

34  
24



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"CUAUTITLAN"**



**" EVALUACION DEL EMPLEO DE SOMATOTROPINA  
BOVINA RECOMBINANTE, EN VACAS HOLSTEIN DE  
SISTEMAS DE LECHERIA FAMILIAR, EN EL MUNICIPIO  
DE TELOYUCAN, ESTADO DE MEXICO "**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
P R E S E N T A N  
**RICARDO DIAZ NIÑO  
HONORATO RUIZ GARCIA**

**ASESORES**

**MVZ MSC. GERMAN GONZALEZ LOPEZ  
MVZ ENRIQUE ESPERON SUMANO  
MVZ BENITO LOPEZ BAÑOS**



## **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 está 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.

34  
201



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"CUAUTITLAN"**



**" EVALUACION DEL EMPLEO DE SOMATOTROPINA  
BOVINA RECOMBINANTE, EN VACAS HOLSTEIN DE  
SISTEMAS DE LECHERIA FAMILIAR, EN EL MUNICIPIO  
DE TELOYUCAN, ESTADO DE MEXICO "**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**  
**P R E S E N T A N**  
**RICARDO DIAZ NIÑO**  
**HONORATO RUIZ GARCIA**

**ASESORES**

**MVZ MSC. GERMAN GONZALEZ LOPEZ**

**MVZ ENRIQUE ESPERON SUMANO**

**MVZ BENITO LOPEZ BAÑOS**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN N. A. M.  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES SUPERIORES CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE  
EXÁMENES PROF. SIGNALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo de tesis: "Evaluación del empleo de somatotropina bovina recombinante, en vacas Holstein de sistemas de lechería familiar, en el Municipio de Teoloyucan, Estado de México".

que presenta al pasante: Ricardo Díaz Niño.  
con número de cuenta: 8960040-7 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, Edo. de Méx., a 7 de abril de 1995

PRESIDENTE H. en C. Germán González López.  
VOCAL MVZ. Javier Hernández Balderas.  
SECRETARIO MVZ. Fernando Osnaya Gallardo.  
1er. SUPLENTE MVZ. Carlos Gerardo García Tovar.  
2do. SUPLENTE MVZ. Rafael Pérez González.

*[Handwritten signatures and dates]*  
10/10/95  
31/10/95  
11/10/95  
25/10/95



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

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

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T A .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

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

la tesis: "Evaluación del empleo de somatotropina  
bovina recombinante, en vacas Holstein de  
sistemas de lechería familiar, en el Municipio  
de Teoloyucan, Estado de México".

que presenta el pasante: Honorato Ruiz García  
con número de cuenta: 8656016-2 para obtener el TITULO de:  
Hédico 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, Edo. de Méx., a 7 de abril de 1995

PRESIDENTE	M. en Sc. Germán González López	<i>[Firma]</i> 18/11/95
VOCAL	MVZ. Javier Hernández Balderas	<i>[Firma]</i> 17/11/95
SECRETARIO	MVZ. Fernando Osnaya Gallardo	<i>[Firma]</i> 20/11/95
1er. SUPLENTE	MVZ. Carlos Gerardo García Tovar	<i>[Firma]</i> 18/11/95
2do. SUPLENTE	MVZ. Rafael Pérez González	<i>[Firma]</i> 15/11/95

RICARDO:

A mis padres Dr. Ricardo Díaz Gómez y  
Beatriz del Carmen Nifo Aguilera.

Con mucho cariño y aprecio.

Por compartir conmigo todo el esfuerzo  
para conseguir este objetivo, fundamental  
para mi desarrollo personal y humano.

A mi hermana Bettina, y mi sobrina Karla.

Por ser parte integral de mi vida, y estar las  
dos tan locas y llenas de alegría de vivir.

A toda mi gran familia, a toda la tribu Díaz Gómez, abuela,  
tíos y primos que están en Sonora y Arizona;  
y donde quiera que se encuentren.

Para todos los Nifo Aguilera, abuela,  
tíos y primos de aquí el Valle de México, Guanajuato, Sinaloa,  
Veracruz, California y donde quiera que se encuentren.

A todas las personas que han dejado su aporte para  
ayudarme en mi desarrollo profesional, y en especial a:

MVZ. M en Sc. Germán González L. MVZ. Enrique Esperón S. MVZ. Benito López  
B. MVZ Misael R. Oliver. Lic. Paola Ticozzi MVZ. Lucia García C. MVZ.  
Alfredo Cuéllar O. MVZ Asela Barrera L. A toda mi Generación 89-93 de FES-  
C Veterinaria, DRA. Norma Angelica Reyes. QFB. Angeles Anzures. MVZ. Miguel  
Méndez C. ING. Joaquín Felixdiaz M. Luis Fernando Salazar, Napoleón  
Cervantes, Humberto Mures (Q.E.P.D.) MVZ. Maricruz del Pozo. Miguel Ángel  
Cárdenas y a todos mis amigos G R A C I A S.

DEDICATORIAS:

HONORATO:

A mis padres y hermanos, que con su apoyo moral y económico  
y su cariño me supieron guiar para lograr este objetivo.

Con especial dedicación a mi esposa Lety.  
De quien no he recibido mas que cariño, amor,  
comprensión y sobre todo, apoyo.

A mi cuñada Norma, por el gran respaldo y confianza  
que siempre me ha dado.

Al MVZ. Armando Enrique Esperón Sumano.  
Por que además de saber enseñar con sencillez  
he sabido aprender de el,  
su calidad humana, tanto de maestro, como de amigo.

Al MVZ. M en Sc. Germán González López.  
Por confiar en mi, a quien admiro por su tenacidad  
y espíritu de lucha.

Al ING. Andres Llorente Izquierdo.  
Fina persona, a quien le doy gracias por sus consejos,  
confianza y amistad.

Al MVZ. José Antonio Lezama.  
A quien siempre le agradeceré su apoyo y comprensión

CONTENIDO	PAGS.
I.- RESUMEN.	3
II.- INTRODUCCION.	4
SOMATOTROPINA-HORMONA DE CRECIMIENTO.	4
HISTORIA Y SINTESIS DE LA SOMATOTROPINA RECOMBINANTE BOVINA (BST).	5
EFFECTOS GENERALES DE LA HORMONA DE CRECIMIENTO	7
EFFECTOS DE LA SOMATOTROPINA SOBRE LA LACTACION.	9
SEGURIDAD BIOLOGICA PARA EL CONSUMO HUMANO.	12
APROBACION DE LA SOMATOTROPINA PARA SU COMERCIALIZACION EN ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.	14
CONDICION CORPORAL Y BALANCE ENERGETICO.	15
CONDICION CORPORAL Y SOMATOTROPINA.	17
RESULTADOS DE LA APLICACION DE BST A NIVEL MUNDIAL.	19
EFFECTOS SECUNDARIOS DEL USO DE SOMATOTROPINA.	22
SISTEMAS DE LECHERIA FAMILIAR.	25
CARACTERISTICAS DE TEOLOYUCAN.	26
CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS.	28
III.- OBJETIVOS.	33
IV.- HIPOTESIS.	34
V.- MATERIAL Y METODOS.	35
VI.- RESULTADOS.	37
VII.- DISCUSION.	42

**CONTENIDO:**

**VIII.- CONCLUSIONES.**

**45**

**IX.- BIBLIOGRAFIA.**

**47**

## I.- RESUMEN:

Dos grupos de 10 vacas de 3° parto y condición corporal 3, fueron estudiadas entre los 120 y 140 días de lactancia, durante 16 días, con objeto de medir el efecto de la Somatotropina Bovina Recombinante (BST, Optiflex, Elanco); sometidas a condiciones de explotación de lechería familiar, en el municipio de Teoloyucan, Estado de México.

Uno de los grupos recibió 320 mg. de Somatotropina por vaca en una sola dosis, con efecto de 14 días, y el otro representó al grupo testigo.

Se encontraron diferencias significativas entre las medias de los dos grupos, concluyendo que las vacas del grupo tratado incrementaron su producción en un 10.6%, y una diferencia promedio de 1.975 Kg. de leche/día, con respecto al grupo control. resultando en una diferencia neta de 31.6 Kg. entre ambos grupos en los 16 días que duro el experimento.

## II.-INTRODUCCION:

### SOMATOTROPINA-HORMONA DEL CRECIMIENTO.

La somatotropina bovina (Hormona del crecimiento, BST) es un polipéptido de cadena simple de 191 aminoácidos producido por la parte rostral de la glándula pituitaria o adenohipofisis, y la composición de aminoácidos muestra diferencias, entre distintas especies (Wallis, 1989).

El peso molecular de la hormona de crecimiento es de 22 kDaltons, la somatotropina bovina es 95 % similar en estructura a las somatotropinas ovina, porcina y equina; la somatotropina bovina y humana son iguales en tamaño, pero menos del 65 % de los aminoácidos son homólogos, la estructura de la hormona bovina no es tan abierta como la hormona humana, estas diferencias estructurales probablemente explican la ausencia de actividad de la hormona de crecimiento bovina en el humano. (Maharajan, 1989).

La secreción de la hormona del crecimiento por las células acidófilas esta bajo el control de por lo menos otros dos péptidos de origen hipotalámico, el factor liberador de péptidos de origen hipotalámico, el factor liberador de la hormona del crecimiento (GRF, Growth Hormone Relasing Factor), provoca la secreción de somatotropina, mientras que las somatostatinas bloquean parcialmente la acción del GRF. (Maharajan, 1989).

## HISTORIA Y SINTESIS DE LA SOMATOTROPINA RECOMBINANTE BOVINA (BST).

En 1928 fue la primera descripción de la propiedad lactogénica del extracto pituitario anterior en ratas (Stricker, 1928).

La naturaleza galactopoyética de los extractos pituitarios en ganado fueron demostrados en los trabajos clásicos de Asimov y Krouse (Asimov, 1937), y en 1949 se demostró que la proteína responsable de la galactopoyesis en rumiantes es la somatotropina. (Cotes, 1949) (Mc. Guffey, 1990).

A finales de la década de los setenta, se aisló el gene responsable para la obtención de este péptido en los bovinos y por medio de tecnología ADN recombinante fue posible su producción a gran escala. (Miller, 1980).

El primer experimento publicado sobre la utilización de la hormona recombinante fue publicado en 1982 (Bauman, 1982. Phillips, 1991)

La somatotropina bovina simboliza la primera molécula genéticamente diseñada que se usará en nuestras industrias lecheras con el propósito de aumentar la productividad. (West. 1990.Ocampo. 1992).

En síntesis, el mecanismo de producción del BST recombinante es el siguiente:

La tecnología del ADN recombinante esta fundamentada en los mismos principios basicos de la transducción.

De los vehículos de clonación que se han utilizado, las bacterias son empleadas como hospederas para mantener y amplificar las moléculas de DNA recombinante. (Padilla, 1993).

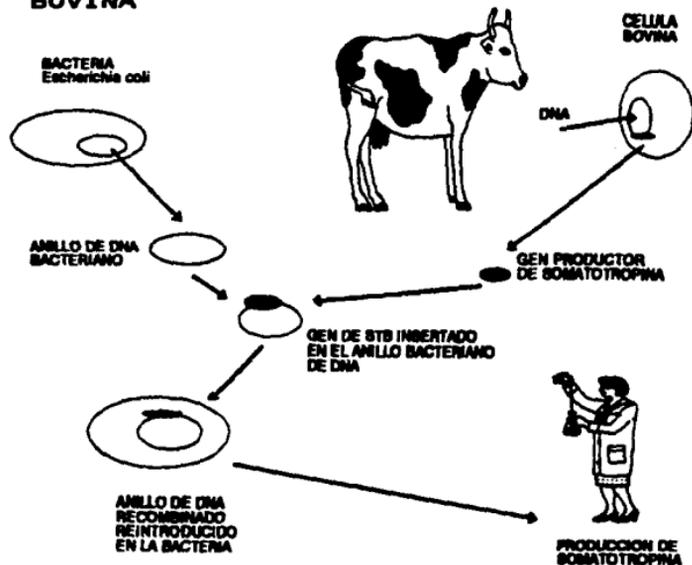
Para que se lleve a cabo la formación de DNA recombinante es necesario aislar el DNA que contendrá el fragmento con el DNA de interés (gene de somatotropina) y los vehículos de clonación que lo portarán, después se fragmenta el DNA extraño y el del vector en sitios especificos con enzimas de restricción y con DNA ligasas se da la unión de los fragmentos de DNA. (Padilla, 1993).

Moléculas de ADN capaces de replicarse en una célula apropiada, actuan como vectores de ls segmentos de ADN "foraneo", estos segmentos se denominan insertos de ADN; como es posible aislar y purificar con facilidad grandes cantidades de ADN plasmidico, los plasmidos son un vector importante para insertar ADN recombinante en células bacterianas. (Singer, 1993).

Posterior a la clonación del gene de la somatotropina con el DNA bacteriano. mediante plásmidos se introduce en la bacteria el DNA recombinante. (Miller, 1980).

Escherichia coli es la bacteria de elección, y con

**PRODUCCION BIOTECNOLÓGICA  
DE LA SOMATOTROPINA  
RECOMBINANTE  
BOVINA**



**BURCHARD M. V. 1991  
ADAPTACION DIAZ N. D 1994.**

esta tecnología se han obtenido grandes cantidades de proteínas. (Padilla, 1993). [esquema 1].

#### EFECTOS GENERALES DE LA HORMONA DEL CRECIMIENTO.

La somatotropina es la de mayor importancia en la regulación del crecimiento, permitiendo al animal aumentar de peso por incremento de los tejidos blandos al favorecer un balance nitrogenado positivo, por aumento en la síntesis de DNA, RNA y proteínas, y en tejido muscular favorece la entrada de aminoácidos (Efecto Anabólico). (Laguna, 1986).

La somatotropina es crítica para el crecimiento animal postnatal y en el ovino es una fuente esencial para el crecimiento fetal, estimula la síntesis protéica y el crecimiento muscular y óseo, en los animales adultos probablemente su papel esencial es la conservación del tejido muscular y la disposición del tejido adiposo en estados de estrés. (Maharajan, 1989).

La somatotropina tiene una acción rápida de liberación de lípidos de los depósitos corporales hacia el hígado, de modo que provoca una rápida elevación de los ácidos grasos no

estearificados en el plasma, también produce hiperglucemia y glucosuria con un efecto diabetogénico, actúa sinérgicamente con los corticosteroides y en oposición a la insulina. (Laguna, 1986).

Incrementos en la concentración sanguínea de insulina se presentan algunas veces, pero no siempre durante el tratamiento con somatotropina. La somatotropina es antagonista de la acción de la insulina en tejido periférico pero se incrementa la secreción de insulina como respuesta a este efecto antagónico; en la rata la somatotropina puede estimular a los islotes pancreáticos para sintetizar y secretar insulina, pero en los rumiantes este mecanismo no se ha comprobado. (Prosser, 1989)

En los no rumiantes, la glucosa es el factor regulador de la secreción de insulina, mientras que en los rumiantes los reguladores son los ácidos grasos volátiles, su gran concentración los hace muy importantes; es desconocido si la respuesta del páncreas de los rumiantes a los agentes insulíntrópicos es alterada durante el tratamiento con somatotropina. (Prosser, 1989).

No hay alteraciones significativas reportadas en las concentraciones de ACTH, Prolactina, TSH, LH o FSH, lo que sugiere que el tratamiento prolongado con somatotropina puede no alterar la función de la adenohipofisis con respecto a esas hormonas. (Prosser, 1989).

La hormona del crecimiento, también estimula la proliferación de tejido no esquelético como el eritropoyético, linfopoyético y fibroblastos; indirectamente, estimula la división celular del hígado ( y probablemente otros tejidos) al inducirlo a secretar una variedad de hormonas protéicas llamadas somatomedinas o somatostatinas (Maharajan, 1989).

De las somatomedinas, la que tiene mayor importancia por su efecto galactopoyético, es el factor de crecimiento similar a la insulina-I (Insulin like grown factor-I, IGF-I) (Chilliard, 1990. Prosser, 1989).

## EFFECTOS DE LA SOMATOTROPINA SOBRE LA LACTACION.

La somatotropina ejerce un efecto galactopoyético poderoso cuando es administrada al ganado lechero, los mecanismos exactos por los cuales la somatotropina incrementa la producción de leche son actualmente desconocidos. (Politis, 1990).

Los efectos de la somatotropina sobre la lactación se han clasificado en cuatro áreas.

a) El efecto primario es la modificación de la utilización y movilización de nutrimentos de tejidos no mamarios, para aportar los nutrimentos extras para la síntesis de leche, esto se consigue por efecto directo de la somatotropina en las funciones del hígado y tejido adiposo (Prosser, 1991).

El tratamiento con somatotropina se ha asociado con una gran concentración de ácidos grasos libres (Free Fat Acids, FFA) y ácidos grasos no estearificados (No Ester Fat Acids, NEFA) en sangre, pero esta relación no es consistente y se postula que las vacas en balance energético negativo antes del tratamiento responden con altas concentraciones de ácidos grasos libres, mientras que aquellas con balance energético positivo no lo hacen. (Prosser, 1989. Lean, 1992)

La glándula mamaria remueve eficientemente los ácidos grasos libres y los utiliza para su oxidación o para incorporarlos en los ácidos grasos de la leche, y la oxidación de

los ácidos grasos reduce la oxidación de glucosa en la glándula (Lean, 1992).

En las fases iniciales del tratamiento con somatotropina, los nutrimentos extra requeridos para la galactopoyésis provienen de la movilización de las reservas corporales y uno de los efectos mas importantes se refleja en el tejido adiposo, el resultado neto se encuentra en que las vacas que recibieron somatotropina tienen menos grasa corporal que los animales no tratados (Prosser, 1991).

b) El segundo efecto es un incremento en el flujo sanguíneo de la glándula mamaria, sin embargo, no esta claro si este efecto es causa o consecuencia del incremento de la secreción de leche.

Numerosos estudios han demostrado que se incrementa el flujo sanguíneo a la glándula mamaria y el gasto cardiaco, durante el tratamiento con somatotropina esto incrementa el ingreso a la glándula mamaria de precursores de la leche (Prosser 1991).

c) Un tercer efecto se encuentra en la interacción de la somatotropina vía IGF-I para estimular la síntesis láctea, por lo que la ausencia de receptores funcionales en la glándula mamaria lactante para la somatotropina, indica que su acción esta regulada por somatomedinas, especialmente IGF-I que actúa directamente sobre el epitelio mamario para aumentar la síntesis

de leche.

La concentración de IGF-I se incrementa 3 o 4 veces durante el tratamiento con somatotropina y se incrementa la secreción de IGF-I en la leche.

EL IGF-I produce proliferación de las células del epitelio mamario, aumento del flujo sanguíneo en la glándula mamaria y en estudios in vitro, estimula la lipogénesis y la utilización de glucosa en el tejido adiposo (Prosser 1991).

d) En otros estudios, se sugiere la hipótesis de que la somatotropina suprime la producción de plasmina en la glándula mamaria, lo cual inhibe la involución de la glándula y provoca persistencia en la producción de leche.

La plasmina es una proteasa sérica que se ha relacionado con la fase destructiva, dentro de la remodelación del tejido mamario durante su involución (Politis, 1990). Este último mecanismo no ha sido confirmado y se requiere más investigación para validar esta hipótesis.

## SEGURIDAD BIOLÓGICA PARA EL CONSUMO HUMANO

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 que demuestra que el consumo de leche y carne proveniente de ganado tratado con BST no constituye riesgo alguno para la salud humana. Tanto la FDA (Food and Drugs Administration) de Estados Unidos, como la BVD (Bureau of Veterinarian Drugs) de Canadá, han autorizado el consumo de estos productos. (Burchard, 1991).

Esta permitida la comercialización de la leche de vacas tratadas con BST en la Comunidad Económica Europea, y en el Reino Unido, la Junta de Comercialización de la leche (Milk Marketing Board) no impone restricciones en la venta de leche de vacas tratadas con BST. De acuerdo con esta Institución, la cantidad de BST proveniente de las vacas tratadas no es más alta que en los animales no tratados, y es imposible distinguir entre la leche de los animales tratados y los no tratados con somatotropina. (FDA, 1988).

Los criterios para su aprobación para el consumo humano son los s:

- 1.- La somatotropina bovina es un polipéptido largo que es transformado en el tracto gastrointestinal en péptidos pequeños, sin propiedades somatotrópicas residuales, por lo

tanto, la somatotropina no es activa oralmente.

2.- La BST es especie-específica, no obstante cuando la BST es administrada parenteralmente es activa en otras especies (como en la rata) esta es completamente inactiva en el hombre, incluso administrada por vía parenteral, la secuencia de aminoácidos de la BST es aproximadamente 35 % diferente de la somatotropina humana, de este modo se explica su inactividad en seres humanos.

3.- Los conocimientos actuales indican que el valor nutricional de la leche de los animales tratados con BST no es diferente de los animales no tratados.

4.- Los seres humanos son expuestos a pequeñas cantidades de BST endógena proveniente de la carne y leche de animales no tratados, por lo tanto, la diferencia entre la exposición a la somatotropina exógena es solo cuantitativa, esto puede ser importante para considerar o descartar algún efecto indeseable, pero la investigación actual no ha demostrado ningún efecto alergizante (FDA, 1988).

APROBACION DE LA SOMATOTROPINA PARA SU COMERCIALIZACION EN  
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.

El 5 de noviembre 1993, la Somatotropina bovina fue autorizada para uso comercial en Estados Unidos, al cubrir todos los requisitos de seguridad, requeridos por la FDA, después de una intensa evaluación de aproximadamente una década de duración, que involucró a 10 000 vacas lecheras aproximadamente, y se concluyó que: "El público puede tener confianza de que la leche y carne de las vacas lecheras tratadas con BST es segura para el consumo"; según palabras del comisionado de la FDA, David A. Kessler.

Se concluyó que no es necesario darle una etiqueta especial a la leche producida con BST, por que virtualmente no existen diferencias entre la leche de los animales tratados y los no tratados. (AVMA, 1993).

El Comité de Agricultura del Senado de Estados Unidos el 16 de junio 1993, solicitó una moratoria para la comercialización y venta de Somatotropina en los Estados Unidos, ya que la sobreproducción de leche generada por el uso de BST, ocasionaría pérdidas de 15 millones de dolares para el gobierno durante su primer año de uso, y la moratoria se vencería el 30 de septiembre de 1994, y este argumento se enfrenta a que otros países exportadores han aprobado la BST para uso comercial y

venta; la decisión del senado no afectará las decisiones de la FDA para aprobar la BST. (Zuziak, 1993).

## CONDICION CORPORAL Y BALANCE ENERGETICO

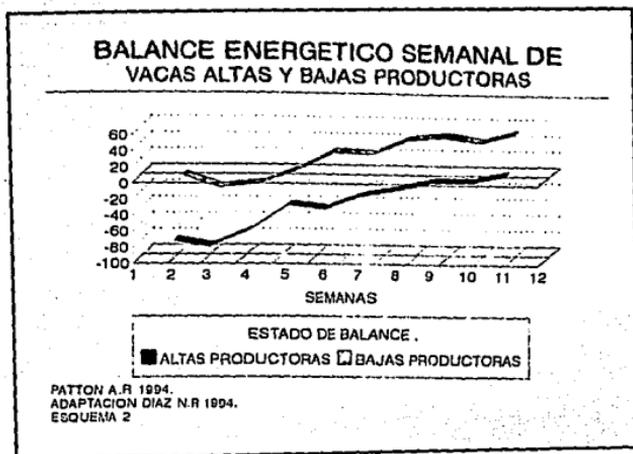
La condición corporal es un método subjetivo de calcular la cantidad energía metabolizable almacenada en las reservas corporales de grasa y músculo. El registro de condición corporal para vacas lecheras en los Estados Unidos se desarrolla de acuerdo a una escala del 1 al 5, este método, semejante al que se emplea en el Reino Unido, implica la palpación del animal para conocer la cantidad de tejidos bajo la piel, este sistema, sin embargo, requiere la contención del animal para poder realizar la evaluación.

Las técnicas de evaluación de Australia y Nueva Zelanda, utilizan solo la inspección visual, este método es preferido cuando se evalúan grandes cantidades de ganado que se mueve libremente, este método de evaluar la condición corporal es rápido y fácil, y no lo afecta el tamaño del cuerpo del animal.

La condición corporal del ganado esta relacionada con la producción de leche y con el desempeño reproductivo. Así las desiciones de manejo están dirigidas por lo que se refiere a la condición corporal y estado de producción, con el manejo entre la nutrición y la producción lechera. (Edmonson, 1989).

El balance energético, es la relación entre la energía que el animal utiliza y la energía del alimento, esta relación se

refleja en la condición corporal del animal. Cuando el animal pierde condición corporal, esta en balance energético negativo, por lo que utiliza mas energía de la que puede consumir y usa sus reservas corporales. Entra en balance energético positivo cuando acumula reservas corporales al ingerir mas energía de la que necesita. (Definición personal Díaz N.R 1994). (Esquema 2)



## CONDICION CORPORAL Y SOMATOTROPINA.

Las vacas movilizan el tejido corporal para satisfacer la demanda para la producción de leche, por lo tanto, el peso y la condición corporal disminuyen al principio de la lactancia, sin embargo, las vacas tratadas con BST dirigen más nutrientes hacia la producción de leche y es importante vigilar su condición corporal para que las reservas corporales puedan ser reabastecidas al final de la lactancia y/o en período seco. (Patton, 1994).

Si se inicia el tratamiento con BST al principio de la lactancia (40 - 60 días post parto) la vaca registrará un pico de producción más elevado pero puede también sufrir una reducción de su condición corporal.

Por otra parte si se inicia el tratamiento con somatotropina en una etapa más avanzada de la lactancia (100 días) la vaca experimentará un segundo pico de producción lechera, pero podrá mantener su condición corporal o bien la baja será mínima.

Para obtener una condición corporal satisfactoria las vacas secas que han recibido BST requieren de raciones con más alta densidad energética durante más tiempo que aquellas que no han recibido BST. (Aguilar, 1990. Patton, 1994).

Se debería pasar las vacas a raciones con densidad

nutricional más baja no solamente en base a la producción de leche, sino también a la condición corporal; la condición corporal (pérdida al inicio de la lactancia) es más eficiente en las últimas etapas de la lactancia que durante el período seco.

Varios estudios sobre lactancia indican que se puede restaurar una condición corporal adecuada en las vacas tratadas con BST si están alimentadas de manera adecuada. (Aguilar, 1990).

## RESULTADOS DE LA APLICACION DE BST A NIVEL MUNDIAL.

En el manejo de la BST a corto plazo, en 18 experimentos en Francia, con menos de 4 semanas de duración, iniciando después de los dos meses de lactación, la respuesta a la aplicación de BST, fue de un aumento en la producción de 4.0 Kg./día (S +/-1.3 Kg./día.); y su consumo de materia seca tuvo una variación entre -0.5 y 1.1 Kg./día en los animales tratados.

La respuesta al tratamiento con BST en producción de leche fue menor durante los dos primeros meses de lactación (6%), mientras que mejora la respuesta después del pico de lactancia (12-30 %) (Chilliard, 1988).

En Georgia (E.U.A), utilizando 20 vacas Holstein y 20 Jersey, con un tratamiento de 14 días, con 20 mg/día de BST. Se observo un incremento en la producción de leche de 32.2 % para las Holstein y un 18.7 % para las Jersey, el consumo de materia seca aumento 13.5 % para ambos grupos y no se observaron cambios en el peso corporal, pero la condición corporal disminuyó en los animales tratados, la calidad de la leche no fue afectada por la BST. (West, 1990).

En el manejo a largo plazo, se han publicado extensos reportes a nivel mundial tanto en Europa como en América. y se han encontrado respuestas variables, de acuerdo al tipo de

Estudios efectuados en Dakota del Sur . utilizando la BST de la semana 15 postparto, hasta la semana 55; señalan que los animales tratados aumentaban la producción de leche de un 21 a 31 % mas que los animales control; y el contenido de lactosa, conteo de células somáticas y peso corporal fue similar para los animales tratados y para los controles.

No se detectaron problemas sanitarios o reproductivos en los animales tratados, y una limitación encontrada en el uso de la STB en el último tercio de lactancia , son un aumento de solo 8 a 17 % en la producción de leche y un incremento de 0 a 5 % en el consumo voluntario de materia seca. (Eisenbeisz, 1990).

En Wisconsin, utilizando 40 animales de diferente mérito genético, iniciando en la semana 14 de lactación y terminando en la 44. bajo las mismas condiciones de manejo dieron como resultado, 9800 Kg. de leche para los animales de alto mérito genético contra 9447 Kg. para los animales de bajo mérito genético, las características de producción de leche, grasa y proteína, no difieren entre los dos grupos. la BST aumenta el consumo voluntario en 4 % en los animales tratados, y la condición corporal disminuye en los animales tratados con BST, y en este experimento la BST no causó efectos nocivos sobre la salud y el estado reproductivo del hato. (Nytes, 1990).

En Francia, utilizando 1400 vacas en experimentos de

18 a 32 semanas de lactancia, se observó un incremento de 1.8 Kg. en el consumo de materia seca, disminución de la condición corporal y el balance energético en los tres primeros meses de tratamiento, coincidiendo con el aumento del consumo de materia seca.

Las raciones integrales con alta concentración de energía y proteína tienden a aumentar la respuesta al tratamiento con BST. pero la variación entre hatos es muy alta.

La respuesta al tratamiento tiende a ser baja (2.5 +/- 1.8 Kg./día) bajo las condiciones de pastoreo europeas. (Chilliard, 1991).

En estudios efectuados en Torreón, México, sobre 30 vacas Holstein, bajo condiciones tecnificadas, con animales de 30 litros diarios en promedio. iniciando el tratamiento entre 60 a 180 días post parto, con BST de 500 mg. cada 14 días (Lactotropina, Monsanto) se obtuvo un aumento en la producción. de 4.7 Kg./día. en los animales tratados. con respecto a los testigos. sin encontrarse efectos adversos sobre la salud de las vacas y no se observaron cambios en los parámetros reproductivos. (Ledezma, 1991; Ocampo, 1992).

## EFFECTOS SECUNDARIOS DEL USO DE SOMATOTROPINA

### a) ESTRES TERMICO.

Ha sido documentado que cuando se emplea de BST, y las vacas se exponen a un medio ambiente cálido y húmedo, en ocasiones se presenta una depresión en la producción de leche (Cole, 1993).

En varios experimentos, los animales que reciben Somatotropina durante períodos de estres térmico, experimentan una hipertermia mas intensa que los grupos control. En un estudio vacas con altas dosis de BST desarrollaron ataxia y 2 murieron después de la exposición a estres térmico severo (Elvinger, 1992).

La somatotropina no tiene efectos sobre la temperatura rectal, en animales mantenidos en un medio ambiente termoneutral. pero la temperatura si se incrementa tanto en los animales lactantes y vacas secas sujetas a estres térmico, y se sugiere que la BST incrementa la producción de calor corporal o impide la pérdida de calor, este mecanismo todavia no ha sido confirmado científicamente. (Cole, 1993).

### b) CONTEO DE CELULAS SOMATICAS.

El tratamiento con somatotropina en algunos casos provoca un incremento ligero de las células somáticas en la leche pero en general no se han reportado efectos desfavorables o que aumente la incidencia de mastitis en los hatos tratados.

En un estudio efectuado en el Reino Unido, con duración de 2 años, las células somáticas de los grupos control y tratados con BST fueron menores que el promedio nacional. mas sin embargo, los valores registrados fueron significativamente mas altos en las vacas tratadas con respecto a los controles. (Phipps 1989).

En un estudio realizado en Francia, se reportó que el promedio de los conteos de células somáticas de los grupos tratados con BST fue de 453 000 contra 355 000 de los grupos control, y la frecuencia de conteos mayores de 800 000 células fue también mas elevada en los grupos tratados 0.13 contra 0.09 de los controles ( $p < 0.05$ ), sin embargo estos conteos leucocitarios mas elevados no se tradujeron en mastitis clínicas. (Lossouarn 1991).

En otro reporte de Estados Unidos, el conteo de células somáticas fue 75,000 cs/ml. mas alto entre los animales tratados, mas sin embargo, no se encontró evidencia de daño celular, inflamación o estres después del tratamiento con BST. (Oldenbroek, 1993).

Los parámetros para apreciar la relación entre la prueba de mastitis de Wisconsin (WMT), la concentración de células somáticas y la pérdida porcentual de leche, se aprecian en el cuadro 1:

CUADRO 1. CORRELACION ENTRE PRUEBA DE WISCONSIN, CONTEO DE CELULAS SOMATICAS Y PERDIDAS EN LA PRODUCCION DE LECHE, .

PRUEBA DE MASTITIS DE WISCONSIN (mm)	CELULAS SOMATICAS (MILES)	% DE PERDIDA EN PRODUCCION
4	165	5 %
8	300	8 %
12	465	10 %
16	675	12 %
20	920	15 %
24	1200	18 %

(Fuente: Holstein Association USA. 1994)

Sin embargo las respuesta del aumento de células somáticas en los animales tratados no siempre es constante y no implica aumento en la incidencia de mastitis clínica, así en un estudio de la Universidad de Cornell, Estados Unidos; el tratamiento con BST no afecto las cuentas de células somáticas o la incidencia de mastitis clínicas, y la salud de la glándula mamaria no fue comprometida con el tratamiento con BST.

(Eppard 1987).

## SISTEMAS DE LECHERIA FAMILIAR

En México, los sistemas de producción de leche se encuentran clasificados en: Lechería especializada o tecnificada, lechería familiar y lechería tropical o de doble propósito.

La lechería familiar, localizada en las regiones áridas, semiáridas y templadas, cuenta con un 25% del inventario nacional, estimándose en 1,470,000 vientres, los cuales son predominantemente de raza Holstein y cruza (F.I.R.A. 1991), aportando el 35 % de la leche producida en el país, con un total de 100,000 explotaciones con un promedio de 15 vacas por explotación (Muñoz, 1990).

Este sistema se caracteriza por utilizar mano de obra familiar, el producto se oferta como leche bronca o se destina a la industrialización, operan los productores aisladamente, existe un alto grado de intermediarismo en la adquisición de insumos y en la venta de productos, escasamente emplean la inseminación artificial (F.I.R.A. 1991).

Los productores del sistema de lechería familiar trabajan en forma totalmente aislada y en la mayor parte de los casos marginados de crédito y servicios, debido a su carencia de garantías hipotecarias y al reducido tamaño de su empresa, que hace incosteable para la banca el atenderlos de forma individual. (F.I.R.A. 1985).

## CARACTERISTICAS DE TEOLOYUCAN

Teoloyucan, Estado de México, es un municipio localizado a 46 Km. al norte del D.F y 110 Km. al noroeste de Toluca, y 8 Km. al norte de Cuautitlán. Corresponde a la región II Zumpango. su extensión territorial es de 31.52 Kilómetros cuadrados. Pertenece al distrito judicial y rentístico de Cuautitlán, esta integrado por 18 localidades o barrios.

Se localiza a  $19^{\circ}44'48''$  latitud norte y a  $99^{\circ}10'43''$  longitud oeste y una altitud S.N.M. de 2400 m. [mapa 1]

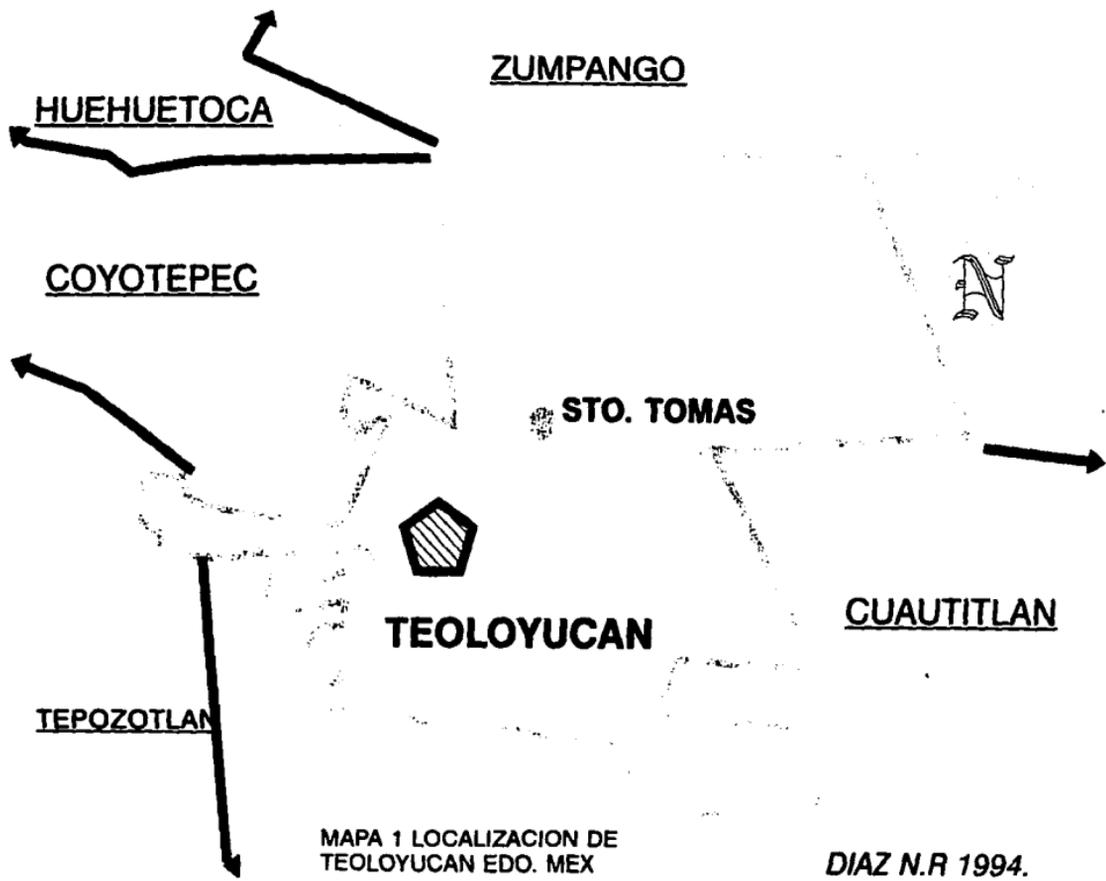
Colinda al norte con los municipios de Coyotepec y Zumpango, al sur con Tepozotlán y Cuautitlán, al este con Zumpango y al oeste con Tepozotlán. (Centro Nacional de Estudios Municipales, 1990).

El clima predominante en la región es el templado subhúmedo con lluvias en verano (CWB). La temperatura media es de 14.9 C; la máxima extrema es de 32.5 C. y al mínima extrema es de 7.5 C. La precipitación pluvial máxima en 24 hrs. es de 46.2 mm. y la precipitación pluvial media es de 1180 mm. anuales. (Altamira, 1985).

El suelo es propio para la agricultura de riego y temporal, de la superficie total de 3 152.09 Has. 2 603. 00. Has.se destinan a la agricultura. En la modalidad de riego son

1 995.00 Has. de estas 66 % son irrigados con agua de la presa de Guadalupe y 34 % con aguas negras (Altamira 1985). y 684.00 Has. de temporal. La zona urbana se asienta en 295.50 Has y la industrial abarca 28.20 Has.

Teoloyucan se encuentra ubicado sobre la carretera México-Cuautitlán-Coyotepec. La cabecera se sitúa a 3 Km. de la carretera México-Queretaro; Existe una estación de Ferrocarril Nacional Ciudad Juárez y del ferrocarril Central a Laredo y existen caminos vecinales a todos los pueblos del municipio. (Centro Nacional de Estudios Municipales, 1990)



HUEHUETOCA

ZUMPANGO

COYOTEPEC

STO. TOMAS

**TELOYUCAN**

CUAUTITLAN

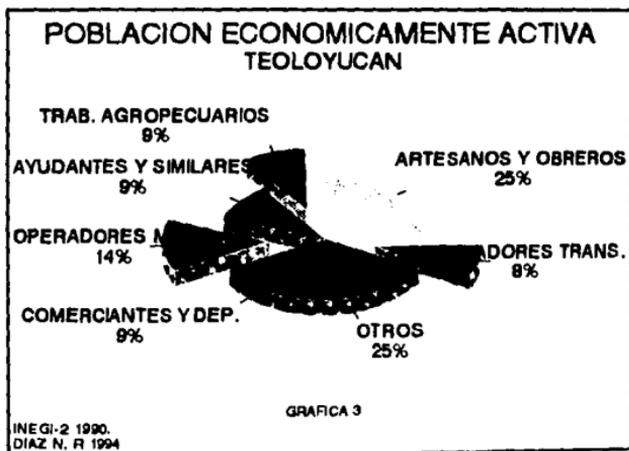
TEPOZOTLAN

MAPA 1 LOCALIZACION DE  
TELOYUCAN EDO. MEX

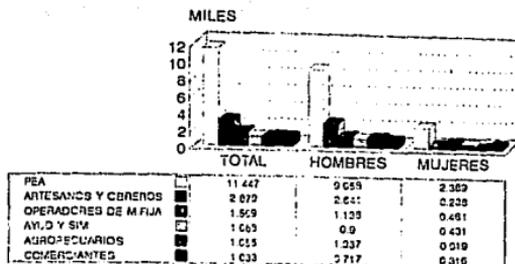
DIAZ N.R 1994.

## CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS

La población total de Teoloyucan es de 41 964 habitantes a 1990 de los cuales el 51.3 % son hombres y 49.7 mujeres, y se concentran 35 191 hab. en áreas urbanas y 6 773 hab. en áreas rurales (INEGI-1 1990). contando el municipio con una población económicamente activa de 11 447 hab y en el área agropecuaria trabajan 1 056 hab, que representan el 9.20 % de toda la población económicamente activa, divididos en 1 037 hombres y solo 19 mujeres (INEGI-2 1990). y se aprecia que la mayor parte de la población económicamente activa se ocupa en actividades industriales y comerciales. (gráficas 3 y 4)



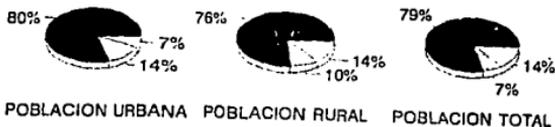
## TEOLOYUCAN POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA



(INEGI-2 1990) GRAFICA 4  
DÍAZ N.R. RUIZ G.H 1994

En cuanto a educación, en el área rural de Teoloyucan las tres cuartas partes de la población sabe leer y escribir, pero solo el 14 % tiene estudios mayores de primaria terminada y existe 10 % de analfabetismo. (gráficas 1 y 2).

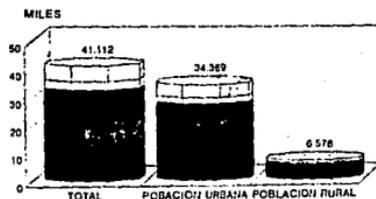
## TELOYUCAN EDUCACION



ALFABETAS  
  ANALFABETAS  
  PRIMARIA COMPLETA

(INEGI-1 1990)  
GRAFICA 1.

## TELOYUCAN CARACTERISTICAS SOCIOLOGICAS EDUCACION



	TOTAL	POBLACION URBANA	POBLACION RURAL
PRIMARIA COMPLETA	5,757	4,653	937
ANALFABETAS	3,005	2,974	631
ALFABETAS	32,35	27,342	5,009

(INEGI-1 1990) GRAFICA 2  
DIAZ N.R. RUIZ G.H. 1994

Estos productores poseen pequeñas parcelas de 2 a 4 Has. en las que cultivan alfalfa (Medicago sativa), y maíz (Zea mays) este ultimo lo destinan al autoconsumo y para alimentar al ganado con el rastrojo, ensilandolo; algunos productores cultivan también avena en invierno, la que destinan al ganado, y practican el pastoreo de sus hatos dentro de sus parcelas o en los campos después del corte de la alfalfa ("repelar") o en algunas praderas de Rye grass y trébol, complementados con maíz molido y desperdicio de panadería, por lo que sus costos de producción son bajos.

Cada familia atiende a establo de diferente manera, generalmente las personas de mayor edad y los niños se encargan de pastorear el ganado, y los jóvenes que estudian o trabajan en las fabricas vecinas, auxilian durante las ordeñas. asimismo el propietario de las parcelas en la mañana sale a cortar la alfalfa y la deja reposando para dársela posteriormente a las vacas.

La cercanía con la FES-C. (10 Km.) y con MVZ e Ing. Agrícolas. les hace accesible el servicio médico veterinario y la asesoría para el manejo de sus parcelas.

En los sistemas familiares de Teoloyucan se aprecia un incremento cada vez mas acentuado en la incorporación de tecnología, y se tiene en claro las bondades de la I.A. por que

se cuenta con vacas de regular merito genetico, con 14 litros de producción en promedio y esta tendencia esta en aumento.

Por otro lado la utilización de praderas de riego, sembradas con Rye grass, y alfalfa les permite disponer de forraje a los animales casi todo el año, por lo que su situación es privilegiada con respecto a otras regiones del país.

En lo que respecta al manejo sanitario de sus hatos, se aprecia negligencia para aplicar programas de higiene y medicina preventiva, quizás por su escaso nivel educativo, por que prefieren utilizar al MVZ para curar enfermedades que un programa adecuado de manejo e higiene.

El desecho de estos hatos es involuntario en su mayor parte, y se pueden observar animales de 7 o hasta 9 partos en algunos hatos, el manejo reproductivo es llevado sin utilización de tarjetas, y se le da servicio a las vacas que son detectadas en celo por el mismo establero, en el sistema a.m-p.m. aunque algunos celos pueden pasar inadvertidos y se alargan los días abiertos.

En general la leche la destinan al autoconsumo, a la distribución y venta a los vecinos "boteando" donde la pueden vender hasta en 2 N\$ el litro, y los socios de la "Unión Ganadera de Pequeños Productores de Leche de Teoloyucan" destinan parte de su producción a esta asociación, que cuenta con 3

tanques enfriadores con capacidad aproximada de 30,000 lt de  
leche.

### III.- OBJETIVOS:

Evaluar la capacidad de la somatotropina bovina recombinante (STB) para aumentar la producción de leche bajo condiciones de lechería familiar.

Estimar si el empleo de la somatotropina es una alternativa económicamente viable para estos productores.

#### IV.- HIPOTESIS

El efecto de la BST en la producción láctea muestra resultados diferentes en el aumento sobre la producción de leche encontrándose que la respuesta es mayor de acuerdo al grado de manejo y alimentación de los animales tratados y como Aguilar y Chilliard mencionan, depende de la concentración de proteína y energía en la dieta, el grado de respuesta al tratamiento, por lo que el objetivo de esta tesis es evaluar la respuesta a BST en las condiciones de lechería familiar mexicanas.

De acuerdo a estas condiciones la hipótesis planteada es:

La somatotropina bovina (STB) inyectada subcutáneamente, en vacas sanas bajo condiciones de manejo rústicas debe aumentar la producción de leche con respecto a un grupo de animales testigo.

Considerando  $H_0$ . que la producción de leche es igual para los dos grupos y  $H_1$ . que la producción de leche es diferente.

#### V.- MATERIAL Y METODOS:

Se utilizaron 20 vacas raza Holstein. de 3° parto, con una condición corporal 3 aproximadamente. entre 120 y 140 días de lactancia. bajo condiciones de manejo uniformes, dentro de establos de lechería familiar.

Se seleccionaron al azar dos grupos de 10 vacas cada uno, el primero tratado con BST y el segundo como testigo. sin suplementar ambos grupos con concentrado ni modificar su manejo.

La BST (Optiflex, Elanco) se aplico a una dosis de 320 mg, por vía subcutánea. con un efecto de 14 días. (22.85 mg/día).

Se registro la producción de leche en Kg. con la ayuda de balanzas de resorte, con intervalos de 48 horas, durante 16 días a partir del momento de la aplicación del producto.

Los datos obtenidos se analizaron con gráficas comparativas desde el día 0 hasta el día 16 del experimento. estimándose la media y la desviación standard de los promedios de cada grupo por día, y los resultados se analizaron con pruebas de hipótesis entre medias, y pruebas de "T" de Student. mediante el programa estadístico "Microstat"

Se calculo el porcentaje de aumento de producción de los animales tratados y la ganancia en Kg. de leche posterior al tratamiento.

La relación Costo-Beneficio del empleo de la somatotropina, se calculó en base a las siguientes formulas:

Formulas:

Utilidad del uso de la BST =

(Kg. de leche extra producidos) X (Precio de venta de la leche)

Relacion Costo-Beneficio =  $\frac{\text{Utilidad del uso de la BST.}}{\text{Costo de 1 dosis de BST.}}$

Costo del Kg. extra BST =  $\frac{\text{Costo de 1 dosis de BST.}}{\text{Kg. de leche extra producidos.}}$

Tomando el costo del tratamiento como un costo fijo parcial, ya que no se dispone de registros para calcular de manera exacta el costo final de producción y tomándose el promedio final de kg de leche producidos y los precios pagados al productor por la Asociación Ganadera y mediante la distribución directa.

## VI.- RESULTADOS:

Los resultados individuales de la aplicación de la BST. se aprecian en el cuadro 2 primera parte, donde se registra el comportamiento individual de los animales tratados durante los 16 días de prueba, y se aprecia un incremento marcado en la producción, superior a 2 Kg. de leche, del día 6 al 10, disminuyendo posteriormente.

PRODUCCION DIARIA GRUPO BST										
CUADRO 2 PRIMERA PARTE										
IDENTIFICACION	DA 0	DA 2	DA 4	DA 6	DA 8	DA 10	DA 12	DA 14	DA 16	PROMEDIO FINAL
181A.P.	15.5	15	15.5	17.5	17	17	16.5	17	16.5	16.33
NEGRA P.R.	15.5	16	17.5	19	18	17.5	18.5	16.5	16	16.83
NEGRA WZ	11	14	15	16.5	18	18	17.5	16	16	16.50
NEGRA TOM.	16	16.5	16	16.5	18	20	20	18	16.5	18.25
56 M.O.	17.5	18	18	19	18.5	18	18	18.5	18	18.25
82 M.O.	18	20	21.5	21.5	22	22	21	21	20.5	20.84
CHICHITAS U.P.	20	19.5	18.5	22	22	22	22	22	22	21.22
MASCARAS P.R.	20	20	20.5	23.5	23.5	22	22	22	22	21.74
MANGARITA P.R.	23.5	23.5	24.5	23.5	25	26	25.5	25	24	24.83
TEJULA P.R.	25	25	26	26.5	27	27	26.5	26.5	26	26.17
SUMATORIA	180	181.9	201	210.9	211	211	206.5	205.5	201.5	203.17
PROMEDIO DIARIO	18	18.18	20.1	21.5	21.1	21.1	20.65	20.55	20.18	20.32

DIAZ N.R. RUIZ G.H. 1994.

De manera comparativa en el cuadro 2 segunda parte, el grupo control muestra un comportamiento uniforme, con variaciones

de +/- 0.5 Kg. por día. y con un decremento discreto en su promedio de producción de 0.55 Kg. al final de la prueba.

**PRODUCCION DIARIA GRUPO CONTROL**  
CUADRO 2 SEGUNDA PARTE

IDENTIFICACION	DA 0	DA 2	DA 4	DA 6	DA 8	DA 10	DA 12	DA 14	DA 16	DA 18	PROMEDIO FINAL
72 M.P.	11.9	12.8	12.8	13	14.5	13.8	15.5	14	13		12.72
82 M.G.	15	14.5	14.5	15	14.5	14	14.5	14	14		14.44
86 M.G.	16.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14	14	14		14.86
CASDONA P.R.	14.5	14.5	15	15	15	14.5	14	14.5	14.5		14.81
84 U.S.	16	16.5	14.5	16	16	16	15.5	15	16		16.17
LA ZILKA M.P.	18.5	18	18	17.5	17.5	17.5	18.5	20	19		18.96
BETHANDA P.R.	20.5	20.5	20	20.5	20	20	20	20.5	20		20.33
NEGRA 2	21	20.5	21	20	20	20.5	21.5	21	21		20.81
NEGRA AZUL	21	20.5	21	21	21	20.5	21	20.5	20.5		20.76
CLARA M.P.	24.5	25.0	24.5	24.8	25	24.5	24.5	24	24		24.50
<b>SUMATORIA</b>	<b>247.0</b>	<b>237.50</b>	<b>236.50</b>	<b>237.20</b>	<b>234.00</b>	<b>235.50</b>	<b>237</b>	<b>236.5</b>	<b>236.5</b>		<b>237.81</b>
<b>PROMEDIO DIARIO</b>	<b>16.20</b>	<b>17.23</b>	<b>17.65</b>	<b>17.70</b>	<b>17.80</b>	<b>17.85</b>	<b>17.70</b>	<b>17.85</b>	<b>17.65</b>		<b>17.78</b>

DIAZ N.R. RUIZ G.H. 1994.

En el cuadro 3. se comparan las medias de ambos grupos, así como sus desviaciones estándar, observándose en el grupo tratado un incremento en la producción de 23.7 Kg. con respecto al promedio inicial del experimento. mientras que el grupo control muestra un decremento de 7.9. Kg. en el mismo período, esto nos da una ganancia acumulada de 31.6 Kg. que resulta en una ganancia neta por día de tratamiento de 1.975 Kg. de leche para el grupo tratado con somatotropina, y un incremento en la producción de leche de 10.6 %.

## CUADRO 3 COMPARACION ENTRE MEDIAS

DIAS DE MEDICION	GRUPO BST MEDIA Kg.	GRUPO BST DESV. EST.	CONTROL MEDIA Kg.	CONTROL DESV. EST.
0	19.00'	3.08'	18.20'	3.26'
2	19.15'	3.03'	17.75'	3.56'
4	20.10*	3.02'	17.65*	3.51'
6	21.05**	3.09'	17.70**	3.47'
8	21.10**	3.28'	17.80**	3.40'
10	21.10**	3.28'	17.55**	3.49'
12	20.65**	3.30'	17.70**	3.57'
14	20.55*	3.19'	17.85*	3.54'
16	20.15*	3.14'	17.65*	3.64'
PROMEDIO GENERAL	20.32'	3.12'	17.76'	3.45'
TOTAL	INCREMENTO 23.7' Kg.		DECREMENTO 7.9' Kg.	
GANANCIA REAL TOTAL	+31.6 Kg.	INCREMENTO EN PRODUCCION 10.6%	*DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS P < 0.05	**DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS P < 0.1

DIAZ N.R. RUIZ G.H. 1994.

De acuerdo con la prueba de hipótesis, a partir del día 4 del estudio existen diferencias entre las medias de ambos grupos de  $P < 0.1$ , y del día 6 al 12  $P < 0.5$ . Por lo tanto estos resultados no son dados al azar y demuestra estadísticamente el aumento en la producción por efecto directo del tratamiento con somatotropina (Cuadro 4).

PRUEBA DE HIPOTESIS "T" DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS  
GRUPO BST CONTRA GRUPO CONTROL  
CUADRO 4

DIA	VALOR "T"	PROBABILIDAD
0	0.5352	0.2995
2	0.8992	0.1902
4	1.5873	0.0649
6	2.1633	0.0221
8	2.0688	0.0266
10	2.2249	0.0196
12	1.8193	0.0428
14	1.6992	0.0533
16	1.5916	0.0644

DIAZ N.R. RUIZ G.H. 1994

DE ACUERDO A LA HIPOTESIS:  $H_0$ . PRODUCCION IGUAL.

$H_1$ . PRODUCCION DIFERENTE.

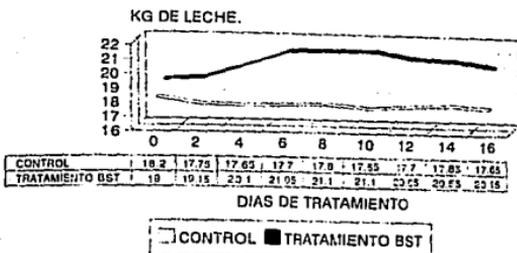
A PARTIR DEL DIA 4  $P < 0.1$  PARA  $H_0$ .

POR LO TANTO SE DEMUESTRA ESTADISTICAMENTE.

EL AUMENTO DE PRODUCCION POR BST.

Un resumen del comportamiento del grupo tratado con somatotropina y del grupo control y su comparación gráfica se muestra en la gráfica 5.

## SOMATOTROPINA COMPARACION ENTRE GRUPOS PROMEDIOS DE PRODUCCION DIARIA



DIAZ N.R. RUIZ G.H. 1994.  
GRAFICA 5

No se presentaron efectos secundarios durante y después del tratamiento con BST. y la condición corporal no fue alterada por el tiempo tan corto del estudio.

En cuanto al análisis económico, tomando en cuenta que existen dos formas de distribución y venta de la leche por parte de los productores, y que no se cuenta con parámetros exactos de producción y costos, al ser empresas con mano de obra familiar y la alfalfa la proporcionan de sus propias parcelas, se estimó el impacto parcial del uso de la BST con los siguientes datos:

Precio dosis de BST Optiflex 14 d. (Junio 1993). = 25 N\$

Precio Kg. de leche Asociación Ganadera = 0.90 N\$

Precio Kg. de leche distribución directa = 2 N\$

Kg. de leche extra = 31.6 Kg.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 6 RESULTADOS DEL ANALISIS SOCIOECONOMICO

	VENTA A LA ASOCIACION GANADERA	DISTRIBUCION DIRECTA
UTILIDAD EXTRA DEL USO DE BST	28.44 N\$	63.2 N\$
GANANCIA MARGINAL	3.44 N\$	38.2 N\$
COSTO/BENEFICIO	1.1376	2.528
COSTO PARCIAL Kg. EXTRA BST	0.87 N\$.	0.39 N\$

Se aprecia que los productores que comercializan la leche en forma directa, al venderla como leche bronca, obtienen una mejor relación de costo/beneficio, y mayores utilidades al aumentar la eficiencia de sus animales, a diferencia de los productores que venden a la Asociación, con la salvedad de que esta estimación de costos es parcial.

## VII.- DISCUSION:

Se efectuó el experimento bajo las condiciones de lechería familiar por que en nuestro país un numero importante de productores trabajan dentro de este sistema y alrededor de 100, explotaciones medianas y pequeñas pueden favorecerse con el uso de esta tecnología.

En nuestro experimento, el incremento en la producción se inicio a partir del día 4 con un aumento discreto de 1.1 Kg. de leche, sosteniéndose por arriba de 2 Kg. del día 6 al 10 y decreciendo gradualmente hasta el día 16, perdurando un incremento discreto de 1.16 Kg. de leche para el día 16.

Se obtuvo un incremento en la producción de 23.7 Kg. de leche en el grupo tratado, que nos da una ganancia promedio de 1.48 Kg. por día. Y una ganancia real de 31.6 Kg. si sumamos el decremento de 7.9 Kg. del grupo control; por lo tanto los animales tratados nos dan una ganancia neta de 1.975 Kg. de leche por día en los 16 das que duro el experimento.

Este incremento coincide con los resultados obtenidos por Chilliard en 1991 al estudiar vacas en pastoreo, bajo las condiciones francesas de manejo.

La respuesta que obtuvimos con el tratamiento con Somatotropina (10.6 %) es baja en comparación con los resultados obtenidos a nivel mundial, que van de un rango de 10 a 30 %, pero

la respuesta depende fuertemente del manejo nutricional y del balance energético de las vacas en el momento del tratamiento, aso como del manejo en general de los hatos y el tiempo de lactancia, dándose los mejores rendimientos en explotaciones altamente tecnificadas.

No se manifestaron efectos secundarios durante la aplicación de la hormona, pero la respuesta individual al tratamiento fue diferente de acuerdo a las condiciones de manejo de cada explotación, encontrándose respuestas tan diversas como de + 2.5 Kg. de leche en algunos animales y de 0 Kg. de leche en un animal tratado (Negra Mtz), sin embargo este animal sostuvo su producción en todo el tiempo que duro el desafío.

Una de las limitantes para efectuar este experimento es el costo de la hormona, en el verano de 1993, cuando se efectuó el experimento, el costo por tratamiento de BST para 14 días era de 25 N\$. y como en nuestro experimento se obtuvo una sobreproducción de 31.6 Kg. de leche; a un costo de 0.90 N\$ Kg. se obtenía una ganancia extra de 28.44 N\$ en promedio por vaca, y una utilidad marginal de 3.44 N\$ descontando el precio del medicamento, sin descontar los costos variables en el aumento en el consumo de alimento y otras insumos. por lo que la utilidad por tratamiento sería mínima para estos productores.

Los productores que distribuyen la leche, en forma de leche bronca, obtienen un beneficio mayor al utilizar esta tecnología, por que las utilidades aumentan al colocar su producto a un precio de 2 N\$ Kg. pero se debe descontar el costo de la distribución, el mantenimiento de los vehiculos y los salarios de los distribuidores, por lo que las utilidades se verian disminuidas, pero aun asi el precio de venta les otorga ventajas frente a los productores que venden directamente a la Asociación.

Es necesario para estos productores establecer un control de gastos mas eficiente, para conocer con presición los costos de producción, al ser los dueños de las parcelas, y utilizando un sistema de producción de pastoreo controlado, y alimentación en pesebre, alimentando al ganado empiricamente, y con mano de obra familiar, la escases de registros dificulta esta estimación del costo real de producción, por lo que en este caso solo se evaluo el impacto de la aplicacacion de la BST de manera parcial.

### VIII.- CONCLUSIONES:

El incremento neto en la producción de leche de 31.6 Kg. en promedio dejó un margen de utilidad muy pequeño a los productores que venden la leche directamente a la Asociación ganadera, pero a los productores que la ofertan como leche bronca y la distribuyen directamente, este aumento en la producción les deja mayor utilidad, por lo tanto para estos productores sería más viable la implementación de un programa de tratamiento con BST. lo cual repercutiría en un mayor margen utilidad.

Bajo las condiciones de estos productores, la utilización de la BST se limitaría a los establos que puedan disponer de alimento para los animales todo el año, y con condiciones de manejo aceptables, y animales con mérito genético suficiente para desarrollar lactaciones por arriba de 20 Kg. de leche/día en promedio.

Si las condiciones de alimentación y manejo son pobres nosotros no recomendamos la utilización de la somatotropina por que la respuesta sería mínima o nula, y los animales así tratados podrían perder condición corporal, por la movilización metabólica de ácidos grasos y reservas corporales por parte de la Somatotropina y sus metabolitos activos (IGF-I) .

Como en condiciones comerciales los tratamientos con BST se repiten cada 14 días, se puede esperar un efecto aditivo

para que el aumento en la producción no disminuya entre cada tratamiento , pero como en lo particular solo se pudo efectuar un tratamiento, es conveniente realizar mas estudios bajo las condiciones mexicanas de lechería familiar en lactancias completas.

Actualmente con la devaluación de nuestra moneda, el costo del tratamiento con BST para catorce días era de 48 N\$. para marzo de 1995. y con un precio fluctuante a la alza, por ser esta hormona producida en Estados Unidos; esto la hace prohibitiva para estos pequeños productores, y solamente las explotaciones altamente tecnificadas están en posibilidad de solventar el costo de este insumo.

Una tendencia a futuro para todas las tecnologías emergentes, es la disminución en el precio conforme la producción y la demanda crece, y se estabiliza el mercado para estos productos, por lo que estabilizandose la economía nacional, creciendo la demanda de leche nacional frente a la de importación, el uso de la BST, puede ser una alternativa economicamente viable para aumentar la eficiencia de los medianos y pequeños productores.

**BIBLIOGRAFÍA:**

Aguilar A.A. y cols.(1990) **Somatotropina bovina en la producción del ganado lechero. México Holstein. Agosto 1990. pags.15-20.**

Altamira E. A. y cols.(1985) **Estudio socioeconomico del fomento a las especies menores en Tecloyucan. Estado de México y en Texmelucan. Puebla. Tesis MVZ. FES-C. UNAM. Clasf.116-21/096-85.**

Asimov G. S. et all.(1937) **The lactogenic preparations from the anterior pyuitary and the increase in milk yield in cows. J.Dairy Sc. Vol 20. pg 289.**

AVMA (1993). News. **BST approved; Monsanto enlist veterinary involment.JAVMA. Vol 203. Num 12. Diciembre 15 1993. Pags 1637-1638.**

Baumann D.E. et all. (1992) **Effects of recombinantly derived bovine growth hormone (DGH) on Lactational Performance of high-yielding dairy cows. J. of Dairy Sc. Vol 75. 1992. pags. 1115-1121.**

Burchard F.J. (1991) **Uso de la somatotropina (STB) en la vaca lechera.** México Holstein. Enero 1991. pags. 31-38.

Cole J.A. et all. (1993) **Effects of administracion of recombinant bovine somatotropin on the responses of lactating and non lactating cows to heat stress.** JAVMA. Vol 203, Num.1 Julio 1.1993 pags 113-117.

Cotes P.M. et all. (1949) **Galactopoyetic activity of purified anterior pituitary growth hormone.** Nature Vol 164. pag. 992.

Chilliard Y. (1991) **Long-term effects of recombinant bovine somatotropin (rBST) on dairy cow performances: a review.** en **Use of Somatotropin in Livestok Productions.** Edit. por Serjen & Neiman-Sorensen . Edit. Elservier Applied Science London 1991.

Chilliard Y. et all. (1990) **Somatotropin and lactation.** Recueil de Medicine Veterinaire. V. 116, No. 5. pg. 513-516

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Edmonson A.J. et all. (1989) **A Body Condition  
scoring Chart for Holstein Dairy Cows.** J. Dairy Sci. Vol 72.  
Pags. 68-78.

Eisenbeisz W.A. et all. (1990) **Lactational  
Evaluation of Recombinant Bovine Somatotropin with Corn and  
Barley diets.** J. Dairy Sc. Vol 73 pags 1269-1279. 1990.

Elvinger F. et all. (1992) **Interactions of heat  
stress and bovine somatotropin affecting physiology and  
immunology of lactating cows.**J. Daily Sci. Vol 75. 1992. pags  
449-462.

Eppard J.P. et all (1987) **Effect of 188 day  
treatment with Somatotropin on Healt and Reproductive  
Performance of Lactating Daily Cows.** J. Daily Sci. Vol. 70 Pgs.  
582-591.

FDA (1988) **FDA Veterinary note. Somatotropin  
safety-a shorth regulatory overview.** JAMVA. Vol 192 No 12 Junio  
15 1988. pags. 1698-1700.

F.I.R.A. (1985) Programa de incremento a la lechería familiar. Vol XVIII. Num. 171. Septiembre 1985.

F.I.R.A. (1991) Situación actual de la lechería mundial y sistemas de producción en México. Vol XXIII. Num. 227. Junio 1991.

García G.M. (1985) Control de calidad de la leche en bovinos en base a pruebas bioquímicas en el rancho "El Pirul" del municipio de Teoloyucan. Estado de México. Tesis MVZ. FES-C. UNAM. Clasif.116-21/098-85.

Holstein Association USA (1994) La producción de leche de calidad y el control de la mastitis. Manual editado por Schering-Plough. División Veterinaria.

INEGI-1 (1990) Estado de México. Resultados definitivos/datos por AGEB Urbana. XI Censo General de Población y Vivienda. México 1990.

INEGI-2 (1990) Estado de México. Resultados definitivos/tabuladores básicos. Tomo III. XI Censo General de Población y Vivienda. México 1990.

Kronfeld D. (1988) **Biologic and economic risk associated with use of bovine somatotropins.** JAVMA Vol. 192 Num. 12. pags 1693-696.

Laguna. (1986) **Bioquímica.** 3a ed. Edit El Manual Moderno. México. 1986. pags 253-255.

Ledezma. (1991) **Evaluación de la respuesta en producción láctea de Somatotropina Bovina (STB) al administrarse vía subcutánea a vacas lecheras en lactancia en un hato comercial en Torreón, México.** Tesis FMVZ-UNAM. 1991.

López B.B. y cols. (1991). **Predicción de la producción total de leche a 305 días, a intervalos de 5 muestras diferentes.** Memorias del IV Congreso Panamericano de la leche. Guadalajara. México 1991.

Lossouarn J. (1991) **Utilisation de la somatotropine dans un troupeau laitier de race Normande.** Recueil de Médecine Veterinaire. Vol 167. Num 1. Enero de 1991. Pags 43-53

Mendez G.E. (1989) **Estudio serológico para la detección de anticuerpos contra leptospiras en ganado bovino lechero en los municipios de Coacalco, Cuautitlán de Romero Rubio, Melchor Ocampo, Teoloyucan y Zumpango. Estado de México. Tesis MVZ. FES-C. UNAM. Clasf. 116-21/42-89.**

Miller W.L. et all. (1980) **Molecular cloning of DNA complementary to bovine growth hormone on RNA. J.Biol.Chem. Vol 255. pg 7521.**

Mouchet C. et all. (1990). **Economic consequences of the use of bovine somatotropin (BST) in French Dairy production. Economía rurale. No 192-193. pags 49-53.**

Muñoz R.M. (1990) **Limites y potencialidades del sistema de la leche en México. Comercio Exterior Vol 40. Num. 9. México. pags 886-893.**

Nytes A.J. et all. (1990) **Response to Recombinant Bovine Somatotropin in dairy cows with diferent genetic merit for milk production. J. Dairy Sc. Vol 73 Num 3. pags 784-791.**

Ocampo C.L. (1992) **Evaluación de la respuesta en producción láctea de Somatotropina bovina (STB) al administrarse vía subcutánea a vacas lecheras en lactancia en un hato comercial.** Veterinaria México. Vol. XXXVII. Octubre 1992.

Oldenbroek J.K. et all.(1993) **Effects of treatment of dairy cows with recombinant bovine somatotropin over three or four lactations.** J. Dairy Sc. Vol 76. Num 2. Febrero 1993. pgs.455-467.

Padilla P.M. y cols(1993) **Producción y análisis de proteínas recombinantes obtenidas de la cepa lisogénica Ro-531.** Rev. Mex. Reumat. Vol 8. Num. 4. Julio-Agosto 1993. pags 161-171.

Phipps R.H.(1989) **A review of the influence of somatotropin on health, reproduction and welfare in lactating dairy cows.** en Use of somatotropin in livestock production. por Serjzen. edit Elsevier Aplied Science. London 1989. pags 88-119.

-Politis.S.E. et all.(1990). **Effect. of somatotropin an the plasminogen and plasmin system in the mamary gland.** J. of Dairy Sc. Vol 73. Num 6. pags 1494-1499.

Prosser C.G. (1991) Mechanism of action of Bovine Somatotropin in increasing milk secretion in dairy ruminants. en Use of Somatotropin in livestock productions. Edit por Serjen & Neiman-Sorensen. Edit Elsevier Applied Science. London. 1991.

Singer M. (1993) Genes y genomas. Edit. Omega. Barcelona, España. 1993. Pags. 227-240.

Striker P. and Grüter F. (1928) Action du lobe anterieur de l' hypophyse sur la montee laiteuse. C.R. Soc.Biol. Num.99. pg 1978.

Wallis. M. (1989) Species Specificity and structure funtion relationships of Growth Hormone. en Biotechnology in growth regulation. Edit. por Heap.R.B, Ptosser & Lamming. Edit. Butterworth, London 1989.

West J.W. et all. (1990) Effects of Bovine Somatotropin on Milk Yield and Composition, Body Weight, and Condition Score of Holstein and Jersey Cows. J. Dairy Sci. Vol 73. pags 1062-1068.1990.

Zuziak P. (1993) Senate to consider moratorium on

BST. JAVMA. Vol. 203 no 2, Julio 15 1993. pag. 180.