

11621
43



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

COMPARACION DEL USO DE LA HORMONA DEL
CRECIMIENTO RECOMBINANTE BOVINA SOBRE LA CURVA
DE LACTANCIA EN CABRAS, RENDIMIENTO QUESERO Y
CRECIMIENTO DEL CABRITO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

ARMANDO

HERNANDEZ

ROMERO

ASESORES: M. EN C. ARTURO ANGEL TREJO GONZALEZ
DR. CARLOS VAZQUEZ PELAEZ

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

**COMPARACION DEL USO DE LA HORMONA DEL CRECIMIENTO
RECOMBINANTE BOVINA SOBRE LA CURVA DE LACTANCIA EN CABRAS,
RENDIMIENTO QUESERO Y CRECIMIENTO DEL CABRITO.**

TESIS

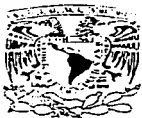
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
PRESENTA:**

ARMANDO HERNANDEZ ROMERO

**ASESORES: M. en C. ARTURO ANGEL TREJO GONZALEZ.
Dr. CARLOS VAZQUEZ PELAEZ.**

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO 2003

B



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Comparación del uso de la hormona del crecimiento recombinante
bovina sobre la curva de lactancia en cabras, rendimiento que-
sero y crecimiento del cabrito".

que presenta el pasante: Armando Hernández Romero
con número de cuenta: 9557072-2 para obtener el título de:
Médico Veterinario Zootecnista

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

A T E N T A M E N T E

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 17 de Julio del 2002

PRESIDENTE	<u>MVZ. José Fernando Altamirano Abarca</u>	
VOCAL	<u>M.C. Arturo Angel Trejo González</u>	
SECRETARIO	<u>M.C. Miguel Angel Pérez Razo</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>I.A. Jesús Guevara González</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>M.C. Oscar Chávez Rivera</u>	

AGRADECIMIENTOS

A DIOS POR DARME TODO LO QUE HE VIVIDO.

**A MIS PADRES, ANGELINA ROMERO OYARZABAL Y AMANDO
HERNÁNDEZ MARÍN, POR TODO EL CARÍÑO QUE ME BRINDAN.**

**A MIS HERMANOS, POR EL APOYO Y CONSEJO QUE ME DIERON
PARA SEGUIR Y ALCANZAR ESTE OBJETIVO AL QUE HOY SE LLEGA.
AGRADEZCO ESPECIALMENTE A ABRAHAM Y ALBERTO, POR TODO EL
APOYO ECONÓMICO Y MORAL QUE SIEMPRE ME MANIFESTARON.**

D

DEDICATORIAS.

**A TODA MI FAMILIA, POR LA UNIDAD QUE SIEMPRE HA TENIDO EN
TODO MOMENTO.**

**A TODOS Y CADA UNO DE MIS SOBRINOS, ESPECIALMENTE A
ALEXANDER, HÉCTOR, KARINA, FERNANDO Y MARCOS, POR LOS
MOMENTOS QUE COMPARTIMOS JUNTOS.**

**A SUSANA MORAN ESTRELLA, POR LA AMISTAD Y APOYO QUE ME
BRINDASTE.**

FE

AGRADECIMIENTOS

AI M. EN C. ARTURO ANGEL TREJO GONZÁLEZ, POR TODO EL APOYO OFRECIDO PARA LA REALIZACIÓN Y CONCLUSIÓN DE ESTE TRABAJO.

AI DR. CARLOS VAZQUEZ PELAEZ, POR EL APOYO OFRECIDO PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ESTE TRABAJO.

INDICE.

	Pág.
1.- Resumen.	2
1.- Introducción.	4
2.- Objetivos.	31
3.- Material y métodos.	32
4.- Resultados.	35
5.- Discusión.	39
6.-Conclusiones.	42
7.- Bibliografía.	43

I.-RESUMEN.

Con el objetivo de evaluar el efecto de la hormona del crecimiento recombinante bovina sobre la producción láctea, rendimiento quesero y crecimiento del cabrito, se utilizaron 20 cabras ($\frac{1}{2}$ Nubia y $\frac{1}{2}$ Criolla), de diferentes números de partos, asignadas al azar por edad a dos tratamientos: grupo control (n=10 cabras) sin tratamiento y el grupo experimental (n= 10 cabras) al cual se le administraron 166 mg de rbST (Lactotropina Elanco), con un intervalo de aplicación de 14 días durante 120 días. La primera dosis aplicada fue al 4 día posparto, midiendo la producción láctea individual cada semana, durante 17 semanas. Los animales fueron identificados con una cinta plástica en los miembros posteriores y encerrados en dos corrales comunales de acuerdo al tratamiento. Los cabritos al nacer fueron identificados y pesados en una báscula de reloj y posteriormente cada 15 días durante dos meses. Los cabritos se mantuvieron durante el día con sus madres por las tardes a las 17:00 hrs. pm eran separados y encerrados en un corral comunal, al día siguiente eran regresados con sus madres después de realizar la ordeña a las 10:00 hrs am. La leche ordeñada fue filtrada y refrigerada para su procesamiento para obtener el rendimiento quesero. Los resultados obtenidos nos indican que el caso de la producción láctea, la administración de somatotropina recombinante bovina promovió la producción láctea (895.49 ± 36.16 vs 1069.53 ± 35.30) para el grupo control y experimental respectivamente, siendo esta estadísticamente significativa $P < 0.01$. El pico de lactancia se alcanzó a las 4.68 ± 11.34 semanas en el lote tratado comparado con 2.41 ± 1.29 del grupo control no encontrándose diferencia significativa ($P > 0.05$). De igual forma no se encontraron diferencias significativas para la persistencia (3.76 ± 1.10 vs 3.08 ± 0.35) para el grupo experimental y control respectivamente $P > 0.05$. En lo que respecta a la ganancia de peso de los cabritos de las madres tratadas no se observó diferencia significativa ($P > 0.05$). En lo que se refiere al rendimiento quesero se observa (24.3 ± 7.24 vs 23.0 ± 8.19) para el grupo control y experimental respectivamente, no encontrándose diferencias significativas ($P > 0.05$). En la estimación de costos marginales de producción de leche en cabras de baja producción se aprecia que el ingreso neto por la venta de leche es menor en cabras tratadas que en cabras del grupo control. Por lo que el uso de la rbST

promueve la producción láctea en cabras de baja producción, no afectando la curva de lactancia en el tiempo al alcanzar el pico de producción, ni en la persistencia. La ganancia de peso y rendimiento quesero no son afectados, mientras que el costo por el tratamiento disminuye el ingreso neto por la venta de la leche.

1.-INTRODUCCION.

ANTECEDENTES DE LA CAPRINOCULTURA.

La cabra fue uno de los primeros animales domesticados por el hombre. Su origen geográfico se localiza en las altas mesetas Asiáticas y el territorio ocupado desde la actual Turquía hasta el Tíbet, de esta región se extendieron hacia Europa, África y el sudeste de Asia (Arbiza, 1986).

Algunas inscripciones en tablillas de arcilla que datan de 3500 años antes de J. C., relatan ya la fabricación de tejidos con pelo de cabra, comparten con el perro el primer lugar en la domesticación de los animales (Arbiza, 1986; Jean, 1993).

La cabra es un animal que ha aportado al hombre desde la más remota antigüedad carne y leche para alimentarse, pelo para confeccionar prendas con que vestirse, así como ser fuente de inspiración poética y religiosa. También se les ha empleado como animales de trabajo, para experimentos, producción de antisuecos y anticuerpos (Gall, 1981; Jean, 1993; Smith y Sherman, 1994). Otra función que se le ha dado es para controlar malas hierbas, como productores de abono de alta calidad, como animales de ornato e incluso como mascotas (Arbiza, 1986).

La explotación del ganado caprino se práctica en el mundo por tres productos principales que son leche, carne y pieles (Jean, 1993). La importancia de su crianza deriva de su aportación a la dieta humana con alimentos proteínicos. Una de las principales funciones zootécnicas a la que se ha destinado a las cabras en la actualidad es a la producción de leche (Arbiza, 1986).

Por la gran rusticidad que presenta esta especie, le permite adaptarse muy fácilmente a zonas donde no son aptas para cultivos agrícolas aprovechando estos recursos naturales. Otros aspectos que repercuten favorablemente para la difusión de la cabra los hallamos en el bajo costo de explotación, la obtención de ganancias rápidas, la facilidad para su alimentación y en muchos casos el control que ejercen sobre las malezas, en la mayoría de los casos los productos caprinos se consumen cerca o en la propia zona de producción (Arbiza, 1986).

El mayor número de cabras se encuentra en regiones con baja capacidad para la producción de alimentos, por lo que los animales tienden a ingerir productos de baja calidad

nutricional. Sin embargo, los caprinos han desarrollado una gran resistencia física, una magnífica adaptación y una excelente tasa reproductiva a través del tiempo permitiéndoles así sobrevivir en condiciones ecológicas desfavorables, donde otras especies animales han desaparecido (Arbiza, 1986).

LA CAPRINOCULTURA EN EL MUNDO.

La expansión de la especie caprina ha sido grande en las últimas dos décadas, superior al 1% anual. Los 709 millones de cabras que hay en el mundo producen aproximadamente 3,820,651 toneladas de carne, 12,160,000 toneladas de leche y 812,941 toneladas de pieles (Arbiza y De Lucas, 2001).

La distribución en el mundo del ganado caprino es de 94% en los países en vías de desarrollo y 6% en las naciones industrializadas. En donde Asia cuenta con un 56.5%; en África se contabilizan 32.4%, mientras en el continente Americano existen 4% en el sur, y 2.8% en el norte y centro; Europa posee 2.7%; en el territorio de la extinta URSS se halla 1.3% y por último un 0.3% habita en Oceanía (Arbiza, 1986; Smith y Sherman, 1994).

Entre los países productores más importantes de leche y carne caprinas se encuentran Sudán, Bangladesh, India, Irán, Turquía, Pakistán, China y Nigeria. En Europa: Francia, Grecia, Italia y España. En América: Brasil y México son los que alcanzan interesantes producciones en leche y carne (Arbiza y De Lucas, 2001).

La cabra como se puede notar esta ampliamente esparcida en el mundo, los principales países de cría caprina se ubican dentro de los económicamente más pobres y están situados en las regiones tropicales, áridas y semiáridas. La mayoría de estos países tienen como objetivo la producción de carne, sea como cabrito lechal o como animal adulto. Mientras que los países más desarrollados la producción de leche es la que se ha acrecentado, en donde el queso ha ido adquiriendo cada vez más popularidad (según la FAO en 1997 se produjeron 315 mil toneladas en el mundo) y en los que también se está extendiendo su consumo como leche fluida en niños con reacciones alérgicas a la leche de vaca, en adultos con males gastrointestinales y en la población en

general pues es una fuente de proteínas de alto valor así como de energía (Arbiza y De Lucas, 2001).

LA CAPRINOCULTURA EN MEXICO.

Desde los primeros tiempos de la colonia, las cabras han constituido un muy importante recurso productivo, principalmente en las zonas áridas del país. Introducida ya en las primeras expediciones hechas por los conquistadores, posteriormente la cabra se fue extendiendo con gran rapidez constituyéndose en una riqueza importante, principalmente de los conventos y de los primeros latifundistas (Arbiza y de Lucas, 2001).

En México, gran parte del territorio nacional es apto para la producción caprina. Aproximadamente 20.8% de la superficie total del país, presenta condiciones de temperatura, precipitación pluvial y topografía adecuadas para la explotación caprina, superficie que no se podría aprovechar con otra especie de ganado (Mayen, 1989).

La producción caprina en nuestro país ha sido una actividad tradicional muy ligada a su desarrollo cultural, aunque las cabras contribuyen modestamente a la producción nacional de leche y carne, aproximadamente 2% y 1% respectivamente, son importantes desde el punto de vista social ya que representan un medio de ingreso y fuente de alimento para numerosas familias campesinas principalmente en las zonas del norte de nuestro país y en la Sierra Madre del Sur entre Oaxaca, Guerrero y Puebla (Iruegas *et al.*, 1999).

Según datos de INEGI y SAGARPA, la población caprina ha ido descendiendo durante los últimos años en todo el país, se mantuvo estancada desde la década de los cincuenta. Posteriormente en los primeros años de los noventa la población aparecía como superior a los diez millones de cabezas y en la actualidad la mayoría de las fuentes, la sitúa alrededor, de los 8.8 millones de cabezas (Arbiza y De Lucas, 2001). La población caprina de México es la segunda en América y la doceava en el mundo (Iruegas *et al.*, 1999).

El inventario nacional se encuentra concentrado principalmente en 6 estados: San Luis Potosí con el 11.5%, Oaxaca el 11.3%, Coahuila 9.9%, Puebla 9.8%, Zacatecas 7.3%, Guerrero 7.2% en conjunto reúnen el 57% de las cabras que existen en México, el resto sólo tiene el 43%

(Iruegas *et al.*, 1999). Estos territorios se mantienen como los más importantes tenedores de cabras y son los que aportan la mayor parte de la producción.

La ganadería caprina en México representa una alternativa para la alimentación humana por sus múltiples ventajas: bajos costos de inversión inicial, poco espacio para su explotación, capacidad para aprovechar alimentos que otras especies de animales domésticos no pueden utilizar, gran aptitud para la producción láctea y aceptables índices de fertilidad y reproducción (Mayen, 1989).

En el aspecto racial domina el ganado de tipo indefinido llamado "criollo", que si bien esta adaptado a las condiciones de cría marginal, su productividad es muy bajo. Estos animales fueron cruzados con otros de raza especializada Saanen, Alpina y Toggenburg para la producción de leche y con la Murciana-Granadina y Nubia para producir carne. El ganado puro llega a representar, según la zona de 0 a 2.5% (Arbiza y De Lucas, 2001).

En lo que se refiere a los sistemas de producción se observan tres tipos: extensivos, semi intensivos e intensivos. Donde los extensivos son los que utilizan los terrenos menos productivos, no aptos para actividades agrícolas ni forestales y generalmente no disponen de otras fuentes de alimentación por lo que emplean grandes extensiones de terreno. Estos componen la mayor parte del inventario y la producción nacional; predominan en las zonas áridas, semiáridas y el trópico seco orientados a la producción de carne (Mayen, 1989; Iruegas *et al.*, 1999).

Los semi intensivos, se ubican en regiones con mayor productividad, en donde pueden combinar el pastoreo y ramoneo de agostaderos en parte del año con el aprovechamiento de residuos de cosecha y de vegetación de áreas marginales. Permite una productividad animal más elevada sin aumentar los costos de producción, gran parte de la zona templada del país es de este tipo (Iruegas *et al.*, 1999). En este sistema en ocasiones por la noche se les suministra algún suplemento (Mayen, 1989).

Dentro de estos sistemas se observan tres diferentes formas dependiendo de la movilidad que presentan durante el transcurso del año: sistema sedentario, el cual consiste en conservar el rebaño en un lugar fijo y sacarlo a pastorear a diferentes lugares durante el día. Son los más comunes en México. Sistemas nómadas, hacen un pastoreo en que van recorriendo una ruta

mientras lo realizan, sin regresar a un lugar fijo de encierro. Sistemas trashumantes, estos hacen al menos una migración anual de una región agroclimática a otra en la época del año en que se pastorea ofrece ventajas como más disponibilidad de forrajes o un clima más benigno. Se distinguen de los nómadas en que la migración es estacional, no continua (Iruegas *et al.*, 1999).

Estos sistemas son basados en prácticas muy simples en cuanto a su manejo reproductivo, nutritivo, sanitario y genético (Arbiza y De Lucas, 2001).

Los sistemas intensivos emplean mucho capital y poco terreno, con una administración eficiente y alta tecnificación de sus productos, teniendo generalmente tamaños de rebaños que exceden el mínimo para mantener los gastos familiares básicos, constituyen una minoría de la caprinocultura (Iruegas *et al.*, 1999).

Actualmente un nicho particular de las cabras en el país lo constituye la región del bajo (entre los estados de Querétaro y Guanajuato) donde conjugan áreas del semiárido y tierras agrícolas muy ricas. Esto ha permitido el desarrollo de una caprinocultura más tecnificada que alimenta una industria quesera y de dulce de leche (cajeta) muy importante. Esta zona junto con la Comarca Lagunera, son sin lugar a dudas la que ostentan el mejor desarrollo caprino, con objetivos claros de reproducción, con razas definidas o con tendencias a definir las y con sistemas cada vez más eficientes (Arbiza y De Lucas, 2001).

PRODUCCIÓN DE LECHE.

La capacidad de la cabra como productora de leche es bien conocida y por lo general mal explotada en la mayoría de los países. La leche es altamente digerible y de excelente calidad sus subproductos, son asimismo invaluableles dado su valor nutritivo y constituyen alimentos altamente apreciados en muchas partes del mundo. La producción de leche de cabra es más eficiente cuando el alimento se obtiene en regiones inhóspitas y por ende de mala calidad (Arbiza, 1986).

Si comparamos en el país la producción de leche de cabra con la de vaca, la primera no representa más que una contribución modesta a la producción lechera nacional; sin embargo es muy importante señalar y destacar que la cabra se ha desarrollado en nuestras zonas que se sitúan en medios difíciles con grandes contradicciones naturales (Peraza, 1989).

La producción de leche depende de la concentración de nutrientes precursores en la sangre, y la habilidad de la glándula mamaria de sintetizarla, así como el flujo sanguíneo que la irriga (Macouzet , 1994).

El consumo de leche caprina, es muy escaso dada la exigua producción y el deficiente sistema de mercado, como es producida por las capas pobres de la población, estas desconocen muchas veces las normas más elementales de higiene, lo que conduce a una producción de no muy buena calidad y con natural predisposición a alterarse por la abundancia de gérmenes patógenos (Arbiza, 1986).

En el 2001 se produjeron 139,909 millones de litros de leche caprina. La producción más importante se observa en los Estados del norte y centro de la República: Coahuila 35.4%, Durango 20.9%, Guanajuato 17.1%, Jalisco 4.5% y Nuevo León con 4.3%. De estos cinco Estados se obtienen alrededor del 82% de la leche de cabra producida a nivel nacional (SAGARPA, 2001).

Gran parte de la producción total de leche de cabra se consume bronca o se utiliza de manera artesanal para elaborar quesos y dulces en la misma explotación. La comercialización de estos quesos y dulces se realiza a través de intermediarios que trasladan la producción a mercados de ciudades cercanas (Iruegas *et al.*, 1999). En muchos casos son los mismos productores los que se encargan de vender sus productos directamente al consumidor.

Existe un grave problema de estacionalidad en la producción de leche de cabra, debido principalmente al bajo nivel tecnológico de las explotaciones. En épocas de alta producción el productor llega a tener problemas de comercialización y en épocas de escasez la industria no cuenta con un abastecimiento suficiente. La mayor disponibilidad de la leche se ubica en los meses de julio, agosto y septiembre (Iruegas *et al.*, 1999).

Por otro lado, el estudio de la curva de lactancia es de vital importancia pues de ella se puede estimar la cantidad de leche que rendirá una cabra luego de su parición. Es necesario conocer la forma de esta curva para diseñar un mejor manejo reproductivo y nutricional, para estimar correctamente la cantidad de leche y principalmente, para conocer cuando es el pico de producción y como es la persistencia de este rendimiento. Por ejemplo, un animal puede alcanzar un gran pico pero persistir con él muy pocos días, otro, por el contrario, puede no llegar a niveles

altos pero persistir en su mejor actuación por largos meses, éste es mejor animal que el primero (Arbiza y De Lucas, 2001).

Además las curvas de lactancia permiten caracterizar la producción de leche y se pueden utilizar como elementos de diagnóstico para el manejo del rebaño y previsión de la oferta de leche. Las curvas de lactancia permiten realizar ajustes para comparar insesgadamente la producción de leche de hembras que se encuentran en diferente etapa de lactancia y con datos incompletos o excedentes a un período determinado (Almanza *et al.*, 1992).

Las principales características de las curvas de lactancia son la producción inicial, la producción máxima, el día a la producción máxima, la producción total, el tiempo total de producción y la persistencia, que es el grado en que se mantiene la producción máxima de leche con respecto al tiempo. Los factores que afectan a las características de la curva de lactancia en cabras estabuladas son genética, edad y estación de parto (Almanza *et al.*, 1992). También la alimentación, enfermedades de la glándula mamaria y edad al parto (Gallegos, 1992).

En lo que se refiere a las diferencias más importantes en la composición de la leche de cabra comparada con la leche de vaca son:

- La leche de cabra producida en nuestro país contiene más grasa y más sólidos totales que la leche de vaca, lo que se traduce en mejores rendimientos en productos lácteos. Se puede encontrar hasta 50 gramos más de grasa por litro (5%), con niveles del 15% de sólidos totales.
- Es más blanca, ya que no contiene carotenos.
- En forma natural, la grasa se encuentra mejor dispersa y dura más tiempo estable en la leche. Esto se debe a que los glóbulos de grasa son más pequeños 1-10 micras y permanecen más tiempo dispersos en la leche, esto le da la característica de mejor digestibilidad (Arbiza, 1986; Iruegas *et al.*, 1999).
- Tiene mayor cantidad de ácidos grasos de cadena corta (cáprico, caprílico y caproico). La hidrólisis enzimática de estos ácidos grasos durante la maduración es la que da el sabor característico al queso de cabra.

- El tipo de caseína de la leche de cabra es diferente. Esta es responsable del tipo de cuajada que resulta durante la elaboración del queso. Es más digerible y provoca un cuajo más suave y fino durante la elaboración de queso. Contiene kapacaseína, betacaseína, alfa 2 caseína y menor concentración de caseína alfa s1 (Iruegas *et al.*, 1999).

La demanda industrial actual de leche de cabra se encuentra insatisfecha. Las industrias que demandan grandes cantidades son las fábricas de quesos y las plantas acopiadoras de la industria de la cajeta y sus derivados. La mayoría de estas empresas se encuentran trabajando por debajo de su capacidad instalada (Iruegas *et al.*, 1999).

La demanda constante de las industrias procesadoras de leche ha sido un incentivo para que la actividad se desarrolle y represente una fuente importante de ingresos para numerosas familias (Iruegas *et al.*, 1999).

PRODUCCIÓN DE QUESOS.

Sin lugar a dudas los quesos constituyen el más importante y conocido de los derivados de la leche de cabra, gran proporción de la leche de cabra producida en el mundo se destina a la fabricación de quesos, ya sea íntegramente de cabra o bien mezclados con otras leches como la ovina o la bovina (Arbiza, 1986). Como en México donde en la mayoría de los casos es mezclada con leche de vaca, existiendo poca producción industrial de quesos de leche pura de cabra.

El queso es un alimento universal que se produce en todas las latitudes a partir de leche de diferentes especies. El queso es una forma de conservación de dos constituyentes insolubles en la leche: la caseína y la grasa. Se obtiene de la coagulación de la leche, seguida del desuerado, en el curso del cual se separa el suero lácteo de la cuajada (Iruegas *et al.*, 1999). Esta cuajada se moldea, se sala y se prensa, se le añaden en ocasiones especias y principios nutritivos ajenos a la leche (Reyes y Méndez, 1991).

La mayoría de las proteínas y grasas de la leche es retenida por el queso pero los demás constituyentes solubles tales como el azúcar de la leche y la mayoría de los minerales, se pierden en el suero (Reyes y Méndez, 1991).

No solo por variadas cualidades organolépticas, sino por su enorme valor nutritivo (proteínas muy digestibles, grasas solubles, adecuadas cantidades de fósforo y calcio, presencia de importantes vitaminas del complejo B en los quesos maduros), el queso se encuentra entre los mejores alimentos para el crecimiento y desarrollo del hombre (Villegas, 1993; Iruegas *et al.*, 1999).

Los quesos más conocidos son quizás los fermentados blancos de rápido cuajado, donde se extrae el suero con o sin presión y se procede a su maduración. El queso resultante tiene de 55 a 60% de humedad. Estos quesos frescos de muy fácil manufactura y conservación, son de interés para regiones donde la tecnología es rudimentaria, como para la mayoría de los países de Latinoamérica. En México se conoce como panela y en otros lugares como "queso blanco" (Arbiza, 1986).

El queso panela es un queso fresco, de pasta blanda, prensado elaborado con leche pasteurizada de vaca y/o cabra. Como todos los quesos frescos mexicanos su composición incluye un porcentaje elevado de agua (hasta 58%) y por ello es altamente perecedero, de ahí que tengan que conservarse bajo refrigeración desde el momento de su elaboración. Se presenta en el mercado como queso blanco en piezas que van desde 0.5 Kg hasta 2 Kg aproximadamente, aunque las piezas grandes debido a su consistencia tan blanda tienden a deformarse (Villegas, 1993).

La elaboración de este tipo de queso es realmente sencilla, la vida de anaquel de este producto es corto solamente algunos días y bajo refrigeración (Villegas, 1993).

RENDIMIENTO QUESERO.

Por rendimiento quesero debe entenderse la cantidad de producto obtenido a partir de un volumen determinado de leche. En México es muy común entender a este como la cantidad de litros de leche necesarios para elaborar un kilogramo de queso (Villegas, 1993).

El rendimiento del queso depende de la cantidad de caseína, grasa y agua en la leche, sobre la coagulación, la caseína forma el trabajo de cuajado (Reyes y Méndez, 1991). De manera concreta los principales factores que afectan el rendimiento quesero son:

- Factores extrínsecos.
 - Relacionados con la calidad de la leche. Esto es sus tasas proteicas, butírica y caseínica. Raza del animal, fase de lactancia, presencia de mastitis, alimentación del animal, edad del animal, fase de gestación y estación del año.
- Factores intrínsecos.
 - Proceso de elaboración: El tratamiento térmico de la leche, la coagulación, el cortado, el cocinado, desuerado, el salado, prensado y la maduración.
 - Condiciones de conservación: Condiciones de la cámara, temperatura y presencia de empaque (Villegas, 1993).

PRODUCCION DE CARNE.

En nuestro país el inventario y la producción de carne de caprino se ha estancado en las últimas dos décadas, ya que la mayoría del inventario está manejado por productores extensivos, cuyos sistemas se han ido deteriorando por el manejo inadecuado del recurso natural (Iruegas *et al.*, 1999).

La producción nacional de carne de caprino en el 2001 fue de 39,046 toneladas. Los estados que sobresalen en producción son: Oaxaca 11%, Coahuila 10.2%, Puebla 9%, San Luis Potosí 8.4%, Guerrero 8%, Michoacan 6.3%, Zacatecas 6.1%, Jalisco 5.9% y Guanajuato con 4.8%, proporcionando el 69.7% de la producción de carne del país (SAGARPA, 2001).

Existen diferencias muy importantes de tipo zonal con respecto a como se presenta este producto para la venta al público. Así en el norte el cabrito de uno o dos meses representa la principal forma de venta y consumo. Hacia el centro, la demanda de carne se centra en el animal adulto que es destinado a la "birria", un tradicional platillo de la región o en algunos casos a la

"barbacoa" y finalmente en el sur el destino más importante de la carne es para el tradicional "chito" que es carne de animales adultos salada y secada al sol (Arbiza y De Lucas, 2001).

En virtud de que los precios del cabrito y de la carne varían a través del año, dependiendo de la demanda en el mercado, del tipo y calidad del producto y de la región en donde se produce, los márgenes de intermediación que se dan son también variables (Iruegas *et al.*, 1999).

En lo que se refiere al crecimiento del cabrito, existen factores que influyen este proceso como es la raza, sexo de la cría, tipo de nacimiento y época de nacimiento de la cría. Diversos autores han reportado la superioridad de los machos caprinos respecto a las hembras. Bajo condiciones de producción tradicionales en las zonas áridas y semiáridas del país el crecimiento de los cabritos se sitúa en amplio rango de 47.6 a 106.3 g/día (Arbiza, 1986).

Los animales criollos sacrifican velocidad de crecimiento por supervivencia en condiciones de pastoreo en agostaderos pobres, es muy común que exista un efecto confundido entre baja producción de leche y bajo crecimiento (Miranda *et al.*, 1998).

De acuerdo con algunos investigadores dos áreas donde se pueden hacer mejoras para incrementar más la producción de leche son: 1) la optimización de la cantidad y del balance de los nutrientes absorbidos por el aparato digestivo y 2) la manipulación de la dirección y distribución de los nutrimentos almacenados en los tejidos corporales hacia la producción de leche (Bernal, 1990). En esta última área se sabe que la hormona del crecimiento (GH) o somatotropina (ST) juega un papel muy importante.

SOMATOTROPINA RECOMBINANTE BOVINA.

En 1921 se descubrió que al aplicar extracto crudo de pituitaria bovina estimulaba el crecimiento de ratas. Este extracto se refiere a la hormona del crecimiento (GH) o somatotropina (ST), derivada del griego que se significa "crecimiento de tejido". No obstante muy pronto se aclaró que este extracto pituitario representa más que solo el estímulo del crecimiento, descubriendo que también puede estimular la producción láctea en cabras (Bauman, 1999).

La somatotropina es una hormona producida por la porción anterior de la pituitaria, de ahí vierte la hormona para que sea transportada por la sangre a diferentes órganos donde realiza sus efectos (Bauman, 1992).

Sintetizada en las células somatotropas de la glándula pituitaria anterior es un péptido con 191 aminoácidos, la hormona del crecimiento es secretada en episodios pulsátiles con una frecuencia de aproximadamente de 6 hrs en rumiantes (McMahon *et al.*, 2001). Con un peso molecular promedio de 22.000 daltons (Tuggle and Trenkle, 1996). En la cadena de los 190 o 191 aminoácidos puede tener dos diferentes aminoácidos (leucina o valina) en la posición 126 de la secuencia, esto da cuatro diferentes variantes de somatotropina que son producidas naturalmente (Bauman, 1992).

Hay dos tipos de neurohormonas, la hormona liberadora de la hormona del crecimiento (GHRH, por sus siglas en inglés) y somatostatina (SS), que son las que modulan la secreción de la hormona del crecimiento. La GHRH estimula mientras que la somatostatina inhibe la secreción de esta, desde los somatotropos vía activación e inhibición respectivamente (Tuggle and Trenkle, 1996; McMahon, *et al.*, 2001).

La GHRH, es sintetizada en neuronas localizadas en el núcleo arcuato del hipotálamo predominantemente con 44 aminoácidos y es secretado dentro de la sangre vía porta-hipófisis y es dirigida hacia la glándula pituitaria. Mientras que la somatostatina es un péptido con 14 aminoácidos y es secretada dentro de los vasos porta-hipófisis, se postula que las neuronas productoras de la somatostatina son localizadas predominantemente en el núcleo periventricular (McMahon *et al.*, 2001).

La influencia de estas dos hormonas es modulada por otros factores hipotalámicos, neurotransmisores y circulación de hormonas del hipotálamo. También la hormona del crecimiento (GH) y factor del crecimiento tipo insulina (IGF-1) representan el mejor factor en la regulación negativa de la síntesis de la GHRH (Tuggle and Trenkle, 1996).

En el año de 1926, se observó que además del aumento en el crecimiento esta sustancia influye sobre todo en el metabolismo animal, reduciendo la grasa corporal y aumentando la síntesis de proteínas. En 1928 se iniciaron algunos trabajos con animales de laboratorio donde se encontró

la existencia de algunas sustancias en extractos de la pituitaria anterior, las cuales eran capaces de iniciar la lactación (Bernal, 1990; Bauman, 1992).

En la década de los 30 se iniciaron estudios a corto plazo sobre la lactación. Se comprobó que la inyección de extractos de hipófisis de ovinos incrementaba el rendimiento lechero de cabras lactantes. De forma semejante, se inyectaron vacas lecheras con extractos de glándula pituitaria, la producción lechera aumentaba en un 6 - 29 % (Bernal, 1990; Phillips, 1996). Más tarde la somatotropina fue identificada como el principal componente galactopoyético del extracto pituitario (Phillips, 1996; Bauman, 1999).

Los efectos galactopoyéticos de la aplicación exógena de la GH bovina, en las vacas lecheras fueron primeramente descubiertos en el año 1937, por científicos rusos que mostraron que al inyectar extractos crudos de la glándula pituitaria podía incrementar la producción láctea (Peel and Bauman, 1987; Burton *et al.*, 1994; Bauman, 1999).

Sin embargo, a pesar de ese descubrimiento los trabajos fueron limitados, debido a que la cantidad de hormona extraída de las hipófisis de bovinos era muy pequeña, así como el costo de la extracción y purificación para su aplicación y aumentar la producción lechera siendo no viable en términos comerciales para realizar más estudios e implementar su uso comercial (Bernal, 1990; Bauman, 1992; Ocampo, 1992; Phillips, 1996).

A finales de la década de los 70's, se aisló el gen responsable para la obtención de este péptido en los bovinos y por medio de tecnología ADN recombinante fue posible su producción a gran escala (Ocampo, 1992; Bauman, 1999). Muchas compañías iniciaron programas para examinar la aplicación de la biotecnología en la somatotropina. Uno de los primeros productos experimentales desde el descubrimiento de la biotecnología fue la somatotropina recombinante bovina (rbST), esto permitió un incremento en las investigaciones (Bauman, 1999). Además se desarrollaron diversas presentaciones de rbST de acción prolongada, pudiendo distanciar las inyecciones 7, 12 o 28 días, de acuerdo con la presentación en lugar de inyecciones diarias (Phillips, 1996).

El proceso biotecnológico del DNA recombinante en la producción de la rbST implica la inserción de una réplica del gen de la vaca que codifica para la síntesis de somatotropina en un

plásmido de bacterias *E. coli*. Los organismos entonces se ponen en grandes fermentadores para que crezcan y proliferen. Durante la fermentación, los organismos producen somatotropina en la misma manera de que producen otros compuestos proteicos (Pumarejo, 1993).

Con esta nueva tecnología se pudo avanzar rápidamente y en 1981, fueron reportados los primeros estudios con la somatotropina recombinante bovina (rbST), extraída por ingeniería genética (Peel y Bauman, 1987; Bauman, 1992; Burton *et al.*, 1994).

La magnitud en la eficiencia y ganancia en la producción láctea es igual a la que normalmente se obtiene en un periodo de 10 – 20 años con inseminación artificial y técnicas de selección. Siendo uno de los puntos de mayor interés en la investigación el que se relaciona con la evaluación del potencial para su aplicación comercial en la industria lechera. Así como de las investigaciones que se relaciona con entender la biología y el papel de la rbST en la regulación de nutrientes (Bauman, 1999).

El manejo de estos precedentes fueron la clave para extender sus beneficios económicos para el uso comercial de la rbST. Además se demostró que el incremento en la producción láctea es mayor en la fase final de la lactación y la calidad de la leche no se ve alterada (Bauman, 1999).

FUNCIONES DE LA SOMATOTROPINA.

La síntesis de somatotropina es para estimular un crecimiento en el tamaño corporal, junto con otras hormonas pituitarias, que son importantes en la síntesis de proteína proveyendo altas concentraciones intracelulares de aminoácidos, ejerciendo sus efectos en hueso, músculo, riñones, hígado y tejido adiposo. En huesos particularmente las placas epifisiales son sensitivas a esta y su efecto sobre la lactancia (Pumarejo, 1993). Receptores para la somatotropina se han detectado en hígado, adipocitos, fibroblastos, linfocitos y condrocitos (Prosser and Mephan, 1992).

Se ha sugerido que la coordinación del metabolismo de los tejidos está bajo el control de dos tipos de regulación: la homeostasis y la homeorresis. La homeostasis involucra la regulación minuto a minuto de los procesos bioquímicos y fisiológicos del organismo para mantenerlo en condiciones estables. Por ejemplo, la concentración de glucosa sanguínea o el aporte de oxígeno al cerebro. La homeorresis, por otro lado, se ha definido como "los cambios coordinados del

metabolismo de los tejidos para sustentar un estado fisiológico". Ejemplo gestación y lactación, estos cambios son de tipo crónico o sea a largo plazo (Bernal, 1990, McDowell, 1991; Bauman, 1992).

La somatotropina mediante un control de homeórresis incrementa las tasas de síntesis láctea en la glándula mamaria y una coordinada serie de adaptaciones fisiológicas en diferentes tejidos, que aportan las necesidades nutricionales para la síntesis láctea. Estas adaptaciones de tejidos incluye cambios en actividad de enzimas claves y alteraciones en tejidos (Bauman and Vernon, 1993).

La forma de actuar de la somatotropina en la lactación es la utilización y movilización de nutrimentos de tejidos no mamarios, para aportar los nutrientes extras para la síntesis de leche, esto se consigue por efecto directo de la somatotropina en las funciones del hígado y tejido adiposo. Los nutrimentos extra requeridos para la galactopoyésis provienen de la movilización de las reservas corporales, los animales que reciben rbST tienen menos grasa corporal que los animales no tratados (Pumarejo, 1993).

Numerosos estudios han demostrado que estimula la circulación sanguínea y el gasto cardiaco, de esta manera incrementa la disponibilidad de hormonas y metabolitos en los tejidos y órganos blanco. Por ejemplo, se ha demostrado que en las cabras en lactación la inyección con la somatotropina incrementa en un 21 % el flujo sanguíneo hacia la glándula mamaria, incrementando el ingreso de nutrientes precursores para la síntesis de la leche (Blitman *et al.*, 1984; Peel y Bauman, 1987; Bernal, 1990; Pumarejo, 1993; Chadio *et al.*, 2000). La somatotropina altera la repartición y el uso de los nutrientes absorbidos con menor o sin ningún efecto en el proceso digestivo (Bauman, 1999).

Los IGF son producidos en el hígado después de ser estimulados con somatotropina y se les ha relacionado con el incremento de la producción láctea. Se ha observado un aumento notable del flujo sanguíneo a la glándula mamaria, lo que necesariamente se traduce en la redirección de nutrientes hacia la producción de leche, de manera similar a lo que ocurre en el posparto inmediato en la vaca no tratada (Pumarejo, 1993).

El descubrimiento del significativo efecto promotor del factor de crecimiento tipo insulina (IGF-1) en aumentar el flujo sanguíneo, los mecanismos de este efecto puede involucrar la estimulación directa del sistema vascular o una estimulación indirecta vía la liberación de sustancias vasodilatadoras subsecuente al incremento de la actividad metabólica de la glándula mamaria (Prosser *et al.*, 1990).

El mejor efecto de la rbST es el desarrollo y estimulación del crecimiento del parénquima (Knight, *et al.*, 1990). Otros científicos sugieren que también favorece un incremento en el crecimiento lóbulo alveolar en la glándula y su actividad, por lo que es más eficiente en competir por los nutrientes (Bauman, 1999).

COMO ACTUA LA SOMATOTROPINA.

Tanto la somatotropina endógena como la rbST exógena ejercen sus efectos directamente vías receptores específicos para la somatotropina o indirectamente a través de la producción y liberación de los factores de crecimiento tipo insulina IGF-1 e IGF-2 (Prosser *et al.*, 1991; Rigada, 1994).

In vitro se ha demostrado que la ST no tiene efecto directo sobre el tejido mamario. Por lo que se ha sugerido que esta ejerce sus efectos indirectamente a través de segundos mensajeros, mediada a través de factores de crecimiento tipo insulina (IGF-1 e IGF-2). No hay receptores específicos a la rbST en la el tejido mamario, el intento de detectar receptores para esta ha sido sin éxito y solo muy bajos niveles de expresión de receptores han podido ser detectado; se han encontrado abundantes receptores de IGF tipo 1 y 2 en el tejido mamario (Peel y Bauman, 1987; Davis *et al.*, 1989; Knight *et al.*, 1990; Prosser *et al.*, 1990; Mcdowell, 1991; Bauman, 1999).

Con el uso de la rbST la producción de glucosa en el hígado se incrementa y la oxidación de esta en los tejidos del organismo disminuye. Estos son necesarios para cubrir los requerimientos de glucosa que se usa en la síntesis de la leche en los animales tratados (Bauman, 1992).

Se estableció el papel de llave que juega la somatotropina en el metabolismo y este concepto es aplicado a la regulación del uso de nutrientes durante el crecimiento, gestación y

lactación en muchas especies (Bauman, 1992). Incluyen también alteraciones en la glándula mamaria que resultan del incremento de la tasa de síntesis láctea y aumento del número de células mamarías. Se ha demostrado que el tratamiento con somatotropina sobre un periodo de 22 semanas previene el declive en el número de células de manera que normalmente ocurriría durante la lactancia (Bauman, 1999).

En el corto plazo, los requerimientos extras de nutrientes son satisfechos por la movilización de reservas corporales, pero en periodos largos se incrementa el consumo de alimento (Knight *et al.*, 1990).

La somatotropina coordina procesos que involucran a toda clase de nutrientes: carbohidratos, proteína, lípidos y minerales (Brozos *et al.*, 1998; Bauman, 1999).

METABOLISMO DE CARBOHIDRATOS AL ADMINISTRAR DE rbST.

La administración de rbST da lugar a una reducción en la asimilación de glucosa en tejidos periféricos, como es el caso del músculo y un incremento en la producción hepática de glucosa a partir del glicerol liberado durante la lipólisis. De tal forma, que existe más glucosa disponible a nivel de glándula mamaria para la síntesis de lactosa (Macouzet, 1994; Bauman, 1999).

En animales altos productores de leche, la glucosa es derivada primeramente vía hepática por gluconeogénesis, de la cuál la glándula mamaria usa el 60 – 85% del volumen total, con el inicio del tratamiento con rbST, la glándula mamaria toma y usa la glucosa de acuerdo al incremento de la síntesis láctea (Bauman, 1999).

Estos cambios coordinados en la producción de glucosa y su utilización son esenciales para preservar la homeostasis de la glucosa durante la transición y mantenimiento de la gran tasa de síntesis láctea (Bauman, 1999).

Numerosas observaciones sustentan que la rbST tiene una acción diabetogénica que disminuye la sensibilidad de los tejidos a la insulina y aumenta los niveles circulantes de glucosa sanguínea. El incremento en el aporte de glucosa a la glándula mamaria, también está relacionado con el incremento en la oxidación de los ácidos grasos de cadena larga (Macouzet, 1994).

METABOLISMO DE LÍPIDOS AL ADMINISTRAR rbST.

El metabolismo de los lípidos provee un ejemplo más de la coordinación que ocurre con la administración de la rbST y varía de acuerdo con el balance energético del animal. Cuando las vacas tienen un balance energético negativo se observa un incremento en la movilización de las reservas grasas del cuerpo, por lo que hay, una elevación de los ácidos grasos y un aumento en la cantidad de ácidos grasos de cadena larga en la leche. Este incremento en el uso de los lípidos como fuente de energía facilita la reducción en la oxidación de la glucosa aumentando la disponibilidad de la glucosa para la síntesis de azúcar de la leche. Cuando las vacas tratadas están en balance energético positivo la lipogénesis del tejido adiposo es disminuido y no se afecta la movilización de la reserva grasa corporal, la cantidad de grasa en la leche y la composición de los ácidos grasos de la leche (Bauman, 1992, Burton *et al.*, 1994).

El tratamiento inicial en vacas con balance de energía positivo el tejido adiposo cambia, involucrando una reducción en la lipogénesis, mientras que las tasas de lipólisis son incrementadas si el tratamiento ocurre cuando las vacas se encuentran en un balance energético negativo (Chillard, 1988; Bauman, 1999).

Estimula la movilización de las reservas de grasa, aumentando la hidrólisis de los triglicéridos del tejido adiposo y reduce también la lipogénesis en otros tejidos, permitiendo una mayor proporción de ácidos grasos libres para que se oxiden como fuente de energía o para que sean utilizados en la producción de grasa para la leche en la glándula mamaria (Macouzet, 1994).

METABOLISMO DE PROTEÍNAS AL ADMINISTRAR rbST.

Con respecto al efecto de la rbST en la distribución de nutrientes, los aminoácidos han sido menos estudiados. No obstante se encontró que decrece la oxidación de aminoácidos el cuál causa un concomitante incremento en la oxidación de ácidos grasos en el crecimiento (Breier *et al.*, 1991).

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 los ácidos nucleicos (Bauman, 1992).

El efecto promotor de crecimiento de la somatotropina puede funcionar asociado con el incremento de la retención de nitrógeno y consumo de aminoácidos por el tejido. El incremento de la retención de nitrógeno seguido del tratamiento del ganado en crecimiento puede ser asociado con la disminución de la excreción del nitrógeno en la orina, así como la disminución de la oxidación de la leucina la cual incrementa la síntesis de proteína en el cuerpo (Mcdowel, 1991).

EFFECTO EN LOS MINERALES AL ADMINISTRAR rbST.

La distribución de muchos minerales también son alterados por la administración de somatotropina, mientras que la composición de Ca y P en leche no es alterado durante la administración de la rbST (Peel and Bauman, 1987). Aumenta la absorción intestinal del calcio y su depósito en los huesos y finalmente ayuda a la retención del sodio, potasio, magnesio y cloro en el organismo (Pumarejo, 1993).

En el tabla 1 se resumen los procesos fisiológicos que son influenciados con el tratamiento de rbST.

Tabla 1.

EFFECTOS BIOLÓGICOS DEL TRATAMIENTO CON SOMATOTROPINA DURANTE LA LACTACIÓN. *

G. mamaria	↑	Síntesis de leche con composición normal.
	↑	Consumo de todos los nutrientes usados para la síntesis de leche.
	↑	Actividad de las células secretoras.
	↑	Flujo sanguíneo consistente por el cambio en la síntesis de la leche.
	↑	Mantenimiento de secreción de las células.
T. Adiposo	↓	Síntesis de lípidos si el balance energético es positivo.
	↑	Lipólisis si el balance energético es negativo.
	↓	Consumo de acetato, glucosa y oxidación de glucosa.
	↓	Estimulación de la insulina para el metabolismo de glucosa y síntesis de lípidos.
	↑	Estimulación de las catecolaminas para la lipólisis.
Higado ^b	↓	Efectos antilipolíticos de las prostaglandinas.
	↑	Niveles basales de gluconeogénesis.

	↑	Habilidad para la síntesis de glucosa.
	↓	Habilidad de la insulina para inhibir la gluconeogénesis.
Riñón ^b	↑	Producción de vitamina D.
Intestino	↑	Absorción de Ca y P, requeridos por la leche.
	↑	Habilidad de la vitamina D para estimular a las proteínas ligadoras de Ca.
	↑	Proteínas ligadoras de Ca.
Músculo	↓	Consumo de glucosa.
Efectos sistémicos	↓	Oxidación de glucosa.
	↓	Respuesta para la prueba de tolerancia a la insulina.
	↑	Oxidación de ácidos grasos no esterificados, si el balance energético es negativo.
	↓	Oxidación de aminoácidos y el nitrógeno como urea en la sangre.
	↑	Circulación de IGF-1, IGFBP-3 ^c y
	↓	Circulación IGFBP-2. ^c
	↑	Gasto cardíaco consistente con el incremento de la producción de leche.
	↑	Aumento de respuesta inmune.
	S. C.	Gasto de energía de mantenimiento.
	S. C.	Eficiencia parcial de la síntesis de leche.
	↑	Consumo voluntario por la necesidad de nutrientes extras para la síntesis de leche.
	↑	Eficiencia productiva (leche/ unidad de consumo).

^a Adaptado de Bauman, 1999. Cambios (↑ = aumento, ↓ = disminución, S.C. = sin cambios) que ocurren en el periodo inicial de la suplementación con rBST al momento que ocurre un ajuste metabólico por el incremento en la competencia por el uso de nutrientes para la síntesis láctea.

^b Demostrado en animales no lactando y consistente con la acción observada en vacas lactando.

^c Proteínas ligadoras del factor de crecimiento tipo insulina (IGFBP) 2 y 3.

EL USO DE LA rbST EN CABRAS.

La propiedad de la rbST, por el cual se puede manipular la lactación para incrementar la producción en rumiantes es uno de los temas más discutidos y estudiados en años recientes (Baldi, 1999).

Los extensos trabajos con relación a las propiedades galactopoyéticas de la somatotropina bovina recombinante ha detallado los efectos que tienen sobre las producción de leche, incrementando 20 – 42% más su producción en vacas (Bernal, 1990).

Se han realizado estudios en esta área que han sido conducidos fuera de las vacas; por qué interesa la aplicación de esta biotecnología en ovejas y cabras, recientemente se han incrementado las investigaciones porque carece de restricción para la producción láctea de estos rumiantes y además del alto precio de los productos de estos animales. En muchos países, la leche de los pequeños rumiantes forma una parte económica significativa del total de la producción láctea. La leche de cabra es usada casi totalmente para la elaboración de quesos, por lo que si crece la producción de leche con la rbST, puede generar ganancias, sin causar efectos negativos en la cualidad y composición de la leche, pudiendo incrementar la rentabilidad (Baldi, 1999).

El efecto galactopoyético de la somatotropina bovina en vacas, ovejas y cabras lecheras se encuentra bien establecido. La respuesta de la producción láctea al tratamiento con rbST en cabras y ovejas es más variable que en las vacas (Prosser *et al.*, 1991). La rbST también puede presentar la posibilidad de afectar el crecimiento, composición de la lana y la producción de fibra (Davis *et al.*, 1999).

En cabras la administración de rbST se registra un incremento sobre la producción láctea del 14 – 29% (Baldi, 1999). Pero con menor consistencia en términos de producción láctea en esta especie, junto con la ovina. Los trabajos que reportan este rango de aumento en la producción se han realizado con vacas y cabras altas productoras (Peel y Bauman, 1987; Bernal, 1990; Disenhaus *et al.*, 1995; Chadío *et al.*, 2000).

En cabras los estudios con rbST son limitados con respuesta más variable que la que se observa en vacas y algunos pocos se dirigen a examinar los efectos en la composición de la leche y metabolitos en el plasma (Disenhaus *et al.*, 1995; Gallo *et al.*, 1997; Chadío *et al.*, 2000).

EL USO DE LA rbST EN OVEJAS.

La actividad biológica de la somatotropina bovina recombinante, ésta bien establecida en ovinos (Disenhaus *et al.*, 1995; Gallo *et al.*, 1997; Chadio *et al.*, 2000).

Experimentos de campo administrando una dosis de liberación prolongada de rbST en ovejas presentaron una respuesta en un rango de más del 21% al 37%, comparado con el grupo control. Estos experimentos demostraron que el tratamiento a la mitad de la etapa de lactación responde mejor que los animales que se tratan al inicio de la lactación. En general, el total de producción de proteína y grasa en animales tratados con rbST es más alta que la del control. En la mayoría de los estudios no reportan cambios en el consumo de materia seca (Baldi, 1999).

Después de la aplicación de rbST de liberación prolongada, se alcanza un pico al 7 día posinyección y comienza a decrecer lentamente hasta el siguiente tratamiento, no obstante la respuesta puede variar considerablemente dependiendo de la especie, programa de tratamiento, etapa de lactación y el plan nutricional (Baldi, 1999).

No presenta efectos negativos sobre la composición de la leche y las propiedades de coagulación aunque en algunos casos esta propiedad se ve promovida. En ovejas a la mitad de la lactación, el tratamiento esta asociado con una coagulación rápida, esta es una propiedad muy deseable porque esta mejora la eficiencia en la elaboración de quesos y resultados altos en la calidad de los quesos (Baldi, 1999; Chiofalo *et al.*, 1999).

COMPOSICIÓN DE LA LECHE USANDO rbST.

Se ha informado de pequeñas diferencias en la composición de ácidos grasos y proteína, otros han llegado a la conclusión de que la capacidad de procesamiento industrial de la leche de hembras tratadas con rbST no se ve alterada. La composición de la leche varía día a día en respuesta a la liberación continua de rbST paralelamente a los cambios en la producción diaria de leche. Con un intervalo de 28 días entre inyecciones el porcentaje de grasa de la leche aumentaba rápidamente en los primeros pocos días siguientes a la inyección, alcanzando una meseta en los 5

- 10 días y regresaba a cifras anteriores a la inyección 3 semanas después de ésta (Fernández *et al.*, 1995; Phillips, 1996).

El porcentaje de proteína en la leche no difiere entre el grupo tratado y el grupo control de cabras. El efecto de la rbST sobre la proteína en la leche es muy controvertida. Hay resultados que reportan que el contenido de proteína permanece incrementado, disminuido o sin ningún cambio. Esto nos sugiere que el estímulo con GH mostrando cambios en la composición láctea, pueda variar con los animales y su estado energético (Fernández *et al.*, 1995; Chadio *et al.*, 2000).

Para la caseína los resultados han demostrado que el contenido y composición de la α -caseína, β -caseína y κ -caseína, no son alterados por la suplementación con la rbST. Algunos resultados han indicado que la caseína es el porcentaje de proteína verdadera, con el uso de la rbST permanece sin cambios, mientras que otros han observado una pequeña disminución no significativa. Algunos cambios en caseína ocurre con el estado de lactación en ambos animales suplementados con la rbST o no suplementados (Bauman, 1992; Baldi, 1999).

Se ha reportado que el contenido mineral no es afectado en el tratamiento con rbST, a pesar de que hay un incremento sustancial en la producción de leche. Alguna forma de adaptación ocurre para mantener la normalidad del esqueleto y la fisiología del parto, siendo probablemente una adaptación en la absorción de los minerales en el tracto digestivo y un aumento en la movilización de las reservas de calcio (Maccouzet, 1994). Se han registrado cambios escasos o nulos en contenido mineral, tasa de vitaminas, propiedades de fusión, enzimas, pH y valoración organoléptica (Phillips, 1996).

Similarmente no fueron observados cambios en minerales nutricionalmente importantes ni en vitaminas en la composición del queso, incluyendo el crecimiento del cultivo, coagulación, acidificación y sinéresis, ni propiedades sensitivas de varios resultados de quesos (Bauman, 1992).

Los mayores de los componentes de la leche incluyen: agua, lactosa, grasa, proteínas, vitaminas y minerales. La composición en conjunto y por lo tanto las propiedades de manufactura de la leche no son alteradas por el tratamiento de rbST (Peel y Bauman, 1987). Pero temporalmente hay cambios de porcentaje en grasa de la leche la cual se incrementa y disminuye la proteína, cuando se administra la rbST durante un balance energético negativo o el balance de

nitrógeno es bajo, tal como sucede en el inicio de la lactación. Por lo que el régimen de manejo incluye tiempo de administración de la rbST, programa de nutrición, proceso de ordeño y prácticas de sanidad del rebaño (Burton et al., 1994)

Finalmente los efectos en la composición son de particular importancia; resultados demuestran que los componentes nutricionales y características industriales de la leche no son alteradas por el tratamiento con rbST (Phillips, 1996). Más bien la composición es afectada por muchos factores como: genética, etapa de lactancia, dieta, medio ambiente, estación del año y estado nutricional y estos factores afectan la composición láctea de manera idéntica en ambos grupos experimental y control (Burton et al., 1994; Bauman, 1999).

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA MAGNITUD DE LA RESPUESTA LÁCTEA.

Los factores de manejo se consideran por lo general causa importante de variación de la intensidad de respuesta a la rbST. Esto quiere decir que los animales explotados en mejores condiciones muestran respuestas mayores al aporte exógeno de rbST que los deficientemente manejados. Se han identificado varios factores de manejo como parcialmente responsables de las variaciones del rendimiento. Entre ellos se cuentan: la dosificación de rbST, intervalos entre inyecciones, paridad, potencial genético y condiciones ambientales (Phillips, 1996).

Los aumentos del rendimiento lechero en respuesta a la rbST se ha comprobado frecuentemente que son mayores en las vacas multiparas que en las primíparas. Después de 2 – 3 días de tratamiento, se detectan aumentos en la producción de leche y dicho rendimiento lechero elevado se mantiene durante el período de tratamiento (Phillips, 1996).

Aunque la magnitud de la respuesta varía con la dosis de rbST y la composición de la dieta, los aumentos de la ingestión de extracto seco en vacas tratadas con rbST son semejantes a los registrados en vacas sin tratar, cuya producción láctea se ve elevada en la misma cuantía (Chilliard, 1988; Phillips, 1996).

Pese a los aumentos relativamente grandes de la producción lechera en vacas tratadas con rbST durante menos de 6 semanas, no se observaron cambios en la ingestión de pienso, de donde se deduce un mejor aprovechamiento de éste. Los nutrientes extra requeridos para este

incremento de la producción de leche se estima que proceden de la movilización de reservas de tejidos corporales (Burton *et al.*, 1994; Phillips, 1996). Cuando los tratamientos son más prolongados, es evidente que las vacas inyectadas con rbST aumentan gradualmente su ingestión de pienso para cubrir la superior demanda metabólica (Bauman, 1992; Fernández *et al.*, 1995; Phillips, 1996).

SOMATOTROPINA Y SALUD ANIMAL.

En estudios a largo plazo (10 – 27 semanas) con rbST no han reportado efectos adversos en la salud de las vacas (Peel and Bauman, 1987; Burton *et al.*, 1994).

La influencia de la rbST sobre el conteo celular somático (SCC) y la mastitis es variable. Diversos estudios indican que el SCC tiende a aumentar en las vacas tratadas con rbST, mientras que otros no han encontrado diferencias del SCC entre vacas tratadas y vacas control. La superior incidencia de mastitis registrada en diversas experiencias parece obedecer más a efectos diversos que, específicamente a la rbST (Burton *et al.*, 1994; Fernández *et al.*, 1995; Phillips, 1996).

En condiciones normales existe una relación directamente proporcional entre incidencia de mastitis y el rendimiento lechero máximo y el tratamiento con rbST no altera esta relación. Esto quiere decir que las vacas que producen más leche normalmente muestran mayor tendencia a sufrir mastitis y que esta relación se produce independientemente del empleo de rbST. El posible aumento de mastitis en vacas tratadas con rbST obedece más al incremento del rendimiento lechero que al efecto directo de la hormona (Phillips, 1996).

Las referencias sobre cojeras son contradictorias por un lado se informa que no existe ningún aumento significativo de las afecciones de pezuñas en las vacas tratadas y por otra registran mayor incidencia de cojeras en vacas tratadas con rbST. Por otra parte el tratamiento con rbST no influye significativamente sobre la presentación de enfermedades metabólicas, incluidas la cetosis o la fiebre de la leche (Bauman, 1992).

El descenso del rendimiento reproductor en vacas tratadas con rbST podría obedecer más al aumento de la producción lechera y aun balance energético negativo a corto plazo, que a

afectos directos de la rbST. Se comprobó que los días "vacíos" estaban más relacionados con el nivel de producción que con la rbST (Phillips, 1996).

La rbST eleva el gasto energético de la leche antes de que exista un aumento concomitante de la ingestión de pienso y por consiguiente, en el periodo inmediatamente posterior a la iniciación del tratamiento, las vacas tratadas tienden a mostrar un balance energético negativo el cual reduce la capacidad reproductora (Phillips, 1996).

ASPECTOS ECONÓMICOS CON EL USO DE LA rbST.

La discusión pública de nuevas tecnologías es un importante componente en la aplicación de la ciencia y esto es especialmente cierto para la somatotropina que es uno de los primeros productos de la biotecnología (Bauman, 1999).

Los aspectos económicos del uso de la rbST incluye, la aceptación por el consumidor ya que la disminución de consumo a gran escala podría anular cualquier beneficio en la producción debido a la rbST; dado que el 5 de noviembre de 1993, la Administración de Productos Farmacéuticos y Alimentos (FDA) aprobó el uso comercial de la rbST (Burton *et al.*, 1994). Se dispone de rbST en el comercio de USA desde febrero de 1994.

El punto más importante para los granjeros en lo que se refiere al empleo de rbST o cualquier otra tecnología, es su efecto sobre la rentabilidad general del establecimiento, muchos científicos admiten que la rbST puede ser eficaz para este objetivo (Phillips, 1996).

Como el consumidor es el eslabón final de la cadena productiva de la leche, es importante destacar brevemente que existe una gran cantidad de evidencia científica la cual demuestra que el consumo de leche proveniente de ganado tratado con rbST, no constituyen riesgo alguno para la salud humana (Burchard and Block, 1991)

La FDA, American Medical Association, FAO, OMS, sin excepción todas las asociaciones médicas y sociedades científicas concluyeron que el uso de somatotropina no representa un asunto de seguridad para la salud por consumir la leche de animales tratados (Bauman, 1999).

Es inactiva oralmente por ser hidrolizadas a aminoácidos en el aparato digestivo, solo es activa cuando se administra por vía parenteral. Es inactiva en el género humano tanto si se distribuye oralmente como por vía parenteral (Burton *et al.*, 1994; Bauman, 1999; OMS, 2000).

Lo anterior demuestra que los tratamientos basados en hormona del crecimiento son rentables en animales de alta producción, en este trabajo se pretende evaluar su efecto sobre costo - beneficio en cabras no especializadas en producción lechera.

2.-OBJETIVOS.

Evaluar el efecto de aplicar hormona del crecimiento recombinante bovina sobre:

- o La producción láctea en cabras de baja producción.**
- o El crecimiento de cabritos.**
- o El rendimiento quesero.**

3.- MATERIAL Y MÉTODOS.

El presente trabajo se realizó en el Módulo de la Cátedra de Reproducción y Genética en Ovinos y Caprinos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, en el Km 2.5 de la carretera Cuautitlán-Teoloyucan en el Estado de México cuya ubicación geográfica es 19° 14' latitud norte y 99° 14' longitud poniente a 2250 msnm. Región de clima templado subhúmedo con lluvias que predominan durante el verano. La precipitación media anual se encuentra entre de 600 a 800 milímetros. la mayor precipitación es en junio con valores entre 120 y 130 milímetros y la mínima en febrero con un valor menor a los 5 milímetros. La temperatura media anual es de 12° a 16° C, con la temperatura más cálida en mayo 18° - 19° C y la más fría en los meses de enero y diciembre con 11° a 12° C (INEGI, 1987).

Se utilizaron 20 cabras (cruza ½ Nubia y ½ Criollo) de diferentes números de partos, asignadas al azar por edad a dos tratamientos:

1. - Control (n= 10 cabras) sin aplicación de hormona del crecimiento y
2. - Experimental (n= 10 cabras) con aplicación de hormona del crecimiento.

Las cabras próximas a parto fueron separadas en corrales individuales, al nacimiento los cabritos fueron identificados y pesados en una báscula de reloj con capacidad para 20 Kg y con una división mínima de 25 g, posteriormente eran regresados con sus madres permaneciendo con ellas durante 4 días. Después se pesaron cada 15 días durante dos meses.

Al 4 día posparto, a las cabras del grupo experimental se les aplicaron 166 mg de hormona de crecimiento recombinante bovina (rbGH Lactotropina, Elanco) por vía subcutánea con un intervalo de 14 días (Chadio *et al.*, 2000), durante 120 días. Todas las cabras fueron pasadas a ordeña al cuarto día posparto, siendo esta diaria y midiendo la producción láctea individual cada semana, durante dos periodos.

Periodo 1: del día 0 al 60, con cabrito.

Periodo 2: del día 61 al 120, sin cabrito.

En el período 1, los cabritos se mantuvieron durante el día con sus madres, por las tardes a las 17:00 hrs. pm eran separados y en cerrados en un corral comunal, al día siguiente eran regresados con sus madres a las 10:00 hrs. am después de realizar la ordeña. El destete de los cabritos se realizó al día 60 posparto.

Las cabras fueron identificadas con una cinta plástica en los miembros posteriores del animal, azul para el grupo control y rojo para el grupo experimental, la leche ordeñada fue separada de acuerdo al grupo, filtrada, refrigerada y procesada.

En la elaboración de quesos, se procedió primeramente a la pasteurización de la leche a $62^{\circ} - 65^{\circ} \text{C}$ por 30 minutos. Posteriormente a una temperatura de 35°C , se le agregó fermento láctico a razón de 15 ml por cada litro de leche de cabra, dejando reposar 10 minutos. Después de este tiempo se le adicionó cloruro de calcio 1 ml por cada 5 litros, disuelto en 10 ml de agua, dándole 10 minutos de reposo, pasado este período se le agregó el cuajo a una proporción similar a la del cloruro de calcio (1 ml de cuajo por cada 5 litros de leche) dejando reposar la leche en este paso durante 50 minutos. Al terminó de este tiempo, se procedió a realizar la "prueba del cuchillo", la cual consiste en perforar o cortar la cuajada con un cuchillo, este no debe tener residuos de leche al sacarlo. Posteriormente se corto la cuajada, procurando obtener cubos de aproximadamente 3 cm. Se dejó desuerar durante 10 minutos, inmediatamente después se procedió a romper los cubos de mayor tamaño con la mano con el fin de promover un mejor desuerado, dejando reposar otros 10 minutos. Pasado este período se procedió a separar el suero de la cuajada, al término de esto se le adicionó sal a una razón de 5.5 gramos de sal por cada litro de leche y se mezcló.

Posteriormente se procedió al moldeado de la cuajada, para lo cuál se utilizaron moldes de plástico con una capacidad aproximada de 500 gramos. Terminado este paso se colocaron en refrigeración durante 24 horas, pasado este tiempo se sacaron de sus moldes, se pesaron en una balanza y se empacaron.

Este procedimiento se realizó por separado a la leche del grupo experimental y control, trabajo que se realizó cada semana durante 10 semanas.

Los datos se evaluaron estadísticamente de acuerdo al parámetro a evaluar, utilizando la distribución de "t" para dos medias o proporciones independientes, mediante análisis de varianza con covariable y mediante el análisis de una ecuación gama incompleta, usando el procedimiento NLIN del SAS (2001).

La curva de lactación se evaluó mediante la ecuación gama incompleta (Gipson y Grossman, 1990) de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_n = An^b e^{-cn}$$

Donde:

Y_n = Producción de leche al n-ésimo día.

a = es una constante que representa el nivel inicial de producción láctea.

b = es un parámetro que representa el índice de incremento al pico de producción.

c = representa el índice de declinación después del pico de lactación.

n = b/c = representa el cálculo del pico de producción.

e = es la base de logaritmos naturales.

El crecimiento de los cabritos se evaluó mediante análisis de varianza (Snedecor y Cochran, 1971), utilizando el peso al nacer como covariable. Usando el procedimiento GLM del SAS (2001) de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_1(Pn - P\hat{n}) + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es la ganancia diaria en el i-ésimo tratamiento.

μ = Es la media poblacional constante.

T_i = Es el efecto de i-ésimo tratamiento (i = Con hormona y sin hormona).

β_1 = Peso al nacimiento utilizado como covariable.

E_{ij} = Error aleatorio asociado a cada observación.

El rendimiento quesero y el pico así como y persistencia de la lactación fueron evaluados estadísticamente mediante pruebas de "t" de Student para dos medias independientes.

4.- RESULTADOS.

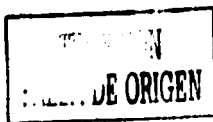
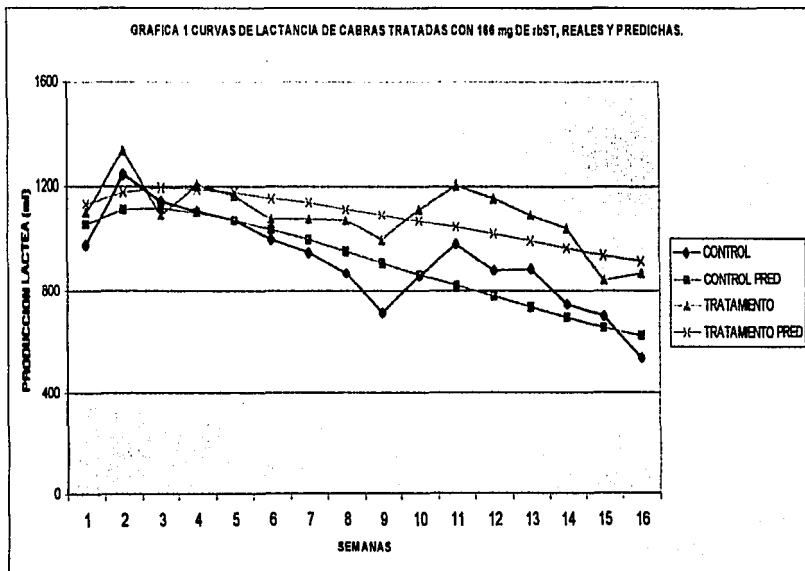
En el cuadro 1 se puede apreciar la producción láctea de cabras que recibieron tratamiento con 166 mg/15 días de rbST durante 17 semanas y cabras sin tratamiento, observándose que en las cabras tratadas hay una mayor producción láctea siendo esta, estadísticamente significativa $P < 0.01$ comparada con el grupo control.

CUADRO 1 PRODUCCION LACTEA EN CABRAS TRATADAS CON SOMATOTROPINA RECOMBINANTE BOVINA (rbST).		
TRATAMIENTO	n	PRODUCCIÓN LACTEA (ml).
CONTROL	10	895.49 ± 36.16
rbST 166 mg/15 DÍAS	10	1069.53 ± 35.30 *
* P<0.01		

En el cuadro 2, se anotan tanto el pico de lactación como la persistencia de la lactancia en los tratamientos y se observa que el pico de lactancia se alcanzó a las 4.68 semanas en el lote tratado comparado con 2.41 semanas para el grupo control, siendo esta diferencia no significativa ($P > 0.05$). Por su parte la persistencia tuvo un coeficiente para el grupo tratado de 3.76 y para el grupo control 3.08 no encontrándose diferencia significativa ($P > 0.05$).

CUADRO 2 PICO DE LACTACION Y PERSISTENCIA PARA LA PRODUCCION LACTEA EN CABRAS CON SOMATOTROPINA RECOMBINANTE BOVINA (rbST).		
TRATAMIENTO	PICO DE LACTACION (semanas)	PERSISTENCIA
CONTROL	2.41 ± 11.34	3.08 ± 1.10
rbST	4.68 ± 1.29	3.76 ± 0.35
P>0.05.		

En la gráfica 1, se aprecian tanto las curvas reales de lactación como las curvas predichas o ajustadas en cabras tratadas con 166 mg/15 días de rbST durante 17 semanas y se nota que las cabras tratadas tuvieron una tendencia a mayor producción que las cabras control.



En el cuadro 3, se muestran las medias mínimo cuadráticas para ganancias de peso en cabritos cuyas madres fueron tratadas con hormona del crecimiento recombinante bovina. no encontrándose diferencias significativas ($P>0.05$). Ya que los cabritos de madres tratadas no manifiestan una mayor ganancia de peso que los cabritos de no madres tratadas.

CUADRO 3 MEDIAS MINIMO CUADRATICAS PARA GANANCIAS DE PESO EN CABRITOS CUYAS MADRES FUERON TRATADAS CON SOMATOTROPINA RECOMBINANTE BOVINA (rbST).					
TRATAMIENTO	n	GANANCIA DIARIA DE PESO PREDESTETE			
		CADA 15 DIAS (g/día).			
		15 días de edad	30 días de edad	45 días de edad	60 días de edad
Control	13	143.29 ± 13.0	134.15 ± 12.1	101.55 ± 10.5	87.20 ± 7.67
rbST	12	159.50 ± 13.6	130.85 ± 12.6	97.42 ± 11.03	102.70 ± 7.92
* No existieron diferencias significativas $P>0.05$					

En el cuadro 4 se anotan los resultados obtenidos para el rendimiento quesero expresado en porcentaje donde se observa para el grupo control un rendimiento del 24.3%, mientras que para el grupo experimental 23.0%, no encontrándose diferencias significativas ($P>0.05$).

CUADRO 4 RENDIMIENTO QUESERO EN CABRAS TRATADAS CON SOMATOTROPINA RECOMBINANTE BOVINA (rbST).		
TRATAMIENTO	n	RENDIMIENTO QUESERO (%)
CONTROL	10	24.3 ± 7.24
rbST 166 mg/15 DIAS	10	23.0 ± 8.19
$P>0.05$ No existe diferencia significativa.		

Respecto a la estimación de costos marginales de producción de leche en cabras de baja producción tratadas con somatotropina recombinante bovina (cuadro 5), se aprecia que el ingreso neto por la venta de leche es menor en cabras tratadas que en cabras del grupo control debido al costo que representa la aplicación del tratamiento.

CUADRO 5 ESTIMACIÓN DE COSTOS MARGINALES DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN CABRAS DE BAJA PRODUCCIÓN CRIOLLAS EN CASTADAS 50% DE NUBIAS, TRATADAS CON SOMATOTROPINA RECOMBINANTE BOVINA (rbST).							
TRATAMIENTO	n	Producción leche (L/día)	Precio de venta por \$/litro.	Producción 14 días. (L)	Ingreso 14 días (\$).	Costo del tratamiento (\$).	INGRESO NETO (\$).
Control	10	1.10	3.00	155	465.00	0	465.00
rbST 166 mg.	10	1.21	3.00	170	510.00	333.00	177.00

5.- DISCUSIÓN.

Curvas de lactación.

Los trabajos concernientes a las propiedades galactopoyéticas de la rbST, han detallado incrementos en la producción láctea en vacas, ovejas y cabras (Baldi, 1999). Esta última en algunas regiones de México representa una especie importante, ya que de ella se obtienen diversos productos como lo es la leche, que contribuye a la alimentación y como fuente de ingresos para los productores de muchas zonas del país.

En el presente trabajo los datos obtenidos de la aplicación de somatotropina recombinante bovina en cabras de baja producción nos muestran un incremento en la producción láctea. Esto nos indica que el tratamiento con rbST, también promueve la síntesis láctea en animales con un menor potencial productor de leche y corrobora lo encontrado en diversas investigaciones realizadas en animales con un mayor potencial productor (Knight *et al.*, 1990; Disenhaus *et al.*, 1995; Gallo *et al.*, 1997; Chadio *et al.*, 2000).

En lo que se refiere a las curvas de lactancia, se pudo notar que la aplicación de rbST, no tiene efecto sobre el pico y persistencia de la curva de lactancia, contrario a lo que reportado por Gallo *et al* (1997), los cuales mencionan que la administración de hormona del crecimiento exógena incrementa la producción de leche y promueve significativamente la persistencia de la curva de lactación en cabras Alpinas en estabulación.

Crecimiento de cabritos.

En lo que se refiere a la ganancia de peso en los cabritos de madres tratadas, se observó que no existen diferencias significativas con el grupo control, contrario a lo que reporta Davis *et al.*, (1999), en donde concluyen que los cabritos de madres tratadas con rbST muestran mayor ganancia de peso que los cabritos de madres del grupo control aunque el costo beneficio del tratamiento es desconocido.

Se sugiere que la falta de crecimiento de los cabritos de madres tratadas en este trabajo, es debido a su bajo potencial genético para el crecimiento en ese período, ya que se trata de

animales $\frac{3}{4}$ de Nubio utilizando como base cabras criollas del Altiplano Potosino-Zacatecano, que por selección natural se adaptaron a baja ganancia de peso. Los cabritos de este ensayo, aunque tuvieron mayor cantidad de leche a su disposición, no manifestaron una mayor ganancia de peso coincidiendo con lo encontrado por Miranda *et al* (1998), los cuales mencionan que el lento crecimiento de los cabritos criollos es de origen genético atribuible más a la cría que a la capacidad lechera de la madre, trabajando en años anteriores con las actuales madres de este rebaño.

De igual forma resultados publicados de experimentos en terneros indican que no hay diferencias en el peso al nacimiento y al destete entre crías nacidas de madres tratadas y de no tratadas (Burton *et al.*, 1994).

Rendimiento quesero.

En lo que se refiere al rendimiento quesero, no se encontraron diferencias significativas, corroborando lo encontrado en diversas investigaciones, (Peel y Bauman, 1987; Burton *et al.*, 1994; Phillips, 1996; Bauman, 1999) las cuales manifiestan que la composición en conjunto y por lo tanto, las propiedades de manufactura de la leche no son alteradas por el tratamiento con rbST, ya que no altera las porciones de proteína, fracción de caseína y ácidos grasos en la leche (Peel y Bauman, 1987), contenido mineral, tasa de vitaminas, propiedades de fusión, enzimas y pH (Phillips, 1996). Así como las propiedades de crecimiento del cultivo, coagulación, acidificación sínérisis y propiedades sensitivas de varios tipos de quesos (Bauman 1992).

Existen investigaciones en las que se mencionan cambios en la composición de la leche, como un incremento de grasa en la leche (Bitman *et al.*, 1994; Disenhaus, 1995) y lactosa (Chadio, *et al.*, 2000). Este incremento de porcentaje de grasa y en ocasiones disminución de proteína (Barbano *et al.*, 1992; Baldi, 1999;) puede ocurrir cuando se administra la rbST durante un balance energético negativo tal como sucede en el inicio de la lactación (Burton *et al.*, 1994; Chadio *et al.*, 2000).

Se ha reportado que al ser administrada la rbST en la oveja en algunos casos la propiedad de coagulación se ve promovida, esta propiedad es muy deseable porque mejora la eficiencia en la elaboración de quesos y altos resultados en la calidad de los quesos (Baldi, 1999).

Costo-beneficio del tratamiento.

Un factor muy importante referente al empleo de la rbST en las explotaciones lecheras, es el costo del tratamiento y el beneficio obtenido. La adopción de la rbST podría ser provechosa bajo un amplio espectro de supuestos, no se tienen datos disponibles que permitan a los productores tomar decisiones con respecto al uso rbST, menos aun si el uso de esta hormona implica mejoras en las instalaciones o aumentos de personal, por consiguiente los granjeros necesitan valorar su situación de explotación antes de utilizar la rbST (Phillips, 1996).

En este trabajo con respecto a los costos marginales, es decir los que se derivan solamente de la compra de la hormona se encontró que representan un gasto elevado, siendo la utilidad neta por la venta de la leche menor en el grupo tratado con rbST con respecto a la utilidad obtenida en el grupo control, habiendo incluso en el grupo tratado un déficit con respecto al costo del tratamiento y el ingreso por el incremento de leche. Por lo que el uso de esta biotecnología en cabras de baja producción no representa un beneficio económico, esto es significativo considerando que en nuestro país existe un alto número de rebaños con animales de baja especialización.

6.- CONCLUSIONES.

Debido a lo anteriormente expuesto, se concluye que el empleo de la somatotropina recombinante bovina en cabras de baja producción lechera:

- ❖ Promueve la producción láctea.
- ❖ No promueve el crecimiento en cabritos lactantes de madres tratadas.
- ❖ No promueve el rendimiento quesero.
- ❖ El costo del tratamiento ocasiona un déficit financiero por la venta de leche.

7.- BIBLIOGRAFIA.

1. Almanza H.; Moltado H. y Valencia M. 1992. Factores que influyen sobre características de la curva de lactancia en cabras. *Rev. Latamer. Peq. Rumin.* 1 (3):173 – 186.
2. Arbiza A.I.S. 1986. Producción de caprinos. Edit. A.G.T. México.
3. Arbiza A. I. S. y De Lucas T. J. 2001. La leche caprina y su producción. Editorial Mexicanos Unidos. México.
4. Baldi A. 1999. Manipulation of milk production and quality by use of somatotropin in dairy ruminants other than cow. *Domest. Anim. Endocrinol.* 17: 131 – 137.
5. Barbano D. M.; Lynch J. M.; Bauman D. E.; Hartnell G. F.; Hintz R. L and Memeth M. A. 1992. Effect of a prolonged-release formulation of n-methionyl bovine somatotrophin (somatitrove) on milk composition. *J. Dairy Sci.* 75: 1775 – 1793.
6. Bauman E. D. 1992. Bovine somatotropin: review of an emerging animal technology. *J. Dairy Sci.* 75: 3432 – 3451.
7. Bauman E.D and Vernon G. R. 1993. Effects of exogenous bovine somatotropin on lactation. *Annu. Rev. Nutri.* 13: 437 – 461.
8. Bauman E. D. 1999. Bovine somatotropin and lactation: from basic science to commercial application. *Domest. Anim. Endocrinol.* 17: 101 – 116.
9. Bernal S. G. M. 1990. Avances en producción de leche: la somatotropina. *Vet. Méx.* 12 (4) : 409 – 414.
10. Bitman J.; Wood L. D.; Tyrrell F. H.; Bauman E. D.; Peel J. C.; Brown G. C. A. and Rynolds P. J. 1984. Blood and milk lipid responses induced by growth hormone administration in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 67 (12): 2873 – 2880.
11. Breier H. B.; Gluckman D. P.; McCutcheon N. S. and Davis R. S. 1991. Physiological responses to somatotropin in the ruminant. *J. Dairy Sci.* 74 Suppl. 2 : 20 – 34.
12. Brozos C.; Saratsis P.; Boscos C.; Kyriakis C. S and Tsakalof P. 1998. Effects of long – term recombinant bovine somatotropin (BST) administration on milk yield, milk composition and mammary gland health of dairy ewes. *Small. Rumin. Res.* 29: 113 – 120.

13. Burton L. J.; McBride W. B.; Block E.; Glimm R. D. and Kennelly J. J. 1994. A review of bovine growth hormone. *Can. J. Anim. Sci.* 74 : 167 – 2001.
14. Burchard F. J. and Block E. B. 1991. Uso de la somatotropina (STB) en la vaca lechera. *Holstein México*. Enero: 31 – 38.
15. Chadlo E. S.; Zervas G.; Kiriakou C. and Goulas J. 2000. Effects of recombinant bovine somatotropin administration to lactating goats. *Small. Rumin. Res.* 35 : 263 –269.
16. Chiofalo V.; Baldi A.; Savoini G.; Polidori f.; Dell'orto V. and Politis I. 1999. Response of dairy ewes in late lactation to recomblant bovine somatotropin. *Small. Rumin. Res.* 34: 119 – 125.
17. Chilliard Y. 1988. Effects of somatotropina (growth hormone) in lactating ruminants. *Reprod. Nutri. Develop.* 28 (1): 39 – 59.
18. Disenhaus C.; James H.; Hervieu J.; Ternois F. and Sauvant D. 1995. Effects of recombinant bovine somatotropin on goats milk yield, composition and plasma metabolites. *Small. Rumin. Res.* 15 : 139 – 148.
19. Davis R. S.; Gluckman D. P.; Hodgkinson C. S.; Farr C. V.; Breier H. B. and Burleigh B. D. 1989. Comparison of the effects of administration of recombinant bovine growth hormone or N-Met insulin like growth factor-I to lactating goats. *J. Endocrinol.* 123: 33 – 39.
20. Davis J. J.; Sahu T.; Puchala R.; Herselman J. M.; and Fernandez. M. J. 1999. The effect of bovine somatotropin treatment on production of lactating Angora does with kids. *J. Anim. Sci.* 77: 17 – 24.
21. Fernández F.; Rodríguez M.; Peris C.; Barcelo M; Molina M. P; Torres A. and Adriaen F. 1995. Bovine somatotropin dose titration in lactating dairy ewes. *J. Dairy Sci.* 78: 1073 – 1082.
22. Gall C. 1981. Goat production. Academic Press. USA.
23. Gallegos M. R. 1992. Características de una curva de lactación en ganado productor de leche en el trópico seco. Tesis de Licenciatura. Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma México. Cuautitlán Izcalli. Estado de México. México.

24. Gallo L. L.; Bailoni S.; Schiavon P.; Carnier M.; Ramanzi I. and Bittante G. A. 1997. Effects of slow-release somatotropin on the pattern of milk yield between and within injection intervals. *J. Dairy Sci.* 80 : 46 – 51.
25. Gipson, T. A. and Grossman, M. 1990. Lactation curves in dairy goats: a review. *Small Rumin. Res.* 3: 383 –396.
26. INEGI. 1987. Síntesis geográfica del Estado de México. México.
27. Iruegas E. L. F.; Castro L. C. y Avalos F. L. 1999. Oportunidades de desarrollo en la industria de leche y carne de cabra en México. *FIRA, Boletín Informativo*. Núm. 313. Vol. XXXII.
28. Jean C. C. 1993. La Cabra. Edit. Aedos Mundi-Prensa. España.
29. Knight H. C.; Fowler A. P. and Wilde J. C. 1990. Galactopoietic and mammogenic effects of long – term treatment with bovine growth hormone and thice daily milking in goats. *J. Endocrinol.* 12: 129 –138.
30. Mayen M. J. 1989. Explotación caprina. Edit. Trillas. México.
31. Macouzet G. S. 1994. Efectos fisiológicos de la somatotropina bovina sobre la salud y reproducción de la vaca, estudio recapitulativo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
32. McDowell H. G. 1991. Somatotropin and endocrine regulation of metabolism during lactation. *J. Dairy. Sci.* 74 supl. 2: 44 – 62.
33. McMahan D. C.; Radcliff P. R.; Lookingland J. K. and Tucker H. A. 2001. Neuroregulation of growth hormone secretion in domestic animals. *Domest. Anim. Endocrinol.* 20: 65 – 67.
34. Miranda L. G. L.; Sánchez V. A. J. y Trejo G. A. 1998. Suplementación láctea en cabritos en confinamiento. Memoria XIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México. 21 – 23 de octubre. Pág. 275 – 278.
35. Ocampo C. L. 1992. Evaluación de la respuesta en la producción láctea de somatotropina bovina (STB) al administrarse vía subcutánea a vacas lecheras en lactancia en un hato comercial. *Vet. Méx.* 23 (3) : 197 – 199.
36. OMS. 2000. Evaluación de residuos de ciertos fármacos de uso veterinario en los alimentos. Series de informes técnicos. 888 : 83 – 88.

37. Peel J. C. and Bauman E. D. 1987. Somatotropin and lactation. *J. Dairy Sci.* 70 : 474 – 486.
38. Peraza C. 1984. La alimentación de las cabras en los agostaderos. 1 Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México. 20 – 22 de septiembre. Pág.22.
39. Phillips C. J. C. 1996. Avances de la ciencia de la producción lechera. Edit. Acribia. Zaragoza, España.
40. Pumarejo F. E. M. 1993. Somatotropina bovina en la producción de ganado lechero (estudio recapitulativo). Tesis de Licenciatura. Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.
41. Prosser G. C.; Fleet R. I.; Corps N. A.; Froesch R. E. and Heap B. R. 1990. Increase in milk secretion and mammary blood flow by intra-arterial infusion of insulin-like growth factor – I into the mammary gland of the goat. *J. Endocrinol.* 126: 437 – 443.
42. Prosser G. C.; Royle C.; Fleet R. I. and Mepham B. T. 1991. The galactopoietic effects of bovine growth hormone in goats is associated with increased concentrations of insulin-like growth factor – I in milk and mammary tissue. *J. Endocrinol.* 128: 457 – 463.
43. Prosser G. C. and Mepham B. T. 1992. Mechanism of action of bovine somatotropin in increasing milk secretion in dairy ruminants. Use of somatotropin in livestock production. Elsevier Applied Science. Pág. 1 – 17.
44. Reyes G. F. y Méndez V. B. 1991. Manual de elaboración de quesos tipo manchego y panela para el taller de quesos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Tesis de Licenciatura. Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.
45. Rigada S. E. 1994. Caracterización de la hormona de crecimiento caprina (gGH): sus efectos sobre la producción cualitativa y cuantitativa en la leche de cabra mestiza. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.
46. SAGARPA. 2001. Sistema de información y estadística agroalimentaria y pesca (SIAP) México.

47. SAS. 2001. Statistical Analysis System. Institute. Inc. USA.
48. Smith M. C and Sherman D. M. 1994. Goat Medicine. Lea & Febiger. London.
49. Snedecor W. G. y Cochran G. W. 1971. Métodos Estadísticos. Edit. Continental. México. Pág. 703.
50. Tuggle K. C. and Trenkle A. 1996. Control of growth hormone synthesis. *Domest. Anim. Endocrinol.* 13 (1) : 1 – 33.
51. Villegas G. A. 1993. Los quesos mexicanos. CIESTAAM. México.