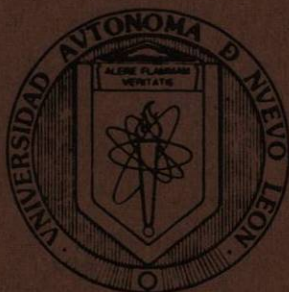


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFECTO DE LA APLICACION DE SOMATOTROPINA BOVINA EN GANADO

LECHERO DE LA RAZA HOLSTEIN

SEMINARIO

( OPCION II-A )

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

PEDRO JAUREGUI RAMIREZ

T  
SF239  
J3  
C.1

FEBRERO DE 1991

EFFECTO D

636  
T  
SF239  
J3  
C.1

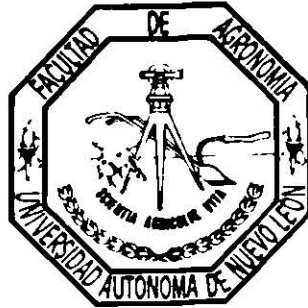




1080063934

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**



**EFFECTO DE LA APLICACION DE SOMATOTROPINA BOVINA EN GANADO  
LECHERO DE LA RAZA HOLSTEIN**

**SEMINARIO**

**( OPCION II-A )**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA:**

**PEDRO JAUREGUI RAMIREZ**

**MARIN, N. L.**



**FEBRERO DE 1991**



T  
SF239  
J3



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

*Tesis*

## INDICE

	Pág.
I. Introducción. -----	1
II. Literatura revisada. -----	2
II.1. Efecto de la somatotropina en la producción y composición de la leche. -----	5
II.2. Mecanismo de acción de la somatotropina en la glándula mamaria. -----	6
II.3. Efecto de la somatotropina bovina en la distribución del análogo-insulina factor I de crecimiento. -----	11
II.4. Efecto de la concepción y lactación de becerras tratadas con somatotropina. -----	19
II.5. Efecto de la somatotropina y la cantidad de proteína de la dieta en producción de leche y cinética de hormonas en vacas lecheras.-----	23
II.6. Efecto de la somatotropina en producción y composición de leche, consumo de materia seca y algunas funciones fisiológicas en vacas durante estrés de calor. -----	31
II.7. Somatotropina bovina en producción de leche en el trópico húmedo. -----	38
II.8. Economía del uso de la somatotropina en vacas lecheras. -----	39
II.9. Respuesta de la somatotropina, insulina y	



Pag.

prolactina en selección para rendimiento de  
leche en vacas Holstein. ----- 44

III. Conclusiones. ----- 48

IV. Bibliografía. ----- 50

## INDICE DE TABLAS

Tabla		Pág.
1	Diferencias entre la somatotropina bovina y humana.	4
2	Medias de alimento consumido, eficiencia de producción y peso corporal. -----	9
3	Valores reproductivos de becerras tratadas con somatotropina o inyección salina.-----	21
4	Efecto de la concentración de proteína en la dieta y administración de somatotropina en consumo de materia seca y proteína, digestibilidad del alimento, retención de Nitrógeno (g/d), producción de leche (kg/d), y peso corporal (kg). -----	25
5	Efecto de la concentración de proteína en la dieta y somatotropina en el pH ruminal, amonía, y la concentración de "VFA". -----	28
6	Efecto de la concentración de proteína en la dieta y administración de somatotropina en los parámetros del metabolismo del glucagón. -----	29



Tabla	Pág.
7 Medias de temperatura rectal, ambiental y constantes fisiológicas. -----	33
8 Medias de producción y consumo de materia seca para vacas con sombra y sin sombra. -----	34
9 Medias de concentración de glucosa y hormonas en el plasma. -----	35
10 Medias de temperatura corporal, tasa de respiración, y hematocrito del control y vacas tratadas con bST. -----	37
11 Entradas en el presupuesto. -----	40
12 Efecto de la somatotropina en los réditos y costos variables por vaca por año usando bajos precios de alimentación. -----	42
13 Efecto de la somatotropina en los réditos usando altos precios de alimentación. -----	45
14 Medias no ajustadas de concentración de hormonas en el plasma por grupo genético. -----	47

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Rendimiento de leche corregida a 3.5% FCM de vacas inyectadas con 0 (A), 5.15 (B), 10.3 (C), 20.6 (D) mg de bST por día durante 266 días de lactación. -----	7
2	Rendimiento de proteína de vacas inyectadas con 0 (A), 5.15 (B), 10.3 (C), 20.6 (D) mg de bST por día durante 266 días de lactación. -----	8
3	Relaciones entre la concentración de plasmin en la leche y rendimientos de leche en vacas control e inyectadas con bST. -----	12
4	Efecto de las inyecciones de bST sobre el plasminógeno de la leche y la concentración de plasmin a través del periodo de lactación y 3 días después del secado. -----	13
5	Relación entre los rendimientos de leche y la concentración de plasmin durante el cese y el reinicio del tratamiento de la bST en lactación tardía. -----	14



Figura	Pág.
6 Efecto de una inyección de somatotropina sobre la concentración del análogo - insulina factor I de crecimiento en el suero. -----	17
7 Efecto de tres inyecciones consecutivas diarias de somatotropina sobre la concentración del análogo -insulina factor I de crecimiento en el suero. ----	18
8 Peso promedio en Kg. para las vaquillas control o de vaquillas tratadas con somatotropina. -----	20
9 Rendimiento de leche (Kg/d) de vaquillas tratadas con solución salina o somatotropina para 5 meses de crecimiento. -----	22
10 Rendimiento medio semanal de leche para vacas alimentadas con dietas difiriendo en contenido de proteína cruda (11 vs. 16%) e inyectadas con bST.---	26
11 Rendimiento de leche y consumo de materia seca de de vacas inyectadas con somatotropina. -----	36

## I. INTRODUCCION

En los ultimos cinco años México ha importado grandes cantidades de leche en polvo al grado de convertirse en el importador número uno del mundo. Liconsa anunció que en el año del 90 se importaran 280 mil toneladas de leche descremada con un valor superior a los 700 millones de dólares. La producción actual de leche en el país es de 6.4 millones de litros diarios cifra que no satisface ni la mitad de la demanda nacional.

Desde años atrás los productores de leche han utilizado nuevas tecnologías para aumentar la producción, hace más de 50 años se conoce el efecto de la somatotropina como promotora de la síntesis de leche, solo que no había sido posible producirla en cantidades comerciales hasta ahora con el uso de la biotecnología.

Se han hecho numerosos experimentos en vacas lecheras para probar el efecto de la somatotropina, revisar artículos que mencionen los resultados derivados del uso de la somatotropina es la finalidad del presente trabajo.

## II. LITERATURA REVISADA

Actualmente cuatro empresas americanas están desarrollando Somatotropina Metionil bovina (bST) derivado recombinante para uso comercial. Estos productos se administran a las vacas lecheras por medio de inyecciones diarias (subcutanea e intramuscular), o por preparaciones (subcutanea o intramuscular) cada 14 o 28 días. La somatotropina es producida en cantidades comerciales usando la tecnología del ADN recombinante. El gene responsable de la producción de la bST fue separado y puede ser transmitido a bacterias comunes (Aguilar, 1990).

La somatotropina (STH) es segregada por la pituitaria anterior, y su presencia resulta esencial para el crecimiento normal de los animales jóvenes y para el mantenimiento del metabolismo de los animales adultos, la somatotropina es específica entre especies provocando la formación de anticuerpos específicos para una especie.

La administración de somatotropina promueve la retención de Nitrógeno y el crecimiento en animales alimentados con una dieta que no permite el crecimiento. En estas condiciones se moviliza la grasa para disponer de energía para la síntesis de proteína y el crecimiento. La hormona induce la reducción de aminoácidos en el plasma y la excreción de urea como

consecuencia de un mayor transporte de aminoácidos hacia el esqueleto, músculo, corazón, hígado y riñón. La somatotropina estimula también la síntesis de proteína al incrementar la capacidad de los ribosomas para incorporar aminoácidos en las proteínas (Hafez, 1972).

La somatotropina es una hormona necesaria para la lactancia normal de los rumiantes, ya que controla la partición de los nutrientes al dirigir una más grande proporción de ellos hacia funciones productivas. Los mecanismos por medio de los cuales produce estas respuestas no están del todo comprendidos, pero algunos indicios apoyan el hecho de que la somatotropina provoca una mayor capacidad de la glándula mamaria para sintetizar la leche (Aguilar, 1990).

En el tejido muscular y adiposo la hormona del crecimiento actúa como antagonista de la insulina, los animales hipofisectomizados son muy sensibles a la administración de la insulina. Este antagonismo asume una importancia creciente, pues se ha encontrado que la hipoglucemia actúa como un estímulo potente para la secreción de la hormona del crecimiento. La hormona del crecimiento junto con la ACTH tienen la propiedad de movilizar la grasa del tejido adiposo e incrementar el nivel sanguíneo de los denominados cuerpos cetónicos (Dukes, 1978).

Tabla 1. Diferencias entre la somatotropina bovina y humana (Hafez, 1972).

---

STH	PM	Aa	P. Isoeléctrico
Humana	29000	256	4.9
Bovina	45000	416	6.9

---

PM = Peso Molecular.

Aa = Aminoácidos.



## II.1. Efecto de la somatotropina en la producción y composición de la leche.

Elvinger et al. (1988) condujeron un estudio para apreciar el efecto de la somatotropina en la producción y composición de leche de vacas tratadas. Se utilizaron 32 vacas Holstein las cuales se repartieron en cuatro grupos, los tratamientos experimentales empezaron 28 y 35 días pospartum y continuaron por 266 días. Los tratamientos por grupo fueron A(0), B(5.15), C(10.3), D(20.6) mg por día de somatotropina bovina recombinada (bSTH) en inyección subcutánea diaria después del ordeño de la mañana, las inyecciones se aplicaron en cuatro sitios, las vacas control (grupo A) recibieron diluyente solamente. Las vacas se ordeñaron dos veces al día, la producción de leche se pesó diariamente, se obtuvieron muestras de leche semanalmente en las que se analizó contenido de grasa, proteína y conteo de células somáticas.

Los resultados obtenidos muestran que la producción de leche se incrementó en 21, 27 y 36% por encima del control para 5.15, 10.3, y 20.6 respectivamente. En las vacas control se observó un pico temprano de producción, el cual declinó a lo largo de las 38 semanas de tratamiento, mientras que en las vacas tratadas con somatotropina el pico se presentó a las 17 semanas siendo más persistente la producción (fig. 1 y

2).

No se encontró diferencia en el conteo de células somáticas en la leche, los problemas de mastitis fueron similares para los cuatro grupos, las vacas tratadas con bST tuvieron los mismos porcentajes de concepción que vacas control. El consumo de materia seca fue superior para vacas tratadas con bST, pero la eficiencia fue mayor para dichas vacas (tabla 2). El porcentaje de constituyentes de la leche no fue afectado por la bST.

## II.2. Mecanismo de acción de la somatotropina en la glándula mamaria.

La lactancia se caracteriza por progresivas disminuciones en la producción de leche y concentración de somatotropina en la sangre (Hart et al., 1980).

La involución de la glándula mamaria, es definida como la pérdida progresiva de la capacidad de la glandula mamaria para síntesis de leche (Holst, 1987). El plasmin es una enzima proteolítica implicada en la fase de remodelación de tejido durante la involución de la glándula mamaria, el plasminógeno precursor del plasmin se produce por estímulo de la insulina y particularmente en presencia de prolactina e inhibido por la hidrocortisona. El activador plasminógeno es

FCM 3.5% (Kg/día)

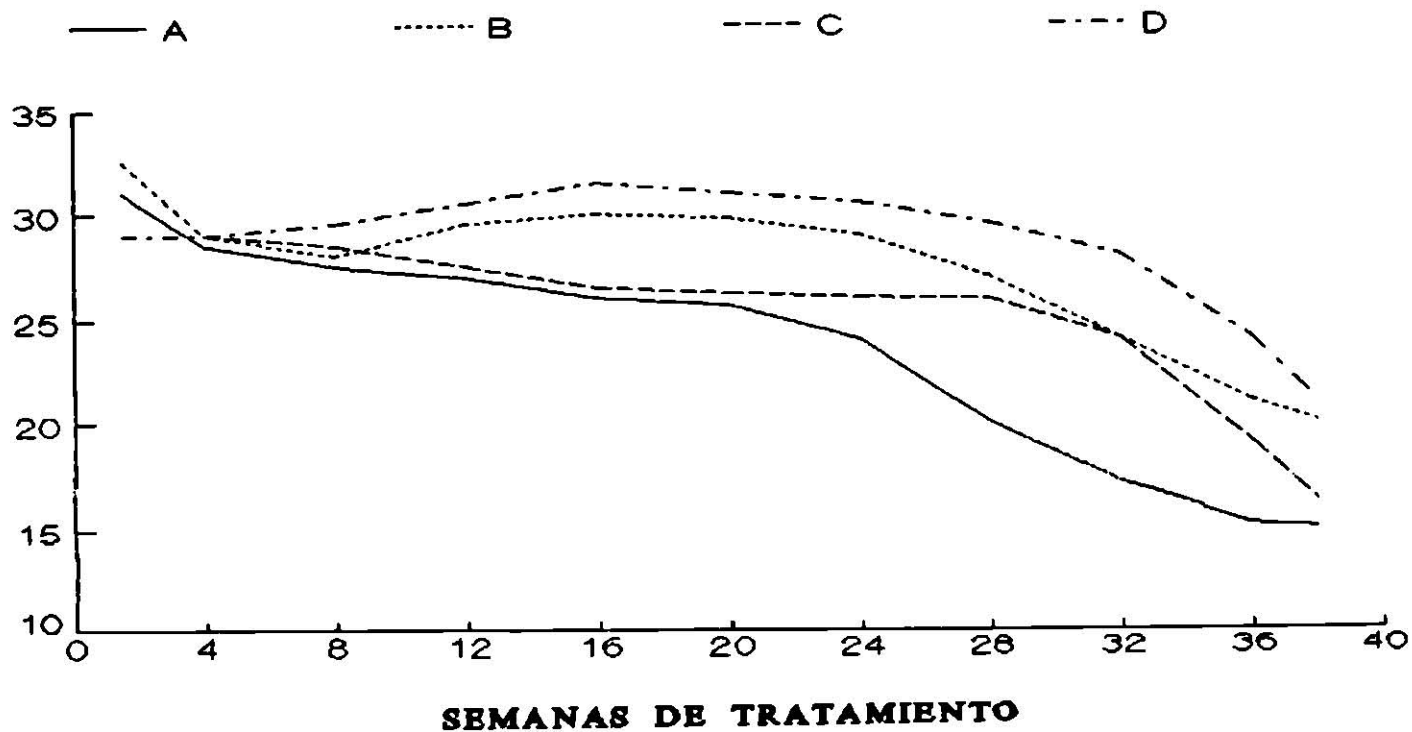


Figura 1. rendimientos de leche corregidos de grasa a 3.5 % de vacas inyectadas con 0 (A), 5.15 (B), 10.3 (C), ó 20.6 (D) mg de bST por día durante 266 días de lactación estimados por regresión cuártica polinomial.

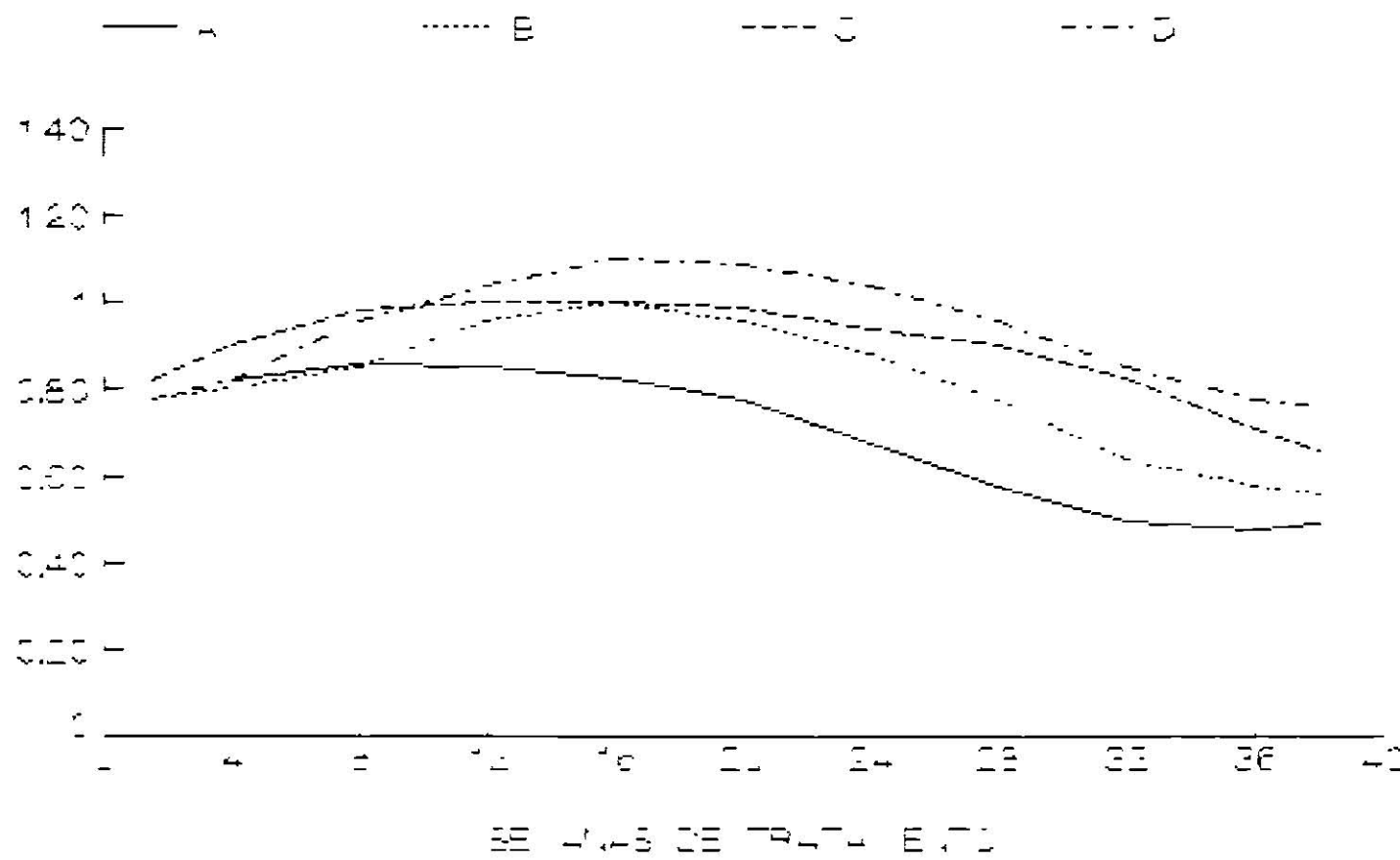


Figura 1. Rendimiento de proteína de acacia yerradae con : A, 5.1% B), 1.1% C, e 2.6% I na de BST, por dia durante 40 dias de lactación estimada por regresión matemática polinomial.

TABLA 2. Medias de alimento consumido, eficiencia de producción y peso corporal (Elvinger et al. 1988).

Variable	TRATAMIENTO			
	A	B	C	D
EN consumida,				
Mcal/d	30.75	32.19	31.99	34.08
3.5% FCM/EN	.68	.79	.80	.84
PESO V., Kg	571	571	586	551

EN = Energía Neta.



producido en grandes cantidades dentro de la glándula mamaria en fases tardías de lactación (Ossowski, 1979).

Politis y Turner (1989) basandose en los anteriores artículos realizaron un estudio para determinar el modo de acción de la somatotropina en la glándula mamaria, para esto utilizaron 77 vacas Holstein, repartiendo 42 vacas en tres grupos de 14 animales cada uno, de los cuales, un grupo recibió 12.5 mg de bST en inyección diaria, los otros dos recibieron 175 o 350 mg/v de bST cada 14 días en una inyección de liberación sostenida, las otras 35 vacas recibieron inyección de placebo. Los tratamientos comenzaron 35 días pospartum, los animales se alimentaron con raciones completas según las recomendaciones de la "National Research Council" (NRC).

Se realizó un segundo experimento en el que se evaluó el efecto de la suspensión de la bST en animales con 310 días de lactación a los que se les había aplicado 12.5 mg/d de bST. El experimento consistió en suspender cuatro días la bST, el análisis se hizo tres días antes de la suspensión a tres días después de reanudar las aplicaciones.

Los resultados del experimento 1 mostraron que la concentración de plasmin en la leche de vacas tratadas con bST se mantuvo en bajos niveles durante toda la lactación, en contraste las vacas control exhibieron un gradual incremento

en la concentración de plasmin a medida que avanzaba la lactación, observándose una relación inverza entre la concentración de plasmin y producción de leche (fig. 3).

Las vacas tratadas con bST presentaron persistencia de producción superior y un bajo nivel de plasmin en la leche, tres días después de secadas las vacas esta relación cayó dramáticamente al aumentar de manera masiva la concentración de plasmin en vacas que recibieron bST (fig. 4).

Las vacas del experimento 2 al suspenderles la bST la producción fue inicialmente inafectada, se registraron aumentos en la concentración de plasmin y la producción de leche decreció, al reanudar la inyección la concentración de plasmin bajó y la producción de leche siguió decayendo para incrementarse después de un período largo (fig. 5). Se encontró que la aplicación de bST causa incrementos en la circulación de la hormona péptida análogo-insulina factor I crecimiento, esto sugiere que la bST tiene una acción indirecta en la glandula mamaria.

### II.3. Efecto de la somatotropina bovina en la distribución del análogo-insulina factor I de crecimiento en la glándula mamaria de vacas en lactación.

Glimn y Kennelly (1988). condujeron un estudio para determinar el efecto de la bST en la distribución del

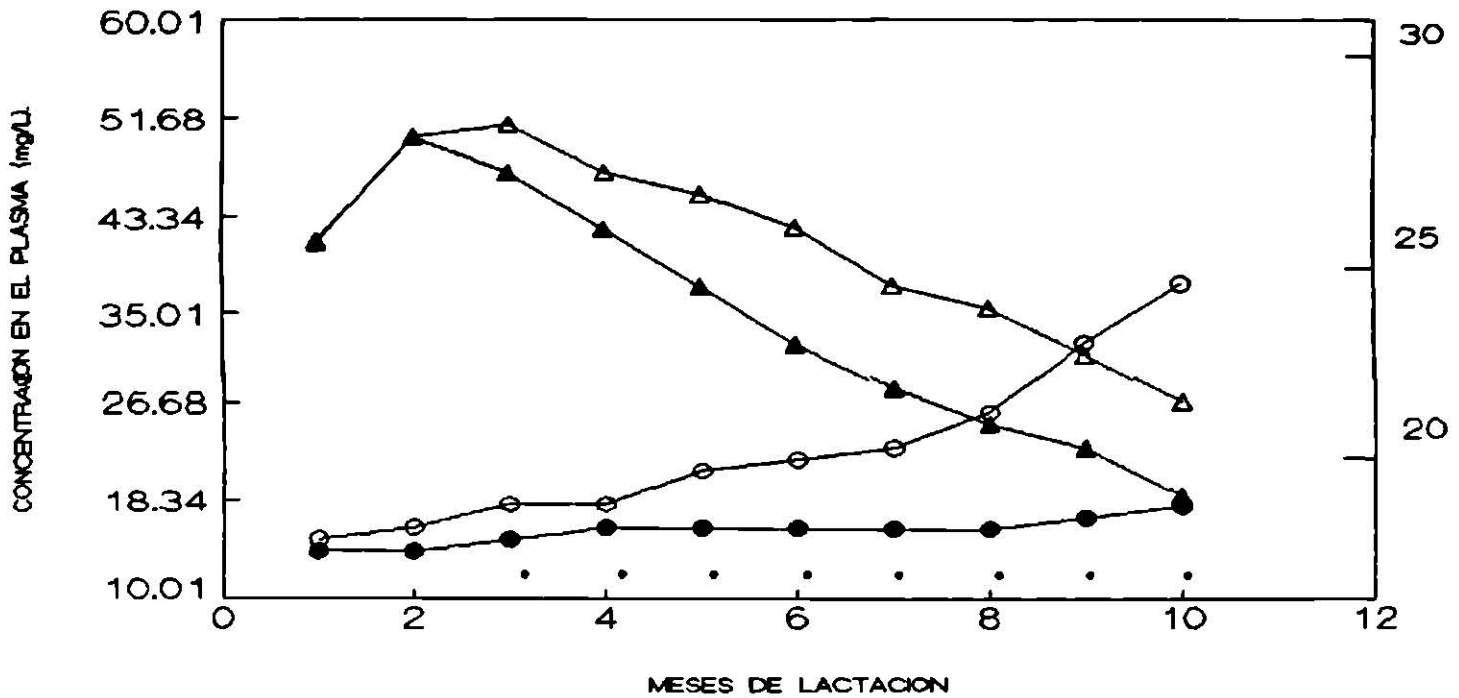


Figura 3. Relaciones entre la concentración de --- plasmin en la leche y los rendimientos de leche en vacas control e inyectadas con bST. Las concentraciones de plasmin se muestra en círculos para las vacas en control (o) ó (●) para las vacas inyectadas. Los rendimientos de leche mostrados en cuadros para leche de las vacas control (▲) ó (△) para las inyectadas con bST. Todos los valores representan media de mínimos cuadrados. Los puntos indican que las concentraciones de plasmin en la leche difieren ( $P < 0.05$ ).

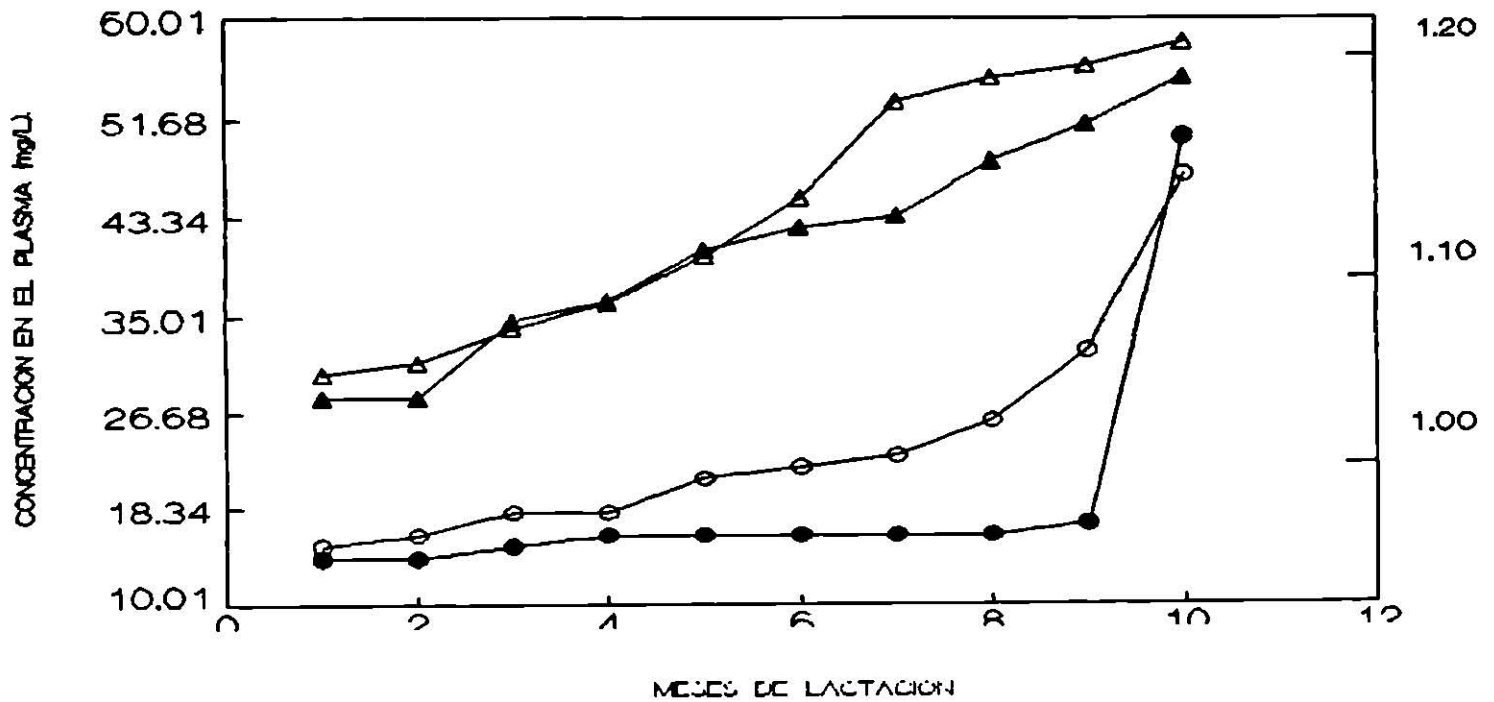


Figura 4. Efecto de las inyecciones de bST sobre el plasminógeno de la leche y la concentración del plasmin a través de el período de lactación y 3 días después del secado (3D). Las concentraciones de plasmin están representados para vacas de control (o) e inyectadas con bST (●). Las concentraciones de plasminógeno de la leche son mostradas (o) para vacas de control y (▲) para vacas inyectadas. todos los valores representan media de mínimos cuadrados.

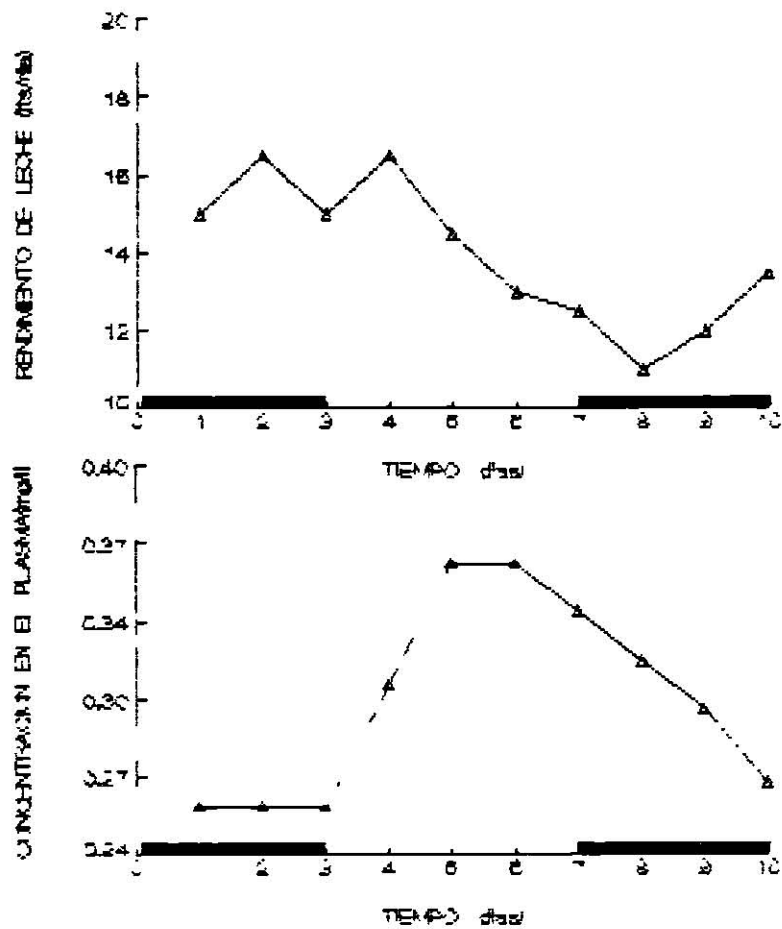


Fig. 5. Relación entre los rendimientos de leche y la concentración de plasmin (media  $\pm$  1 SEM,  $r = 4$ , durante el cese y el reinicio del tratamiento de la bST en lactación tardía. Las áreas oscuras en el eje de las "x" indican las inyecciones diarias de la bST y las líneas claras indican el cese de las inyecciones.



análogo-insulina factor I de crecimiento (IGF-I) en el tejido de la glándula mamaria. Se hicieron dos experimentos en uno se determinó el tiempo de respuesta en la concentración de IGF-I en el suero a una simple inyección de bST, se usaron cuatro vacas en lactación (40 y 50 días de segunda lactación), los animales fueron alimentados con dietas completas. Las vacas recibieron una inyección salina (control) seguida por un muestreo periódico de sangre durante 24 hrs., para luego recibir una inyección de bST (20.6 mg en 2 ml de solución salina), tomando muestras de sangre cada 2 o 4 hrs. para ser procesadas por Ensayo Radio Inmunológico (RIA).

En un segundo experimento, dos vacas Holstein de segundo parto en fase tardía de lactación (240 y 276 días) y una en lactación temprana (97 días), recibieron diariamente inyección salina (control) por tres días, los siguientes tres días recibieron inyección de bST (20.6 mg). El tejido mamario se muestreó por biopsia percutánea antes y después del tratamiento de bST, los animales fueron ordeñados tres horas después de la biopsia. Las muestras de sangre (10 ml.) se obtuvieron 4 hrs. después de la primera inyección salina en intervalos de 12 hrs. sobre el período experimental completo. El IGF-I de las muestras de suero se separó de las ligaduras de proteína del suero usando un gel ácido de filtración. El IGF-I fue medido por RIA usando un antisuero. Para la biopsia

se utilizó una aguja de corte, las muestras de tejido (15 mm de longitud x 1 mm de diámetro) se tomaron de el área cerca de 15 cm. dorsal a la base del pezón a una profundidad de 8 cm., el muestreo en estos lugares rindió tejido relativamente libre de ductos grandes. No hubo rastro visible de daños por la pinchadura.

Los resultados obtenidos indican que el uso de una inyección de somatotropina eleva la concentración de IGF-I en el suero a las 8 hrs. de aplicada la bST, la concentración promedio antes de la bST fue de 261.7 ng/ml, y 18 hrs. después se alcanzó el pico máximo con 509 ng/ml, a las 72 hrs. después de la inyección todavía fue superior (333 ng/ml) que la concentración basal (fig. 6).

El análisis de la biopsia mostró que aparentemente las células epiteliales de la glándula mamaria no tienen receptores específicos para bST, lo que sugiere que el IGF-I es producido en otros tejidos aunque no se descarta la hipótesis de que se produzca tanto en las células epiteliales de la glándula mamaria como en otros tejidos. Este estudio muestra que la bST induce una acción directa en la síntesis de IGF-I el cual tiene un efecto mitótico en las células epiteliales de la glándula mamaria o altera el metabolismo del proceso (fig. 7).

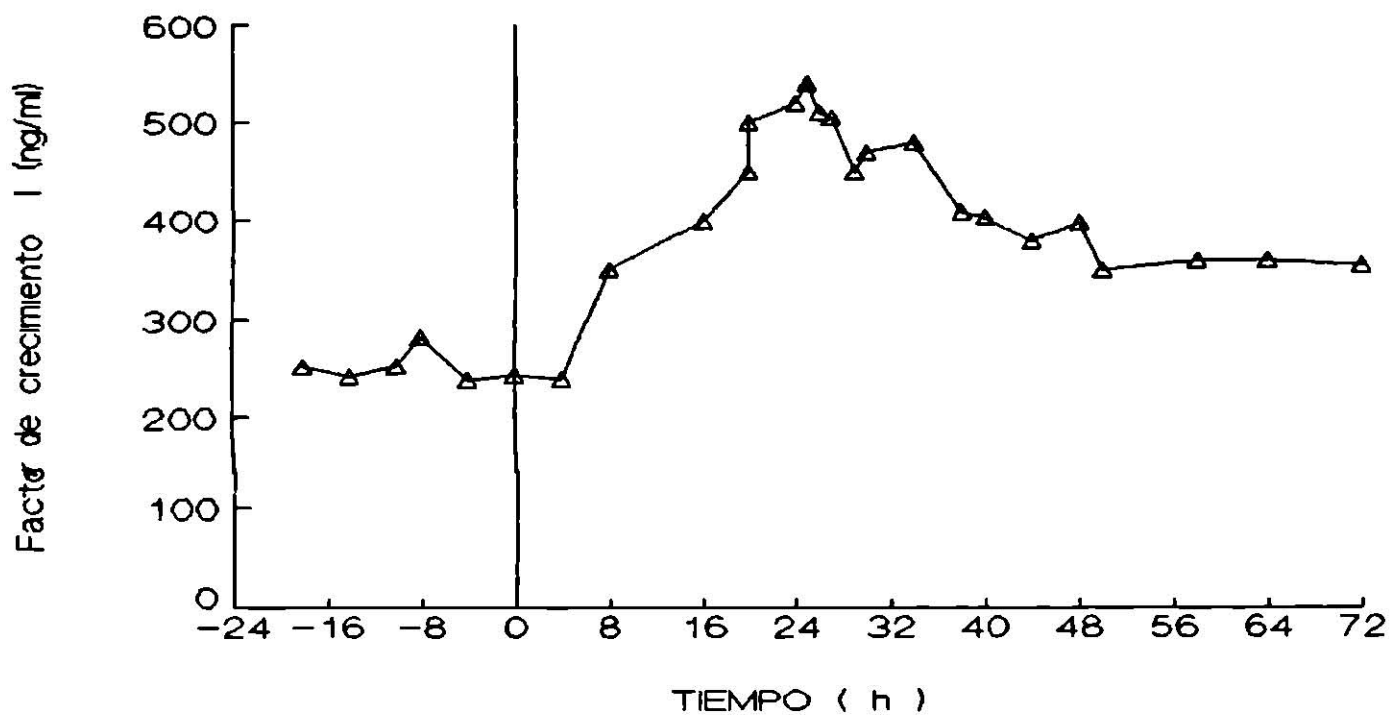


Figura 6. Efecto de una inyección de somatopropina de bovino sobre la concentración del factor I de crecimiento del suero. Se administraron 20.5 mg de bST subcutáneamente a un tiempo cero (línea cen -- tral). Los puntos de datos son medias de cuatro - vacas.

Factor I de Crecimiento (ng/ml).

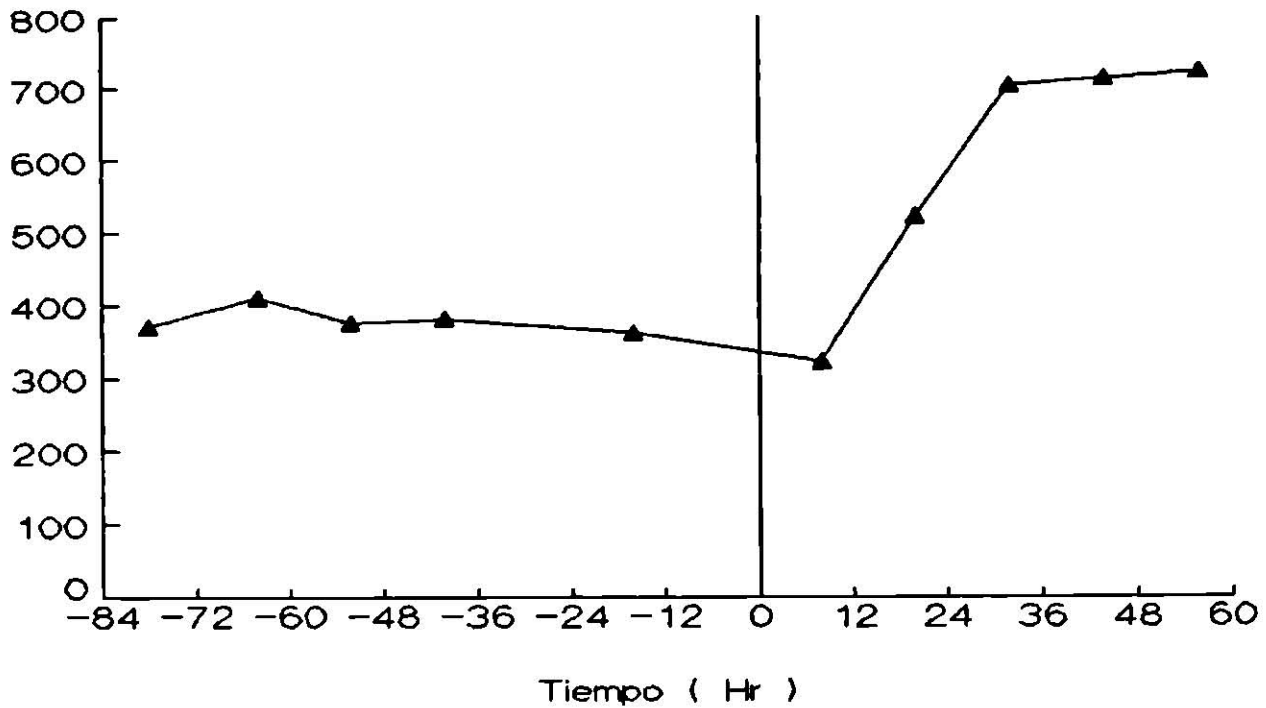


Figura 7. Efecto de tres inyecciones consecutivas-diarias de somatopropina de bovino (bST) sobre la concentración del factor I de crecimiento en el suero. La bST (20.6 mg/d) se administraron subcutáneamente (flechas). Las biopsias mamarias fueron tomadas antes y después del periodo de tratamiento de bST. Los puntos de datos son medias de cuatro vacas.

#### II.4. Efecto en la concepción y lactación de becerras tratadas con somatotropina.

Grings et al. (1990) trabajaron con vaquillas para determinar el efecto de la somatotropina en la primer lactación, para ello utilizaron 80 vaquillas Holstein (295 kg de 13 a 16 meses de edad), las cuales se repartieron en dos grupos, uno recibió 41.2 mg de bST/v/d y el otro inyección salina diaria (control), el tratamiento duró cinco meses, y las vaquillas se cargaron dos meses después de iniciado el tratamiento.

Durante la inyección las vaquillas tratadas con bST ganaron .18 kg/d por encima del control, durante los cinco meses siguientes el control ganó .12 kg/d más que las vaquillas tratadas con somatotropina, así que los pesos de ambos grupos fueron similares a los 10 meses en este período (fig. 8).

La dificultad en las pariciones no diferenció entre los dos grupos, el número de servicios por concepción fue similar entre tratamientos (tabla 3). El tratamiento con somatotropina anterior y durante la concepción no tuvo efecto en la producción de leche durante la primer lactancia (fig. 9)

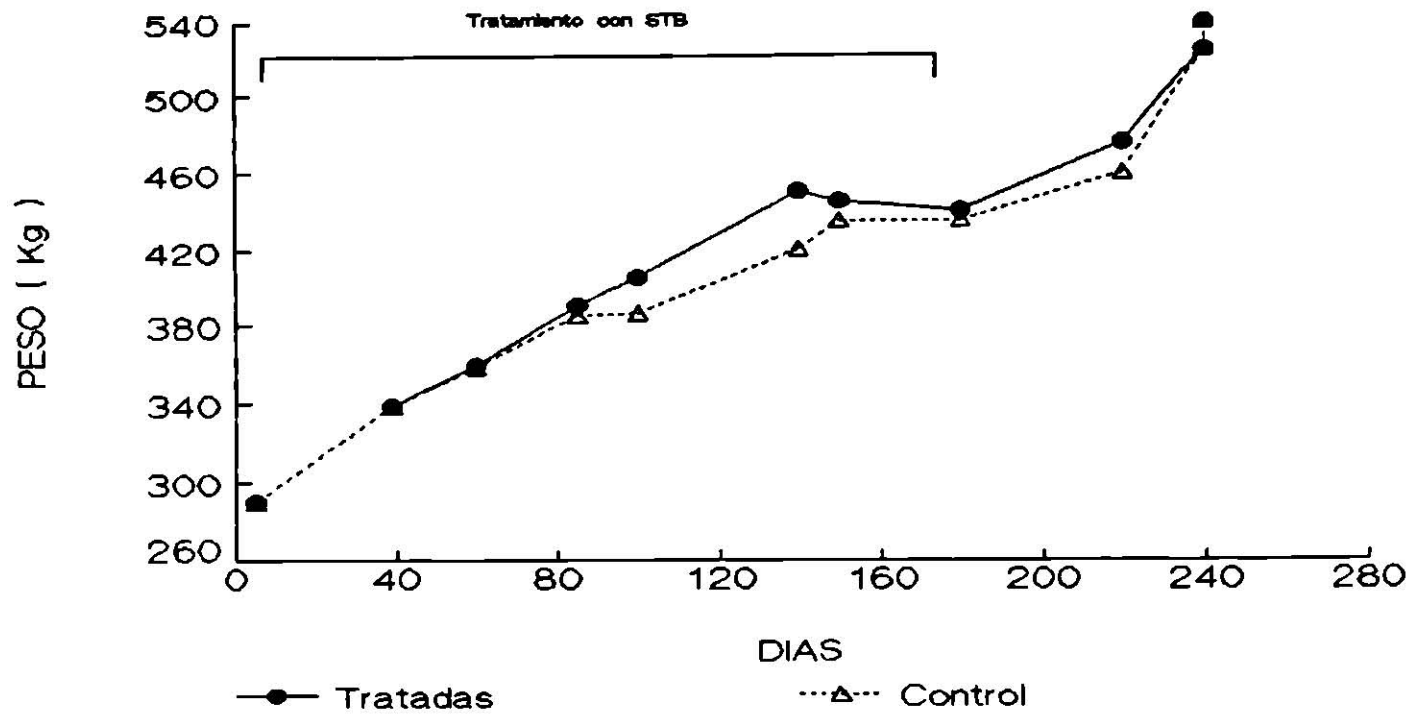


Figura 8. Pesos promedio en kg. para las vaquillas control (cuadros abiertos) ó de vaquillas tratadas con somatopropina (bST) (círculos sólidos) desde - el inicio del tratamiento de las inyecciones de bST hasta 5 meses después del fin del tratamiento.

TABLA 3. Valores reproductivos de becerras tratadas con somatotropina o inyección salina (Grings, 1990).

Parámetro	Tratamiento	
	bST	control
Num. de vaquillas	40	39
Num. de vaquillas preñadas	35	38
Num. de servicios/concepción	1.46	1.42
Media de días a concepción	29.5	28.7
Dificultad al parir	1.13	1.21

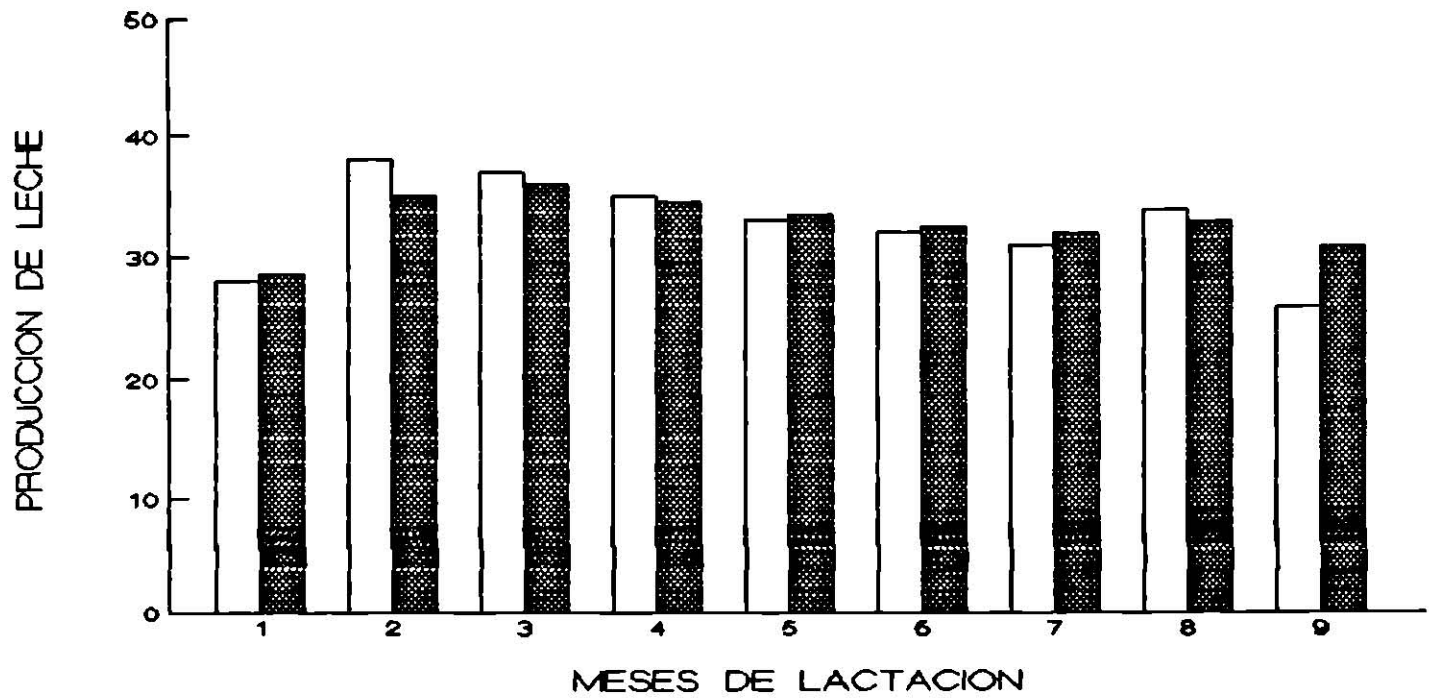


Figura 9. Rendimientos de leche (kg/d) de vaquillas - tratadas con solución salina (n = 36 barras abiertas) ó somatotropina recombinante (BST) (n= 23 barras sombreadas) para 5 meses de crecimiento.



## II.5. Efecto de la somatotropina y la cantidad de proteína de la dieta en producción de leche y cinética de hormonas en vacas lecheras.

De Boer y Kennelly (1989) condujeron un estudio para determinar el efecto de la bST y la interacción con la cantidad de proteína en la dieta en la producción de leche y metabolismo de hormonas. Ellos hicieron dos grupos con cuatro vacas, a un grupo se le alimentó con una dieta al 11% en concentración de proteína y al otro con 16%. La cantidad de alimento se aproximó pero no excedió el consumo máximo, el consumo de alimento y la producción de leche se tomaron diariamente. El experimento "crossover" constó de dos períodos de 42 días cada uno, de los cuales 10 días fueron de adaptación a la dieta, 3 días de colección de heces y orina, 28 días de inyección de bST (33 mg/d) y un día para completar el segundo reto metabólico. Después del día 19 de los 28 de tratamiento se hizo la colección de heces y orina durante 3 días, el fluido ruminal se examinó diariamente para pH, amonio y "VFA". Los retos metabólicos se dieron a cada vaca en los días 11, 12, 13, 14 (primera serie) y día 39, 40, 41 y 42 (día 26, 27, 28 y 29 relativos a la primera inyección de bST, segunda serie). Un cateter yugular se insertó a cada vaca la tarde anterior a cada serie de retos metabólicos. Muestras de sangre (8 ml) fueron tomadas en -30, -15, 0, 1, 2, 3, 4, 6, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 90, 105,

120, 160 y 180 minutos relativos a la primera inyección de glucagón (.25  $\mu$ g/kg p.v.), cuatro min. se requirieron para inyectar la glucosa (.3 g/kg p.v.). Muestras adicionales de sangre fueron tomadas 8 min. después de la inyección de glucosa.

El porcentaje de proteína en la dieta no tuvo efecto en el consumo de materia seca, pero el consumo de proteína fue superior para alta concentración de proteína en la dieta. El tratamiento de bST no tuvo efecto en el consumo de materia seca ni consumo de proteína. Aparentemente la digestibilidad de la materia seca no fue influenciada por la concentración de proteína o el tratamiento de la bST. La concentración de proteína al incrementarse incrementó la digestibilidad de proteína cruda. Los incrementos de proteína incrementaron la retención de Nitrógeno, pero el tratamiento con bST no afectó la digestibilidad de proteína o retención de Nitrógeno (tabla 4).

El rendimiento de leche aumentó con el incremento en la concentración de proteína y con el tratamiento de la bST, el peso se incrementó más en vacas tratadas con bST (tabla 4). La producción de leche para vacas inyectadas con bST fueron 18.8 y 23.8% mayores para 11 y 16% de proteína respectivamente (fig. 10).

TABLA 4. Efecto de la concentración de proteína en la dieta y administración de somatotropina en consumo de materia seca y proteína, digestibilidad del alimento (%), retención de N (g/d), producción de leche (kg/d), y peso corporal (kg) (De Boer, 1989).

Parámetro	control		somatotropina	
	11% P	16%P	11% P	16% P
n	4	4	4	4
MS Consumida	18.1	19.3	18.1	19.3
P Consumida	2.01	2.97	2.00	2.97
Digestibilidad				
MS	68.0	68.5	70.7	68.9
P	62.5	71.0	66.8	73.0
Retención de N	42.3	119.3	43.3	89.8
Producción de leche	17.7	19.3	19.7	29.0
Peso corporal	567	570	595	608

MS = Materia Seca

P = Proteína

N = Nitrógeno

Rendimiento de leche (Kg/d)

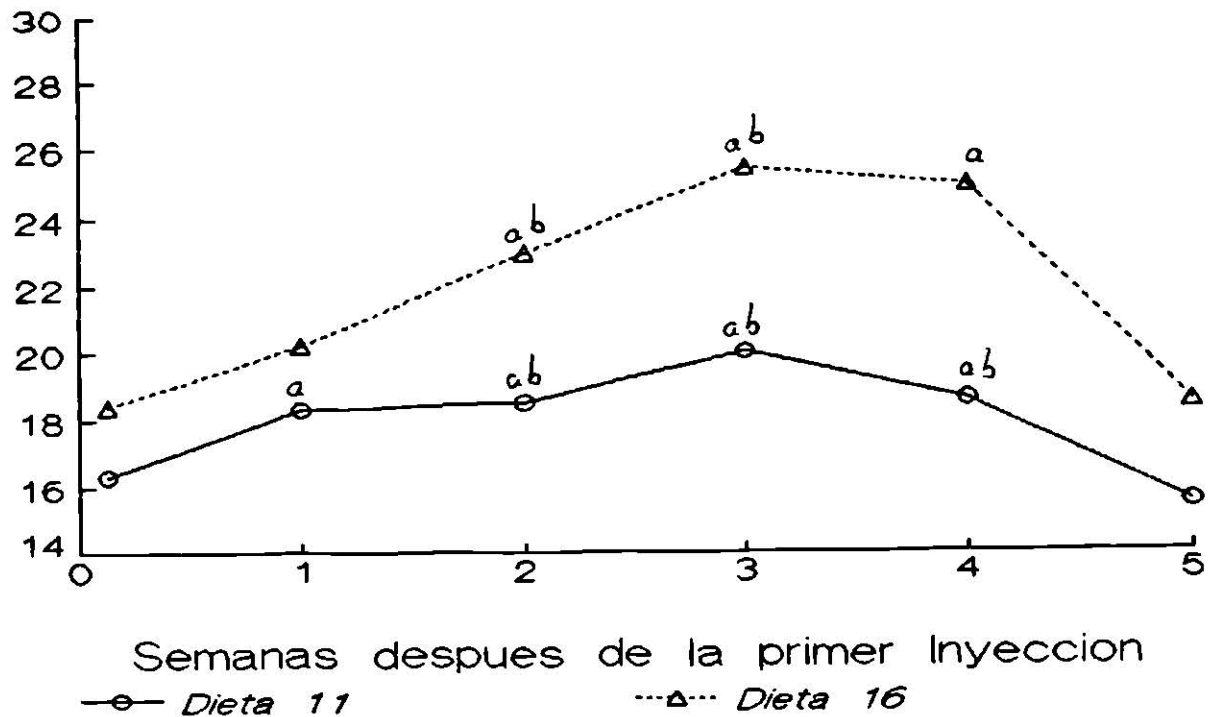


Figura 10 Rendimientos medios semanales de leche - para vacas alimentadas con dietas difiriendo en con tenido de proteina cruda (11 vs.16%) e inyectadas - con bST recombinadamente derivada. Los rendimientos indicados con una "a" son diferentes (P<.05) de los rendimientos de preinyeccion y con una "b" son di - ferentes entre dietas dentro de una semana de inyec - ciones.

El pH ruminal y proporción molar de acetato, butirato e isobutirato fueron inafectados por la concentración de proteína en la dieta o por el tratamiento de bST. Las concentraciones de amoníaco, total de "VFA" y proporción molar de isovalerato se incrementaron por aumentos en la concentración de proteína. Las proporciones molares del propionato se disminuyeron por la bST (reflejando la mayor conversión de propionato a glucosa) como se muestra en la tabla 5.

La concentración alta de proteína en la dieta disminuyó significativamente el nivel promedio de glucagón al igual que se acortó el tiempo de vida del primer componente, decreciendo también el espacio de distribución del glucagón (tabla 6). La bST exógena inhibe la producción de somatotropina endógena, la bST exógena no tuvo efecto en la cinética del metabolismo de glucosa, glucagón e insulina.

TABLA 5. Efecto de la concentración de proteína en la dieta y somatotropina en el pH ruminal amonia, y concentración "VFA" (De Boer, 1989).

Parámetro	control		somatotropina	
	11% P	16% P	11% P	16% P
n	4	4	4	4
PH	5.88	5.95	6.18	6.01
Amonia mg/d*	6.16	16.10	3.19	15.18
Total VFA mM*	113.8	119.6	101.2	117.9
Proporción molar VFA				
Acetato	59.99	57.52	58.42	58.42
Butirato	16.30	18.36	18.94	20.19
Isobutirato	.85	.92	.92	.89
Propionato <sup>^</sup>	18.83	19.63	17.78	16.53
Valerato*	2.48	1.78	2.18	1.84
Isovalerato*	1.55	1.79	1.76	1.93
Acetato:Propionato	3.19	2.98	3.31	3.53

\* Efecto significativo de la proteína en la dieta (P<.05)

<sup>^</sup> Efecto significativo de la somatotropina (P<.05)

TABLA 6. Efecto de la concentración de proteína en la dieta y administración de somatotropina en los parámetros del metabolismo del glucagón (De Boer, 1989).

Parámetro	Control		Somatotropina	
	11% P	16% P	11% P	16% P
n	4	4	4	4
A1, ml*	.3898	.4284	.4283	.0500
A2, ml*	.2316	.3059	.2173	.2922
G1, min*	.3054	.4449	.2697	.2850
G2, min*	.0538	.0478	.0291	.0484
Tasa de retorno*	.2022	.2884	.1660	.2001
Vida media, min				
Rápido	3.54	1.58	3.62	2.53
Lento	16.50	15.10	32.57	16.60
Distribución espacial				
L/100kg	3.60	2.66	2.89	2.36
Tasa metabólica				
libre L/(hx100kg)	37.4	46.4	28.6	28.0
Tasa de secreción,				
μg/(hx100kg)	22.0	25.3	19.2	16.7
Nivel promedio, μg <sup>^</sup>	11.38	8.52	10.55	8.72
Concentración				
basal, ng/ml	685	653	725	686

---

\*El tiempo cero intersección A1 y A2, y el tiempo constante G1 y G2 para el primer y segundo componente respectivamente. El tiempo cero de intersección de esta tabla fue multiplicado por 10,000.

^Efecto significativo de la concentración de proteína en la dieta.



## II.6. Efecto de la somatotropina en producción y composición de leche, consumo de materia seca y algunas funciones fisiológicas en vacas durante estrés de calor.

Head et al. (1988) evaluaron el efecto de la somatotropina en producción y composición de leche, consumo de materia seca y algunas funciones fisiológicas de vacas con estrés de calor. El experimento se llevó a cabo con 13 vacas Holstein de 46 a 106 días pospartum. El experimento constó de dos períodos de 29 días cada uno, con 10 días de adaptación previos al tratamiento, el bloqueo se hizo en grupo con sombra y grupo sin sombra en los cuales se aplicó 20.6 mg de bST o su equivalente en inyección salina. Cada área fue provista de un termómetro de globo negro, la temperatura fue leída 6 veces al día a intervalos de 2 hrs. de las 8 am. a las 6 pm. la tasa respiratoria por minuto se tomó dos veces por semana al igual que la temperatura rectal. Las vacas se alimentaron individualmente con dieta completa, los animales del grupo con sombra tanto el agua como el alimento estuvieron bajo sombra, pero en el grupo sin sombra todo estuvo bajo el sol. Se tomaron muestras de leche y sangre dos veces por semana, se analizó el alimento una vez por semana.

Durante el período experimental las medias de temperatura ambiental, respiraciones por minuto, y temperatura rectal fueron más grandes para vacas sin sombra,

el hematocrito no fue afectado (tabla 7).

Las medias de producción de leche y 3.5% de FCM de vacas en sombra son 9.5 y 9.2% más grandes que para vacas sin sombra, los porcentajes de grasa y sólidos totales no variaron debido al medio ambiente, el consumo de materia seca fue 16.1% menor para vacas sin sombra, no se detectó diferencia en la eficiencia de producción de leche (tabla 8).

No hubo diferencia en la concentración de glucosa, NEFA y hormonas en el plasma de vacas tratadas con bST (tabla 9).

Los rendimientos en la producción de leche y 3.5% FCM fueron 6.1 y 10% mayores para vacas inyectadas con somatotropina, pero no difirieron los porcentajes de los constituyentes, no se detectó interacción significativa del medio ambiente para cualquier respuesta de producción o consumo de materia seca (fig. 11). Tampoco el peso vivo o la eficiencia de producción tuvieron diferencia en la interacción del medio ambiente con sombra y sin sombra. No hubo diferencia en el peso vivo de vacas inyectadas con somatotropina en relación a las inyectadas con solución salina, aumentos leves pero significativos en temperatura rectal, tasa respiratoria así como disminuciones en hematocrito se registraron en vacas inyectadas con bST (tabla 10).

TABLA 7. Medias de temperatura rectal, ambiental y constantes fisiológicas de animales en sombra y no sombra (Head, 1988).

Parámetro	Sombra	No sombra
	Media	Media
Temperatura ambiente, oC		
Media	29.2	37.0
Máxima	32.4	43.6
Temperatura rectal, oC	39.6	40.2
Tasa de respiración/min	99	120
Hematocrito, %	25.5	25.4

TABLA 8. Medias de producción y consumo de materia seca para vacas con sombra y sin sombra (Head, 1988).

Parámetro	Sombra	No sombra
Leche, kg/d*	26.05	23.79
3.5% FCM, KG/d*	24.10	22.06
% De grasa	3.08	3.1
Sólidos totales, %	11.83	11.91
Grasa, kg/d*	.800	.725
Sólidos totales, kg/d*	3.13	2.85
Consumo de MS, kg/d*	18.90	16.30
Eficiencia bruta, FCM/MS consumida	1.32	1.39

\* P<.05, diferencia entre sombra y no sombra.

MS = Materia Seca

TABLA 9. Medias de concentración de glucosa y hormonas en el plasma (Head, 1988).

Variable	Control	bST
Glucosa, mg/dL	79.7	83.5
NEFA, $\mu$ g/L	331	357
Insulina, ng/ml	.598	.573
Prolactina, ng/ml	10.35	9.33
bSTH, ng/ml*	1.8	38.1
T3, ng/ml	.843	.815
T4, ng/ml	35.8	35.7

\*P<.001, diferencia entre control y bST inyectada

T3 = Triyodotiroxina

T4 = tetrayodotiroxina.

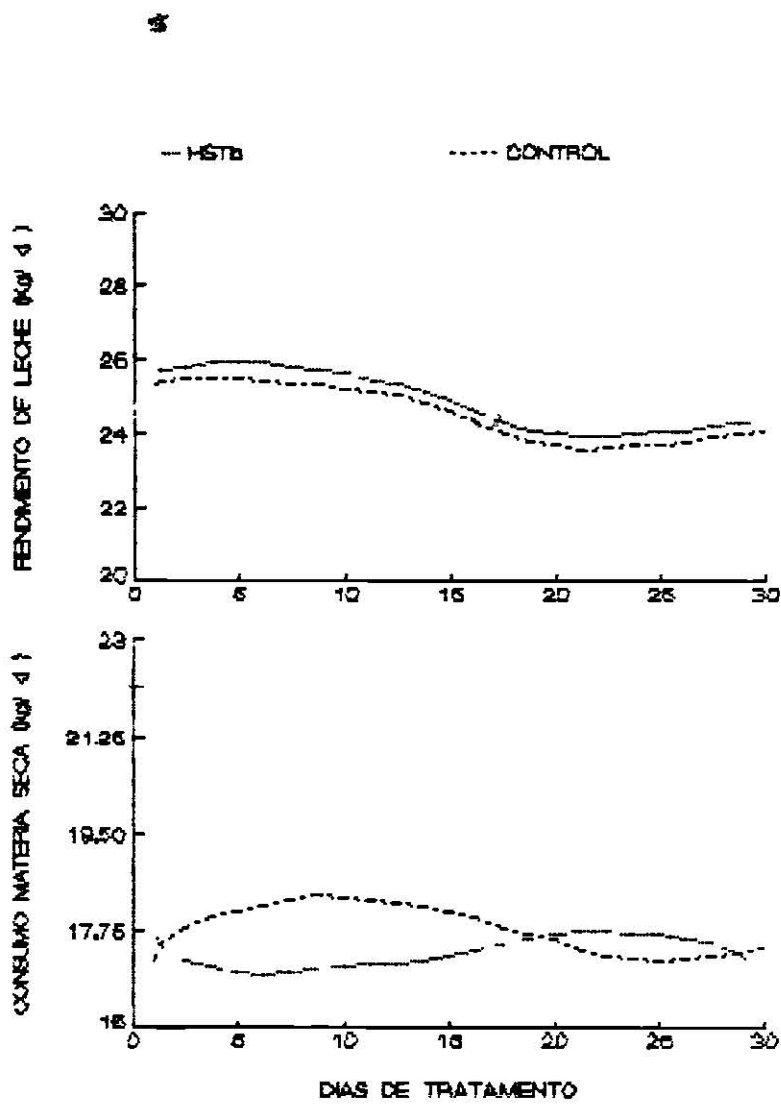


Fig 11 Rendimientos de leche y consumos de materia seca de vacas inyectadas con somatopropina de bovino (bSTH) estimada por regresión cúbica polinomia.

TABLA 10. Medias de temperatura corporal, tasa de respiración, y hematocrito del control y vacas tratadas con bST (Head, 1988).

Parámetro	Control	bST
Temperatura corporal, oC *	39.81	39.99
Tasa de respiración /min.*	107	113
Hematocrito, % *	26.1	24.9

\* Diferencia entre el control y bST.

## II.7. Somatotropina bovina en producción de leche en el trópico húmedo.

Harold, de Dios y Santos (1989) proponen el uso de la somatotropina en el trópico húmedo. En estudios de cámara climática utilizando 25 mg/v/d de BST en zona termo neutral (ztn (15- 22 oC)), y en estrés calórico (zec (25-35 oC)), obtuvieron incrementos del 32.2 y 34.9% para ztn y zec respectivamente, el consumo de alimento en ztn con el uso de la somatotropina aumentó 18.2%, y en zec el consumo fue 5.8% superior al testigo, así la BST aumentó la producción y disipación de calor y se observó una reducción de los niveles de hormonas calorígenicas (T3 y Cortisol) durante las pruebas de estrés calórico. El consumo de alimento aumentó 5.6 kg por vaca por día en ztn y 1.4 kg en zec.

Se ha reportado que los niveles de hormona endógena del crecimiento de vacas Holstein en el trópico húmedo son menores que los del clima templado, si bien ha sido reportada una fuerte correlación entre la somatotropina y la producción de leche, el bajo nivel de esta hormona podría ser el factor fisiológico limitante que inhibe la expresión genotípica del potencial lechero de vacas Holstein en el trópico. En base a los anteriores argumentos y a los experimentos de cámara climática se probará el uso de la somatotropina en el estado de Tabasco. Un experimento sera llevado a cabo en el sistema de explotación intensiva con vacas Holstein. Otro en el



sistema de rejequeria mejorada, con vacas Suizo pardo o cruza de europeo lechero x Cebú. Los experimentos deberan realizarse en cada época del año para observar todas las variantes que se puedan presentar con el uso de la somatotropina en esta zona.

## II.8. Economía del uso de la somatotropina en vacas lecheras.

Schmidt (1989) utilizó el programa Super Calc3, Sorcim/INS para obtener los presupuestos de este estudio. Se utilizó el presupuesto lechero propuesto por Schmidt y Pritchard para medir los réditos de alimento y los costos variables de vacas tratadas con bST. Las variables que se incluyeron son el porcentaje de incremento en producción de leche, precio de leche, precio de alimentación, producción de leche por vaca, y el costo de la bST.

Las producciones por grupo son 6000, 7500, 9000 y 10500 kg/v/año. El valor de los remplazos se obtuvo de Ohio Agricultural Extension Service, otra entrada incluida fue el porcentaje de sólidos totales y grasa diferencial en la leche. El forraje, heno y grano requerido se calculó de acuerdo a la producción y peso de los animales (tabla 11).

TABLA 11. Entradas en el presupuesto (Schmidt, 1989).

Parámetro	Producción por gpo, kg de leche			
	6000	7500	9000	10500
Grasa en leche, %	3.8	3.7	3.6	3.5
Peso vivo, kg	630	645	660	675
Valor de remplazos, dol.	850	1150	1500	1900
Consumo de heno, kg/100 kg P V	2.2	2.0	1.8	1.6
<b>Costos variables, dólares</b>				
Sanidad y veterinario	44	53	62	71
Reproducción, registros	50	59	68	76
Utilidades	57	66	76	85
Miscelanea	42	49	56	62

Los altos y los bajos costos de alimento consistieron en 60 dólares (909.1 kg) el heno, 12 dólares (909.1 kg) el silo de maíz, y 107.6 dólares (909.1 kg) el grano, los altos costos fueron 100, 30 y 230 dólares respectivamente. Los costos variables se obtuvieron de Ohio Coperative Extension Service. Los costos de veterinario, la sanidad y la miscelanea se incrementaron linealmente como un resultado del incremento de producción por el uso de la somatotropina. Se pusieron 60 hrs. de trabajo por vaca por año a 5 dólares la hora y 5 hrs. adicionales para vacas tratadas con bST para cubrir el tiempo extra para la aplicación de la inyección. Los costos de tratamiento fueron en base a un período de 250 días de inyección con costos de la somatotropina oscilantes de .2 a .5 dólares/v/d.

Los resultados muestran que con leche a 9 dólares el kintal, con un 10% de respuesta, en el gpo de 6000 kg, usando bajos precios de alimentación las vacas tratadas con somatotropina regresaron menos réditos que vacas control. En los otros casos el uso de la somatotropina incrementó los réditos en relación al control. A mayor respuesta en rendimiento de leche y mayor producción de leche al año se registraron mayores ganancias. Se uso un precio de .2 dólares de somatotropina. Con leche a 12 dólares el kintal y un 15% de respuesta aumentan un 25% los réditos de vacas tratadas con bST en el grupo de 9000 kg de leche (tabla 12).

TABLA 12. Efecto de la somatotropina en los réditos y costos variables por vaca por año usando bajos precios de alimentación (Schmidt, 1989).

		producción por gpo, kg de leche			
Precio	Incrementos				
	por bST	6000	7500	9000	10500
(dol./45.4 kg)	(%)	(\$)			
9	Control	46	76	80	60
	10	44	89	108	102
	15	78	131	157	15
	20	113	173	206	213
10	Control	171	232	268	280
	10	182	262	315	343
	15	223	311	373	410
	20	263	361	432	477
	25	304	410	490	543
	30	344	460	548	610
12	Control	422	546	644	719
	10	458	606	729	826
	15	511	672	806	915
	20	564	737	883	1003
	25	617	802	960	1092

		producción por gpo, kg de leche			
Precio	Incrementos				
	por bST	6000	7500	9000	10500
(dol/45.4 kg)	(%)	(\$)			
	30	670	868	1037	1181
13	Control	547	703	832	938
	10	596	779	936	1067
	15	655	852	1022	1167
	20	715	925	1109	1267

Con altos precios de alimentación y 10 dólares el kintal de leche todos los grupos tuvieron réditos negativos con y sin somatotropina, para vacas con un 10% de incremento en producción las pérdidas fueron mayores que el control, en los otros casos las pérdidas fueron menores que el control. Con leche a 12 dólares y un 10% de respuesta los réditos fueron favorables en relación al control sin embargo la diferencia fue muy pequeña. Para el resto de las combinaciones la somatotropina incrementó los réditos de alimento y costos variables (tabla 13).

El efecto principal de la somatotropina es hacer a las vacas producir al igual que las vacas genéticamente superiores, por ello se debe proporcionar la alimentación y el manejo de vacas de más alta producción, solo de esta manera sera una alternativa económica para los granjeros, aunque altos precios de alimentación y bajos precios de leche no conduzcan a utilizar la somatotropina.

#### II.9. Respuesta de la somatotropina, insulina, prolactina, y tiroxina en selección para rendimiento de leche en vacas holstein.

Bonczek et al. (1988) con el objetivo de determinar el efecto de la selección para rendimiento de leche en Holstein

TABLA 13. Efecto de la somatotropina en los réditos usando altos precios de alimentación (Schmidt, 1989).

Precio de la leche	Incrementos por BST	Producción por gpo, Kg de leche			
		6000	7500	9000	10500
(dol/45.4 kg)	(%)	(\$)			
10	Control	-246	-291	-360	-451
	10	-271	-306	-365	-447
	15	-248	-278	-332	-410
	20	-225	-250	-300	-373
	30	-180	-195	-235	-300
12	Control	4	22	17	-12
	10	5	39	49	36
	15	40	83	100	94
	20	76	126	152	153
	25	111	169	203	212
	30	146	213	254	271

en concentración de somatotropina, insulina, prolactina y tiroxina en el plasma sanguíneo, utilizaron dos grupos genéticos, uno seleccionado en 1964 para producción de leche y otro sin selección (control), las medias de producción son 9878 y 7402 kg/a de leche respectivamente. Todas las vacas iniciaron la lactación entre Agosto de 1983 y Agosto de 1984 (29 de selección y 23 control). Se tomaron muestras de sangre el día 42 y 161 pospartum, se tomaron tres muestras de sangre por vaca por día con 3.5 hrs. de intervalo vía venopuntura yugular por radioinmunoensayo. Los datos se analizaron por parcelas divididas con repeticiones. El efecto de parcela mayor incluye el grupo genético, época de muestreo y parición. El efecto de subparcela incluye el estado de lactación, y número de muestras por día.

La concentración de somatotropina incrementó, la concentración de insulina decreció, mientras que la concentración de prolactina y tiroxina permanecieron sin cambio en la selección para producción de leche. Tiroxina e insulina tendieron a disminuir con la edad. La somatotropina disminuyó del pico a media lactación, mientras que insulina y tiroxina incrementaban su concentración (tabla 14).



TABLA 14. Medias no ajustadas de concentración de hormonas en el plasma por grupo genético (Bonczek, 1988).

Media de gpo y error estandar de la diferencia				
Hormona	Estado	Selección	Control	ES (dif)
STH, ng/ml	Pico	5.64	5.11	.59
STH	Media	3.35	3.01	.16*
STH	General	4.46	3.73	.29*
PRL, ng/ml	Pico	34.79	41.50	7.12
PRL	Media	40.70	40.61	6.76
PRL	General	39.09	41.91	6.24
INS, $\mu$ UI/ml	Pico	18.50	23.37	1.33***
INS	Media	19.89	23.58	.72***
INS	General	18.80	22.50	.57***
T4, ng/ml	Pico	41.55	42.13	2.36
T4	Media	47.75	50.90	2.07
T4	General	44.08	47.68	2.01*

STH = Somatotropina, PRL = insulina, T4 = tiroxina.

\*p<.05

\*\*\*P<.001.

### III. CONCLUSIONES

Las aplicaciones de somatotropina bovina incrementan la producción de leche de vacas Holstein en clima templado y frío, dichos incrementos alcanzan hasta un 36%, la leche de animales tratados con la bST no difiere en el porcentaje de constituyentes razón por la cual esta leche no ofrece ningún riesgo de residualidad para consumo humano.

Las aplicaciones de bST incrementan el consumo de materia seca hasta un 29%, la eficiencia bruta de energía consumida es mayor para animales recibiendo bST, se reporta que la digestibilidad de materia seca y proteína no tiene diferencia significativa para animales tratados con bST.

Los parámetros reproductivos no son afectados por las aplicaciones de bST al igual que el peso vivo, tampoco aumentan los problemas de mastitis.

Las aplicaciones de bST en vaquillas próximas a cargarse no afectan el porcentaje de concepción, facilidad de parto ni la producción de su primer lactancia.

A. Zoa-Mboe (1988) en Florida reporta que temperaturas de 31 oC en adelante inhiben el efecto de las aplicaciones de la bST como reflejo de la disminución del consumo voluntario

de alimento causado por el estrés calórico. Aunque Harold et al. (1989) reportan que en experimentos de cámara climática donde sometieron vacas lactantes a altas temperaturas (25-35 oC) obtuvieron incrementos del 35% en producción de leche y 5.8% en consumo voluntario en aquellos animales tratados con bST con respecto al control.

Los aumentos en la producción de leche debidos a las aplicaciones de bST son mayores cuando se proporciona dietas con alto contenido de proteína.

Las aplicaciones de somatotropina son recomendables en animales de alta producción, en establos que cuenten con recursos para proporcionar una alimentación alta en contenido de proteína y en cantidades adecuadas; solo de esta manera sera una medida económica para los granjeros lecheros.

#### IV. BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, A. A. 1990. Somatotropina bovina en la producción de ganado lechero. México Holstein vol. 21 núm. 8 pp 15-18
- BOER, DE y J. J. KENNELLY 1989. Effect of somatotropin and dietary protein concentration on hormone and metabolite responses to single injections of hormones and glucose. Journal of Dairy Science 72(2): 429-435.
- BOER, DE y J. J. KENNELLY 1989. Effect of somatotropin and dietary protein concentration on milk yield, and kinetics of hormones in dairy cows. Journal Dairy Science 72(2): 419-428.
- BONCZEK, R. R., C. W. YOUNG y J. E. WHEATON 1988. Responses of somatotropin, insulin, prolactin, and thyroxine to selection for milk yield in Holstein. Journal of Dairy Science 71(9): 2470-2479.
- CASTAÑEDA, M. 1990. La somatotropina que es? es segura? cómo actúa?. Síntesis Lechera 4(9): 41-43.
- DALE, E. B. y L. H. DOUGLAS 1989. Long term evaluation of a prolonged-release formulation of N-Methionyl Bovine Somatotropin in lactating dairy cows. Journal of Dairy

Science 72(3):642-651

DUKES, H. H. y M. J. SWENSON 1978. Fisiología de los animales domésticos. Ed. Aguilar pp. 1525-1527.

ELVINGER, F. y H. HEAD 1988. Effect of administration of bovine somatotropin on milk yield and composition. Journal of Dairy Science 71(6): 1515-1524.

GLIMM, D. R. y V. E. BARROCO 1988. Effect of bovine somatotropin on the distribution of immunoreactive Insuline - Like Growth Factor - I in lactanting bovine mammary tissue. Journal of Dairy Science 71(11): 2923-2935.

GRINGS, E. E. y D. M. AVILA DE 1990. Conception rate, growth and lactationof dairy heifers treated with recombinate somatotropin. Journal of Dairy Science 73(1):

JOHNSON, H. D., DIOS DE y SANTOS, O. 1989. Somatotropina bovina en producción de leche en el tropico húmedo. Síntesis Lechera 4(12): 30-31

LOUGH, D. S. y L. D. MULLER 1988. Effect of added dietary fat and bovine somatotropin on the performance and metabolism of lactanting dairy cows. Journal of Dairy

Science 71(5) 1161-1169.

MARSH, W. E. y D. T. GALLICAN 1988. Economics of recombinant bovine somatotropin use in individual dairy herds. Journal of Dairy Science 71(11): 2944-2958.

POLITIS, I., E. BLOCK y J. D. TURNER 1990. Effect of somatotropin on the plasminogen and plasmin system in the mammary gland : proposed mechanism of action for somatotropin on the mammary gland. Journal of Dairy Science 73(6): 1494-1499.

SCHMIDT, G. H. 1974. Fisiología de la lactación. Ed. Acribia pp 108.

SCHMIDT, 1989. Economics of using bovine somatotropin in dairy cows and potential impact on the US dairy industry. Journal of Dairy Science 72(3): 737-745.

ZOA-MBOE, A. , H. H. HEAD y K. C. BACHMAN 1989. Effects of bovine somatotropin on milk yield and composition, dry matter intake, and some physiological functions of Holstein cows during heat stress. Journal of Dairy Science 72(4): 907-916.

