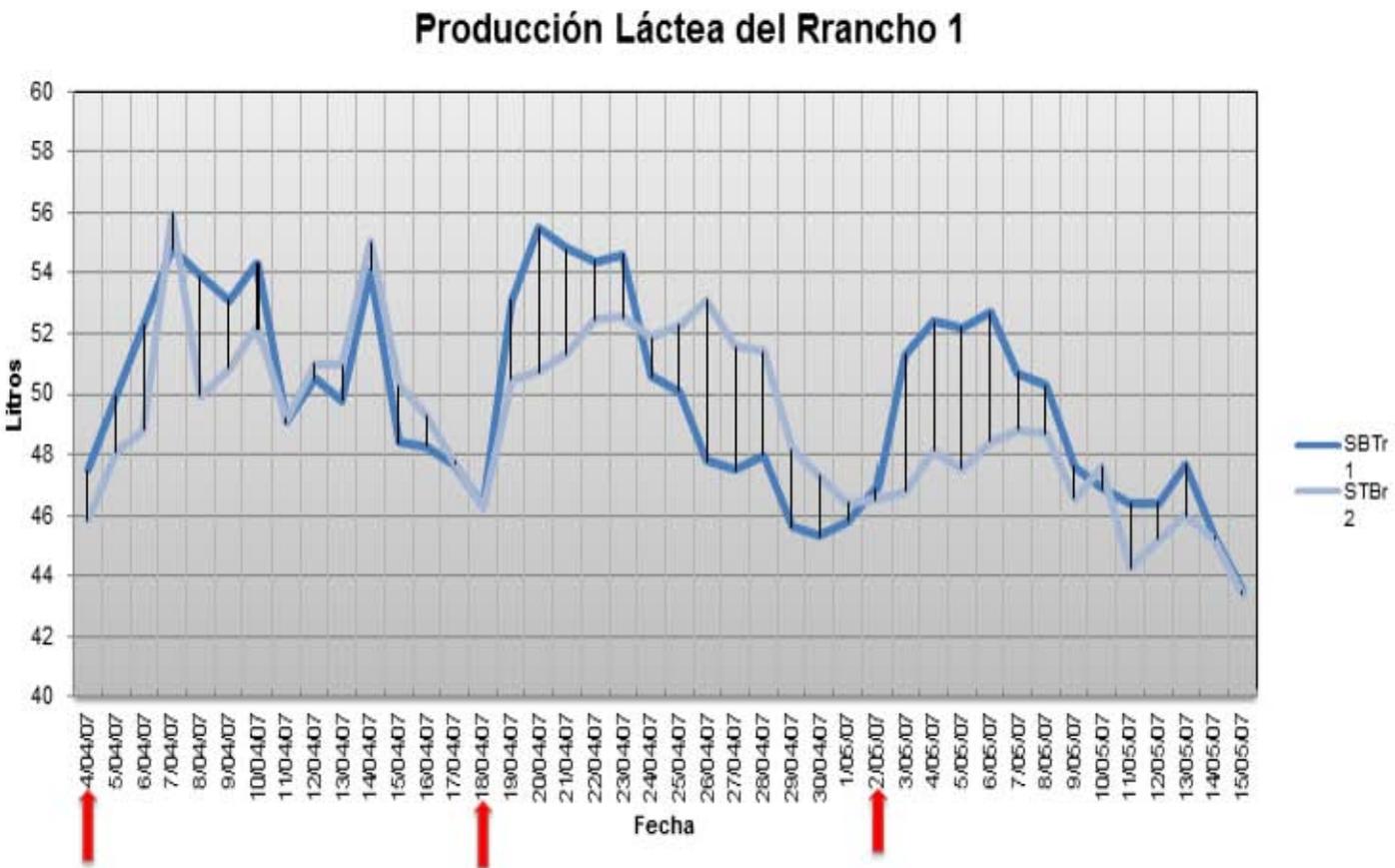
30. Rojas R. B. Uso de dos tipos de somatotropina comerciales para el incremento de la producción de leche en vacas holstein. Tesis UNAM México 2011.
31. Rose M. T., Weekes T. E. C., Rowlinson P. Relationship between the milk yield response to short-term bovine somatotropina treatment and the lipolytic response to adrenaline in dairy cows. *Domestic Animal Endocrinology* 2009; 36: 24-31.
32. Shimada M. A. Nutrición animal. Segunda Edición. México. Editorial Trillas. 2009: 336-343
33. Squires E. J. *Applied Animal Endocrinology*. Estados Unidos de Norteamérica. CABI Publishing. 2003: 124-136.
34. Swenson M. J., Reece W. O. Fisiología de los animales domésticos de Duke. Quinta Edición. Editorial LIMUSA. Volumen II. 2009: 629-645; 711-727.
35. Vargas A., Osorio C.A., Loaiza J., Villa N.A., Ceballos A. Efecto del uso de una somatotropina bovina recombinante (STBr) en vacas lecheras a pastoreo bajo condiciones tropicales. *Archivos Médicos Veterinarios* 2006; 38: 33-38.
36. Vieira M. B., Bianchi I., Madeira E. M., Roll V. F. B., Oliveira C. A., Viau P., Pivato I., Severo N. C., Del Pino F. A. B., Schneider A., Corrêa M. N. Effect of Recombinant Bovine Somatotropin on Plasma Concentrations of Insuline-like Growth Factor I, Insuline and Mebrane Integrity of Bull Spermatozoa. *Reproduction in Domestic Animals* 2010; 45:110-113.

## APÉNDICE 1

### Producción láctea del rancho 1

Aplicación	Fecha	SBTr <sub>1</sub>	STBr <sub>2</sub>
<b>1°</b>	<b>04/04/2007</b>	47.5	45.85
	05/04/2007	50.0	48.10
	06/04/2007	52.3	48.82
	07/04/2007	54.8	55.99
	08/04/2007	53.9	49.95
	09/04/2007	53.1	50.84
	10/04/2007	54.3	52.18
	11/04/2007	49.1	49.20
	12/04/2007	50.5	50.99
	13/04/2007	49.8	50.95
	14/04/2007	54.1	55.03
	15/04/2007	48.4	50.29
	16/04/2007	48.3	49.31
	17/04/2007	47.7	47.75
<b>2°</b>	<b>18/04/2007</b>	46.3	46.27
	19/04/2007	53.1	50.47
	20/04/2007	55.5	50.73
	21/04/2007	54.8	51.33
	22/04/2007	54.4	52.48
	23/04/2007	54.6	52.54
	24/04/2007	50.6	51.88
	25/04/2007	50.1	52.27
	26/04/2007	47.8	53.11
	27/04/2007	47.5	51.56
	28/04/2007	48.0	51.42
	29/04/2007	45.6	48.17
	30/04/2007	45.3	47.30
	01/05/2007	45.8	46.42
<b>3°</b>	<b>02/05/2007</b>	46.9	46.51
	03/05/2007	51.3	46.78
	04/05/2007	52.4	48.15
	05/05/2007	52.2	47.53
	06/05/2007	52.7	48.44
	07/05/2007	50.7	48.81
	08/05/2007	50.3	48.72
	09/05/2007	47.6	46.57
	10/05/2007	46.9	47.63
	11/05/2007	46.4	44.26
	12/05/2007	46.4	45.19
	13/05/2007	47.7	46.01
	14/05/2007	45.3	45.21
<b>Termino</b>	15/05/2007	43.5	43.40
<b>Promedio</b>		<b>49.8</b>	<b>49.2</b>

Gráfico de la producción láctea del rancho 1



## APÉNDICE 3

### Producción láctea del rancho 2

Aplicación	Fecha	SBr <sub>1</sub>	SBr <sub>2</sub>	
<b>1°</b>	<b>28/03/2008</b>	38.6	38.9	
	29/03/2008	42.6	41.1	
	30/03/2008	45.3	43.3	
	31/03/2008	43.5	41.4	
	01/04/2008	45.3	43.7	
	02/04/2008	45.5	43.3	
	03/04/2008	43.8	41.9	
	04/04/2008	43.1	41.2	
	05/04/2008	41.8	40.3	
	06/04/2008	42.0	40.8	
	07/04/2008	39.8	39.3	
	08/04/2008	40.6	40.4	
	09/04/2008	39.5	38.5	
	10/04/2008	38.3	37.8	
	<b>2°</b>	<b>11/04/2008</b>	41.2	40.2
	12/04/2008	42.4	42.0	
	13/04/2008	45.2	43.2	
	14/04/2008	44.3	43.0	
	15/04/2008	43.6	41.5	
	16/04/2008	43.0	42.5	
	17/04/2008	43.8	43.3	
	18/04/2008	43.4	42.5	
	19/04/2008	42.4	41.5	
	20/04/2008	40.5	41.0	
	21/04/2008	41.1	40.0	
	22/04/2008	38.7	38.8	
	23/04/2008	40.2	39.1	
	24/04/2008	38.8	38.3	
	<b>3°</b>	<b>25/04/2008</b>	38.0	37.5
	26/04/2008	42.3	40.9	
27/04/2008	43.6	41.9		
28/04/2008	44.1	41.7		
29/04/2008	43.4	41.8		
30/04/2008	42.6	41.1		
01/05/2008	44.2	43.4		
02/05/2008	41.3	40.4		
03/05/2008	40.0	39.7		
04/05/2008	42.1	39.9		
05/05/2008	37.9	37.5		
06/05/2008	37.4	37.6		
07/05/2008	39.2	38.1		
<b>Termino</b>	08/05/2008	37.0	36.1	
<b>Promedio</b>		<b>41.7</b>	<b>40.6</b>	

APÉNDICE 4

Gráfico de la producción láctea del rancho 2

