

EFFECTO DE SOMATOTROPINA EN BECERRAS  
HOLSTEIN DE REEMPLAZO, A DOS NIVELES  
DE CRECIMIENTO DEL NACIMIENTO A  
LOS SEIS MESES DE EDAD

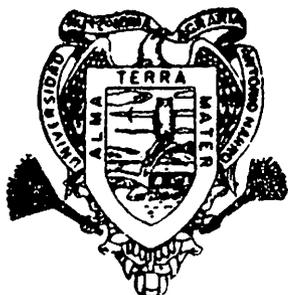
RAUL HERNANDEZ RAMIREZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE Universidad Autónoma Agraria  
MAESTRO EN CIENCIAS "ANTONIO NARRO"  
EN PRODUCCION ANIMAL.



B I B L I O T E C A



Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS  
Buenavista. Saltillo, Coah.  
JUNIO DE 1997

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial para optar al grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN  
PRODUCCION ANIMAL**

**COMITE PARTICULAR**

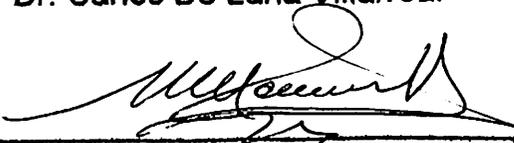
Asesor principal

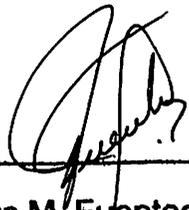
  
\_\_\_\_\_  
MSc. Ricardo Silva Cerrón

Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Carlos De Luna Villarreal

Asesor

  
\_\_\_\_\_  
MC. Regino Morones Reza

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez  
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coah., Junio, 1997.

## AGRADECIMIENTOS

Al Creador del Universo por brindarme la oportunidad de contemplar su majestuosa creación.

Al MSc. Ricardo Silva Cerrón por su apoyo en la realización de esta investigación y por su eficiente contribución en momentos difíciles.

Al Dr. Carlos J. De Luna Villarreal por su valiosa ayuda desinteresada, que permitió vencer obstáculos y por el asesoramiento de esta tesis.

Al MC. Regino Morones Reza por su filosofía académica y el acertado asesoramiento estadístico de esta investigación.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por darme la oportunidad de escalar un peldaño más.

Al CONACYT por financiar mis estudios en esta Universidad.

A todos los maestros y compañeros que desinteresadamente compartieron sus conocimientos y experiencias con un servidor. Muchas gracias.

## DEDICATORIAS

Especialmente a mi hijo que viene en camino:

**Bienvenido a este mundo**

A mis padres:

Joaquín Hernández Trejo

y

Roma Ramírez Lovatón

Por sus consejos, paciencia y por ser  
un pilar digno a seguir

A mi esposa:

Verónica García Mendoza

Por su apoyo, comprensión y amor

Con cariño a mi hermana:

Janeth

## **COMPENDIO**

### **Efecto de Somatotropina en Becerras Holstein de Reemplazo, a Dos Niveles de Crecimiento, del Nacimiento a los Seis Meses de Edad**

**POR**

**RAUL HERNANDEZ RAMIREZ**

**MAESTRIA EN CIENCIAS EN PRODUCCION ANIMAL  
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAH., MEXICO. JUNIO 1997**

**MSc. Ricardo Silva Cerrón -Asesor-**

**Palabras clave:** Efecto, Somatotropina, Crecimiento, Becerras.

Veinte becerras Holstein recién nacidas, fueron distribuidas al azar dentro de un experimento factorial combinatorio 2X2 con cinco repeticiones, donde el primer factor fue crecimiento (normal y alto) y el segundo factor fue implante de 640 mg de Somatotropina (con y sin) cada 28 días a partir del día 15 de edad hasta el día 182.

Las becerras en crecimiento normal consumieron leche entera en relación al 10 por ciento del peso vivo y concentrado iniciador durante la etapa

predestete (42 d), en el período postdestete (43-182 d) consumieron ración completa (60 por ciento de forraje y 40 por ciento de concentrado) a libre acceso. Las becerras en crecimiento alto consumieron leche acidificada con limón (pH 5.5) a libre acceso y concentrado iniciador en la etapa predestete, y posteriormente se le suministró ración (30 por ciento de forraje y 70 por ciento de concentrado) a libre acceso.

Las variables evaluadas fueron peso corporal, ganancia de peso diaria, eficiencia de conversión alimenticia, consumo de materia seca, altura a la cadera y altura a la cruz.

Los resultados para el factor crecimiento mostraron diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en las variables; peso corporal, altura a la cadera y a la cruz en todos los días de edad analizados (21, 42, 126 y 182) favoreciendo a las becerras en crecimiento alto, en el día 182 los resultados son: (195.150 kg vs 160.825 kg), (111.99 cm vs 107.05 cm de altura a la cadera) y (107.90 cm vs 103.0 cm de altura a la cruz). La ganancia de peso diaria presentó diferencia ( $p < 0.05$ ) en todos los períodos analizados (15-21, 0-42, 43-126, 127-182 y 0-182) favorable al crecimiento alto. En el período de 15-21 días fue de 1.146 kg vs 0.485 kg/d.

La eficiencia de conversión alimenticia fue diferente ( $p < 0.05$ ) en el período de 43-126 días registrando mejor eficiencia las becerras en crecimiento alto (3.832 kg ms/kg), el consumo de materia seca fue mayor ( $p < 0.05$ ) en crecimiento alto en la etapa predestete.

Únicamente el período de 127-182 días no registró diferencia estadística favorable en becerras en crecimiento alto en incrementos de altura a la cadera y a la cruz.

El factor somatotropina presentó diferencia ( $p < 0.10$ ) en el incremento de altura a la cadera 9.15 cm vs 7.4 cm en becerras no implantadas en la etapa predestete, e incremento de altura a la cruz (12.65 cm vs 11.0 cm) en el período de 43-126 d. Aunque no se registró diferencia estadística en las otras variables, si se observó una ligera tendencia en becerras implantadas con somatotropina.

En el período de 15-21 días se presentó un efecto conjunto de somatotropina y crecimiento alto en ganancia de peso diaria de 1.306 kg/d y una eficiencia de conversión alimenticia de 0.883 kg.

El factor somatotropina no afecta el incremento de altura a la cadera y a la cruz en el período experimental total (0-182 d) en becerras en crecimiento alto, pero si se manifiesta en crecimiento normal.

## **ABSTRACT**

**Somatotropin effect on replacement heifer calfs, under two growth levels,  
from birth to six months of age.**

**BY**

**RAUL HERNANDEZ RAMIREZ**

**MASTER OF SCIENCE ANIMAL PRODUCTION**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAH., MEXICO. JUNE 1997**

**MSc. Ricardo Silva Cerron -Advisor-**

**Key Words: Effect, Somatotropin, Growth, Eifer calfs.**

Twenty heifer calfs just borned, were distributed randomly in a factorial arrangement of 2X2 with five repetitions, where the first factor was growth (normal and high) and the second one was an implant of 640 mg of somatotropin (with and without) every 28 days beginning with the day 15 of age til day 182.

The normal growth heifer calfs were feed with milk in relation of 10% of live weight and initiating concentrate during the preweaning period (42 d),

during the post-weaning period (43-182 d) they were feed with a full feed ration (60% forage and 40% concentrate) ad libitum. The high growth heifer calfs were feed with acid milk with lemon (pH 5.5) ad libitum an initiating concentrate during the preweaning period, and forward they were feed with ration (30% forage and 70% concentrate) ad libitum.

The variables evaluated were body weight, average daily gain, dry matter intake, feed conversion efficiency, hips and withers height.

The results for the growth factor showed significant differences ( $p < 0.05$ ) in the variables; body weight, hips and withers height in every days of age analized (21, 42, 126 and 182 d) favorizing to the high growth heifer calfs, in the 182 days the results are: 195.150 kg vs 160.825 kg of body weight), (111.99 cm vs 107.05 cm of hips height) and (107.90 cm vs 103.0 cm of withers height). The average daily gain had differences ( $p < 0.05$ ) in every of the periods analized (15-21, 0-42, 43-126, 127-182 and 0-182 ) favorable to the high growth. In the 15-21 d period was of 1.146 kg vs 0.485 kg/d.

The feed conversion efficiency was different ( $p < 0.05$ ) in the 43-126 d period having a better efficiency the high growth heifer calfs (3.832 kg ms/kg), the dry matter intake was higher ( $p < 0.05$ ) in high growth during pre-weaning period.

Only the 127-182 d period hadn't statistical difference favorable for high growth heifer calf in hips and withers heighth.

The somatotropin factor showed difference ( $p < 0.10$ ) in the increment in hips at height 9.15 cm vs 7.4 cm in not implanted heifer calf in the pre-weaning period, and increment in the withers height (12.65 cm vs 11.0 cm) in the 43-126 d period. Although wasn't registered statistic difference in the other variables, it was observed a light tendency in the heifer calf implanted with somatotropin.

In the 15-21 d period there was an effect of somatotropin together with high growth in average daily gain of 1.306 kg/d and a feed conversion efficiency of 0.883 kg.

The somatotropin factor was found for not to have effect over the increment in hips and withers height during the total experimental period (0-182 d) in high growth heifer calf, but it was showed at a normal growth.

## INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS.....	xiv
INDICE DE FIGURAS.....	xvii
INTRODUCCION.....	1
Hipótesis.....	2
REVISION DE LITERATURA.....	3
Mecanismos de Acción de la Leche Acidificada a Libre Acceso.....	3
Respuesta de Becerras a Dietas Acidificadas.....	4
Factores Determinantes en el Crecimiento de Becerros.....	7
Niveles del Factor de Crecimiento Semejante a la Insulina I (IFG-I) y Hormona de crecimiento (somatotropina) en Terminos Recién Nacidos.....	7
Efectos de la Hormona de Crecimiento (Somatotropina).....	10
Niveles de Crecimiento del Nacimiento a la Pubertad.....	14
MATERIALES Y METODOS.....	19
Area de Estudio.....	19
Experimentación.....	19
Tratamientos y Diseño Experimental.....	20
Manejo y Alimentación de Becerras.....	22
RESULTADOS.....	26
Factor Crecimiento y Factor Somatotropina.....	26
Peso Corporal.....	26

Ganancia de Peso Diaria.....	26
Eficiencia de Conversión Alimenticia.....	27
Consumo de Materia Seca.....	28
Altura a la Cadera.....	28
Altura a la Cruz.....	30
Apreciación de Heces.....	31
Interacción de Factores (Crecimiento vs Somatotropina).....	32
<b>DISCUSION.....</b>	<b>33</b>
Factor Crecimiento.....	33
Peso Corporal.....	33
Ganancia de Peso Diaria.....	35
Eficiencia de Conversión Alimenticia.....	37
Consumo de Materia Seca.....	38
Altura a la Cadera y a la Cruz.....	40
Incremento de Altura a la Cadera por Períodos.....	42
Incremento de Altura a la Cruz por Períodos.....	43
Apreciación de Heces.....	44
Factor Somatotropina.....	45
Incremento de Altura a la Cadera por Períodos.....	45
Incremento de Altura a la Cruz por Períodos.....	46
Apreciación de Heces.....	47
Interacción de Factores (Crecimiento vs Somatotropina).....	47
Eficiencia de Conversión Alimenticia (15-21 d).....	47
Ganancia de Peso Diaria (15-21 d).....	49
Incremento de Altura a la Cadera y Altura a la Cruz (0-182 d).....	50

CONCLUSIONES.....	52
RESUMEN.....	54
LITERATURA CITADA.....	57
APENDICE.....	60

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pag
2.1. Resultados obtenidos con becerras Holstein en experimentacion por etapas. Anaya, (1996).....	6
2.2. Resultados obtenidos con becerras Holstein en experimentación por etapas. Delgado, (1993).....	7
2.3. Peso y ganancia diaria de los becerros en experimentación Mears y Kozub. (1995).....	9
2.4. Efecto del peso corporal en la concentración y cinética de la somatotropina en plasma. Mears y Kozub, (1995).....	9
2.5. Diferentes dosis de somatotropina bovina implantada en novillas Holstein. Crooker <i>et al.</i> (1990).....	12
2.6. Parámetros observados en becerras alimentadas a 2 niveles de crecimiento con y sin implante de somatotropina de 7 a 15 meses de edad. McShane <i>et al.</i> (1989).....	13
2.7. Dieta experiemental (% de ingredientes). McShane <i>et al.</i> (1989).....	14
2.8. Tres niveles de Crecimiento en becerras en experimentación de 2 a 8 meses de edad. Johnsson y Obst. (1984).....	15
2.9. Variables evaluadas en becerras de los 3 a los 9 meses de edad bajo 2 niveles de crecimiento. Bortone <i>et al.</i> (1994).....	16
2.10. Peso vivo (kg) de becerras en experimentación. Contreras. (1990).....	17

2.11	Promedio de altura a la cruz (cm) de becerras en experimentación. Contreras. (1990).....	17
3.1.	Temperatura, lluvia, y humedad registradas durante abril de 1995 a junio de 1996. Depto de Agrometeorología de la UAAAN....	20
3.2.	Composición del limón. Mertz. (1976).....	23
3.3.	Composición del concentrado iniciador y su análisis bromatológico.....	24
3.4	Ingredientes y análisis bromatológico de la Ración 1 (R1) ofrecida a los tratamientos A y B (Crecimiento Normal).....	25
3.5	Ingredientes y análisis bromatológico de la Ración 2 (R2) ofrecida a los tratamientos C y D (Crecimiento Alto).....	25
3.6.	Método empleado para la evaluación de salud en base a heces y respiración de becerros. Larson <i>et al.</i> (1977).....	25
4.1	Peso corporal (kg) de becerras Holstein a dos niveles de crecimiento con implante de somatotropina.....	26
4.2	Ganancia de peso diaria (kg) por períodos de becerras Holstein a dos niveles de crecimiento con implante de somatotropina.....	27
4.3	Eficiencia de conversión alimenticia (kg ms/kg p v) de becerras Holstein a dos niveles de crecimiento con implante de somatotropina.....	27
4.4	Consumo de materia seca (kg ms/d) de becerras Holstein a dos niveles de crecimiento con implante de somatotropina.....	28
4.5	Altura a la cadera (cm) de becerras Holstein a dos niveles de crecimiento con implante de somatotropina.....	29
4.6	Incremento de Altura a la cadera (cm) de becerras Holstein a dos niveles de crecimiento con implante de somatotropina.....	29

4.7	Altura a la Cruz (cm) de becerras Holstein a dos niveles de crecimiento con implante de somatotropina.....	30
4.8	Incremento altura a la cruz (cm) de becerras Holstein a dos niveles de crecimiento con implante de somatotropina.....	31
4.9	Apreciación de frecuencia en días en heces y aplicación de antibióticos en becerras Holstein, a dos niveles de crecimiento con implante de somatotropina.....	32
A.1	Cuadrados medios y su significancia de las variables; peso corporal, altura a la cadera y altura a la cruz, de becerras Holstein para cada uno de los días analizados.....	61
A.2	Cuadrados medios y su significancia de las variables; consumo de materia seca, eficiencia de conversión alimenticia, ganancia de peso diaria, incremento de altura a la cadera e incremento de altura a la cruz, de becerras Holstein para cada uno de los períodos analizados.....	62

## INDICE DE FIGURAS.

Figura	Pág.
5.1. Peso corporal (kg) de becerras Holstein bajo dos niveles de crecimiento.....	34
5.2. Ganancia de peso diaria (kg/d) de becerras Holstein bajo dos niveles de crecimiento.....	36
5.3. Eficiencia de conversión alimenticia de becerras Holstein bajo dos niveles de crecimiento.....	38
5.4. Consumo de materia seca (kg/d) de becerras Holstein bajo dos niveles de crecimiento.....	40
5.5. Altura a la cadera de becerras Holstein bajo dos niveles de crecimiento.....	41
5.6. Altura a la cruz de becerras Holstein bajo dos niveles de crecimiento.....	42
5.7. Incremento de altura a la cadera de becerras Holstein bajo dos niveles de crecimiento.....	43
5.8. Incremento de altura a la cruz de becerras Holstein bajo dos niveles de crecimiento.....	44
5.9. Incremento de altura a la cadera de becerras Holstein bajo implante de somatotropina (640 mg de STH).....	46
5.10. Incremento de altura a la cruz en becerras Holstein bajo implante de Somatotropina (640 mg de STH).....	47
5.11. Efecto de somatotropina a dos niveles de crecimiento en becerras Holstein en la 3ª semana de edad, en eficiencia de conversión alimenticia.....	48

5.12.	Efecto de somatotropina bajo dos niveles de crecimiento en becerras Holstein en la 3 <sup>a</sup> semana de edad, en ganancia de peso diaria.....	49
5.13.	Efecto de somatotropina bajo dos niveles de crecimiento en becerras Holstein, durante todo el período experimental (0-182 d) en incremento de altura a la cadera .....	51
5.14.	Efecto de somatotropina bajo dos niveles de crecimiento en becerras Holstein, durante todo el período experimental (0-182 d) en incremento de altura a la cruz .....	51

## INTRODUCCION

En toda explotación de ganado lechero la cría y manejo de reemplazos juegan un papel muy importante, dado que de éstas dependerá la eficiente producción de leche en los próximos años siguientes. El estructurar un programa eficiente en la cría de reemplazos permite disponer de un número adecuado de vaquillas, y de esta forma ejercer una mayor presión sobre el desecho voluntario de vacas en producción, logrando así un acelerado proceso de mejoramiento genético.

Los costos de alimentación en la crianza de becerras de reemplazo pueden fluctuar entre un 40 y 70 por ciento del total de los costos, sin embargo; un manejo intensivo puede reducir los costos y, hacer que las novillas entren a la pubertad a una edad más temprana y lograr así su primer lactancia antes de los 24 meses de edad, esto se puede obtener con una alimentación superior a los requerimientos estándares establecidos, a través de estimulantes del crecimiento (ración altamente energética e implante de somatotropina).

La alimentación a libre acceso a través de leche acidificada con limón, antes del destete es muy importante dado que de ésta depende en gran medida un óptimo crecimiento y reducción de la mortalidad (Anaya, 1996). Considerándose a este período uno de los más críticos en la vida del animal, en el cual la acidificación de la leche ha sido empleada para incrementar el nivel de ácido en el estómago, mejorar la producción y actividad de enzimas, prevenir el crecimiento y proliferación de bacterias patógenas (Escherechia

*coli*), estimular el crecimiento de bacterias productoras de ácido láctico e intervenir como intermediarios en fases energéticas, jugando un papel directo en los procesos metabólicos; permitiendo así niveles altos de crecimiento (Fallon y Harte, 1980).

La hormona de crecimiento (Somatotropina) presenta gran actividad metabólica que involucra prácticamente a todos los tipos de células, esta hormona tiene efecto en el crecimiento corporal y desarrollo de la glándula mamaria, pudiendo alcanzar ésta hasta un 11.8 por ciento más de volumen en relación a las becerras que no han sido tratadas con esta hormona (Murphy *et al.*, 1991). Para que la hormona de crecimiento tenga efecto es necesario que exista gran disponibilidad de nutrientes en la ración.

Por lo tanto el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la hormona de crecimiento (factor somatotropina), en becerras Holstein de reemplazo del nacimiento a los seis meses de edad, bajo dos niveles de crecimiento (normal y alto). Lo anterior fue medido a través de las variables; peso corporal, ganancia de peso diaria, conversión alimenticia, consumo de alimento, altura a la cadera y altura a la cruz.

### **Hipótesis**

La hormona de crecimiento (somatotropina) tiene efecto positivo en peso corporal, ganancia de peso diaria, conversión alimenticia, consumo de alimento, altura a la cadera y altura a la cruz de becerras Holstein de reemplazo sometidas a crecimiento normal y crecimiento alto del nacimiento a los seis meses de edad.

## REVISION DE LITERATURA

### Mecanismos de Acción de la Leche Acidificada a Libre Acceso.

El consumo de leche entera a libre acceso puede ocasionar trastornos metabólicos en el tracto digestivo de los terneros, estos trastornos pueden corregirse al acidificar la dieta y de esta forma favorecer un descenso en el pH abomasal, provocando así una acción bacteriostática a microorganismos patógenos que habitan en esta región (Jaster *et al.*, 1990).

Las secreciones del páncreas pueden limitar la acción de los ácidos, razón por la cual deben agregarse a la dieta, mejorando así los procesos digestivos como resultado de una reducción en la incidencia de trastornos, obteniéndose un estado saludable de los becerros (Woodford *et al.*, 1987). Además concluye que el pH abomasal no sólo está determinado por el pH de la dieta, sino también por la frecuencia de consumo.

Roy, 1980. Menciona que al acidificar la leche o los sustitutos de ésta a pH inferiores al 5.7, se mejora el tiempo de la formación del cuajo del abomaso permitiendo una mayor utilización de los nutrientes al mejorarse la acción enzimática. Esta acidificación tiene un efecto más consistente en la salud en sistemas *ad libitum* debido a la frecuencia y a la cantidad de leche consumida por toma. Indicando que las primeras bacterias que colonizan el tracto digestivo son, la *Escherechia coli* y *clostridium perfringes* invadiendo el estómago e intestino delgado provocando graves problemas al animal, sin embargo, en

presencia de un pH ácido estas bacterias tienden a desaparecer favoreciendo de esta forma una menor incidencia de diarreas.

El ácido ascórbico (vitamina C) es producido en el hígado de los animales incluyendo el ganado, sin embargo; durante los primeros cuatro meses de vida, el becerro se considera que es deficiente en esta vitamina (menos de 3.05 mg log 10) exponiéndose con esta deficiencia a graves enfermedades,  $P < 0.05$ . (Cummins y Brunner, 1991). Esta deficiencia puede ser corregida al acidificar la leche con limón, ya que éste es naturalmente rico en esta vitamina.

### **Respuesta de Becerras a Dietas Acidificadas.**

Erickson *et al.* (1989) en un experimento cuyos tratamientos fueron; sustituto de leche a base de proteína de soya acidificado, sustituto no acidificado y leche entera normal, ofrecidos en forma restringida al 10 por ciento del peso corporal, registrando los pH de cada una de las dietas; 5.45, 6.13 y 6.18, no encontraron diferencias estadísticas en el pH abomasal de las respectivas dietas, 0.9, 1.3 y 2.2, mencionando que estos valores del pH abomasal pueden ser debidos a la frecuencia del consumo restringido de la dieta (dos veces al día).

Thickett *et al.* (1983) reportan que becerros alimentados con sustituto acidificado *ad libitum* tuvieron una mejor condición de salud expresada con menor fluidez de heces durante el predestete, en comparación a becerros alimentados en forma restringida con sustituto normal. Las medidas de fluidez

de heces (1 = excelente, 4 = pobre) en becerros alimentados *ad libitum* con sustituto acidificado y alimentados restringidamente con sustituto normal fueron de 1.59 y 2.20 a la tercera semana de edad, y de 1.45 y 2.00 a la quinta semana de edad respectivamente. Además reportan que el 0.02 por ciento de becerros alimentados *ad libitum* con sustituto acidificado, son tratados con antibióticos en respuesta a infección intestinal, a diferencia de un 0.09 por ciento cuando son alimentados con sustituto normal en forma restringida. Asegurando que becerros alimentados *ad libitum* con sustituto acidificado presentan una mayor ventaja en la utilización del alimento, debido a una mejor eficiencia de conversión alimenticia.

Nocek y Braund (1986) aseveran que becerros alimentados *ad libitum* con sustituto acidificado mostraron una menor fluidez de heces ( $P < 0.05$ ), menor número de días con diarrea fluida ( $P < 0.01$ ) y menor número de días bajo tratamiento antibiótico en respuesta a infección ( $P < 0.01$ ), en comparación a becerros en sustituto normal ofrecido en forma restringida durante una etapa del día 6 al 11 del predestete.

Durante el resto del período (12 - 35 días) los becerros con sustituto acidificado *ad libitum*, presentaron una mayor fluidez en las heces ( $P < 0.01$ ), la cual fue atribuida a razones nutricionales y no ha infecciosas.

Woodford *et al.* (1987), Reporta ganancias de peso de 0.300 y 0.710 kg/d y eficiencias de conversión alimenticia de 2.39 y 2.46 ( $p < 0.10$ ) en becerros alimentados en forma restringida (10 por ciento del peso corporal) con sustituto normal *versus* sustituto acidificado a libre acceso respectivamente.

En contraste Richard *et al.* (1988), reporta que no hubo diferencia estadística en ganancia de peso de 0.390 kg/d y una eficiencia de conversión de 2.76 kg, en becerros alimentados con sustituto de leche acidificada a libre acceso *versus* 0.360 y 2.510 en sistema restringido.

A continuación se muestran los resultados reportados por Anaya, 1996, (cuadro 2.1) y Delgado 1993, (cuadro 2.2), en experimentos realizados con becerros Holstein, para las variables; ganancia de peso diaria, consumo de materia seca y altura a la cruz.

**Cuadro 2.1.- Resultados obtenidos con becerras Holstein en experimentación por etapas. Anaya, (1996).**

Edad (d)	Tratamientos			
	A	B	C	D
	<i>Ganancia de peso diaria (kg/d)</i>			
14-21	0.386	0.404	0.300	0.832*
0-42	0.331	0.314	0.408	0.513*
	<i>Consumo de materia seca (kg)</i>			
14-21	0.717	0.767	1.465	1.512
0-42	0.803	0.869	1.265	1.314
	<i>Altura a la cruz (cm)</i>			
14-21	0.04	0.51*	1.16	1.03
0-42	4.00	3.41	4.08	5.25

Diferencia estadística \*( $p < 0.05$ ).

A = Dieta Leche entera restringida individual, B = Leche acidificada con lactobacilos + limón retringida individual, C = Leche acidificada con lactobacilos + limón a libre acceso, D = Leche acidificada con limón a libre acceso en grupo.

Delgado, (1993) observó diferencia significativa en el consumo de materia seca, en el período de 15-21 d, y diferencia en la altura a la cruz en el período de 0-42 d, para el tratamiento de leche acidificada con acidificante bacterial y consumo *ad libitum*. En contraste a Anaya (1996) que reporta diferencias estadísticas para ganancia de peso diaria en el período de 0-14 y de 0-42 días para el tratamiento de leche acidificada con limón a libre acceso.

**Cuadro 2.2.- Resultados obtenidos con becerras Holstein en experimentación por etapas. Delgado, (1993).**

Edad (d)	Tratamientos		
	A	B	C
	<i>Peso corporal (kg)</i>		
0	43.3	41.7	45.2
21	44.5	43.3	46.3
42	51.9	50.4	55.0
	<i>Ganancia de peso (kg/d)</i>		
0-42	0.212	0.187	0.245
	<i>Consumo de materia seca (kg/d)</i>		
15-21	0.640	0.763	0.873**
0-42	0.656	0.731	0.791
	<i>Altura a la cruz (cm)</i>		
0	75.6	75.3	75.6
42	80.7	80.5	81.8
0-42	5.2	5.1	6.4*

Diferencia estadística; \*( $p < 0.05$ ), \*\*( $p < 0.01$ ).

A = leche normal restringida, B = leche acidificada con ácido acético *ad libitum* y C = leche acidificada con acidificante bacterial *ad libitum*.

### **Factores Determinantes en el Crecimiento de Becerros**

#### Niveles del Factor de Crecimiento Semejante a la Insulina I (IGF-I) y Hormona de Crecimiento (somatotropina) en Terneros Recién Nacidos.

Lee *et al.* (1995), midieron la concentración del Factor de crecimiento semejante a la insulina I (IGF-I), contenida en el calostro y su transferencia a la circulación sanguínea de terneros recién nacidos alimentados con calostro, leche o sustituto de leche, antes y después de cada alimentación a intervalos de 12 hrs, durante los dos primeros días de vida. La concentración de proteína en plasma se incrementó conforme transcurrió el tiempo de vida de los terneros alimentados con calostro, los niveles de cortisol disminuyeron después de cada alimentación en cada una de las dietas, a diferencia de los niveles de insulina que se incrementaron ligeramente, la concentración en plasma de prolactina y -

hormona de crecimiento (somatotropina), no fue diferente entre las dietas ni mostró cambios después de cada alimentación. La concentración de IGF-I e IGF-II se incrementó con la leche entera, sin embargo, la IGF-BP (prueba de aglutinación de proteína de IGF) no fue diferente entre las tres diferentes dietas antes o después de la alimentación; estos resultados indican que no se presenta una transferencia significativa del factor de crecimiento del calostro al intestino delgado de terneros recién nacidos.

En contraste a Grutter y Blum. (1991), en la investigación con ocho terneros recién nacidos (testigo) que consumieron calostro o leche entera (5 por ciento del peso vivo), indican que el calostro contenía altas cantidades IGF-I e insulina inmunoreactiva (IRI) y bajas cantidades de somatotropina (STH), observaron que la STH, IRI, y el IGF-I se incrementaron en plasma sólo después de ser alimentados con calostro ( $p < 0.05$ ), además suponen que la absorción del IGF-I es a nivel intestinal e incrementándose la secreción endógena. El otro tratamiento consistió en inyectar subcutáneamente a ocho terneros de tres días de edad con 0.5 mg/kg de p. v. con somatotropina durante tres días, observándose que la STH incrementó significativamente el IGF-I en plasma ( $p < 0.05$ ), Estos resultados demuestran que el GH-IGF-I es básicamente funcional en terneros muy jóvenes; indicando que el incremento de la concentración de IRI en plasma en terneros tratados con STH causa la resistencia a la inducción insulínica.

Mears y Kozub, (1995), determinaron los niveles basales y cinética de la hormona de crecimiento, para las razas de Hereford y Angus desde el nacimiento hasta los 450 kg (cuadro 2.3), concluyendo que la ganancia diaria de peso y la cinética de la hormona de crecimiento (STH) está más

estrechamente relacionada con el peso al nacimiento de terneros que con la dieta alimenticia en corral, además confirman que los niveles basales de STH, tiempo medio de vida, estabilidad del volumen de distribución, rango de eliminación metabólica y rango de secreción; generalmente disminuyen al incrementarse la edad, del nacimiento a los 450 kg. (cuadro 2.4).

**Cuadro 2.3.- Peso y ganancia diaria de los becerros en experimentación. Mears y Kozub, (1995).**

Período	Hereford		Angus	
	P	GDP	P	GDP
1	37.4*	0.62	33.0	0.62
2	78.3	0.93	79.0	0.99
3	154.0	1.17	155.1	1.20
4	257.2	1.32	255.0	1.30
5	353.2	1.36	355.9	1.35
6	451.4	1.08	452.4	1.08

\*Diferencia significativa ( $p < 0.01$ ).

P = peso, GDP = ganancia diaria de peso (kg/d).

**Cuadro 2.4.- Efecto del peso corporal en la concentración y cinética de la somatotropina en plasma. Mears y Kozub, (1995).**

P	STH (ng ml)	EVD (ml kg)	TMV (min)	REM	RS (mg h kg)
1	30.2	29.0	13.8	96.6	2.85
2	19.9	25.6	14.9	75.1	1.47
3	16.1	16.1	11.6	57.9	0.92
4	19.6	13.9	12.7	45.0	0.88
5	16.2	14.0	11.5	52.0	0.82
6	19.1	13.6	14.1	42.6	0.79
	Prob. <0.01	<0.01	<0.05	<0.01	<0.01

STH = Concentración basal de somatotropina en plasma.

EVD = Estabilidad del volumen de distribución.

TMV = Tiempo medio de vida.

REM = Rango de eliminación metabolizable (mL h kg)

RS = Rango de secreción.

Ruckebusch *et al.* (1994), indica que el factor de crecimiento semejante a la insulina I (IGF-I), estimula la entrada de glucosa al citoplasma de las células y la síntesis de glucógeno o lípidos, aumenta el crecimiento de tejidos, el transporte e incorporación de aminoácidos y la síntesis de proteínas (colágeno) en células musculares, esqueléticas, cardíacas y lisas, además indica que la aplicación de somatotropina estimula la síntesis de RNA y aumenta la captación e incorporación de aminoácidos a las proteínas, desconociéndose actualmente los mecanismos por los cuales la insulina y la somatotropina aumentan la síntesis de proteína en los ribosomas.

### **Efectos de la Hormona de Crecimiento (Somatotropina).**

Dentro de las funciones principales de la Hormona de Crecimiento (Somatotropina) se encuentra la activación de la síntesis de proteína al aumentar su aprovechamiento (balance de nitrógeno positivo), acción sobre el metabolismo lipídico y glucídico al incrementar la movilización de las grasas, síntesis de carbono y la aceleración del crecimiento de los huesos mejorando la utilización del calcio y fósforo. En condiciones de hambre se eleva la producción de somatotropina, lo que conduce a una mayor movilización de grasas y a un aumento en la síntesis de hidratos de carbono impidiendo la presencia de hipoglucemia.

Groenewegen *et al.* (1990), en su experimento con becerros Holstein, inyectados con somatotropina (0.1 mg/kg de peso vivo) y otros con solución salina (control), a partir de los siete días de edad hasta los 91 días, menciona que los becerros implantados con STH; incrementaron el consumo de alimento, pero no la eficiencia de conversión alimenticia, manteniéndose alta la

concentración de esta hormona en plasma. La ganancia de peso diaria fue de 0.710 kg ( $p < 0.05$ ) en comparación del control (solución salina), el porcentaje de grasa en canal fue de  $28.1 \pm 1.18$  en becerros implantados con somatotropina *versus*  $32. \pm 1.84$  ( $p < 0.05$ ) del control.

Johnsson *et al.*, (1986), en su experimento con borregas de 8 a 20 semanas de edad, cuyos tratamientos fueron; alimentación restringida (40 g de alimento/kg de peso), alimentación *ad libitum* y alimentación *ad libitum* más inyección de 0.1 mg/kg de peso de somatotropina. Reporta ganancias de peso diarias de 155 g/d, 184 g/d y 347 g/d para los respectivos tratamientos, encontrando un incremento significativo en la ganancia de peso diaria ( $P < 0.01$ ), un incremento en el DNA del parénquima de la glándula mamaria (71.2 mg;  $P < 0.10$ ) y mayor concentración de grasa en los tejidos del parénquima (20.6 g;  $P < 0.05$ ) para este último tratamiento (alimentación *ad libitum* e inyección de Somatotropina).

Además mencionan que la mayor fase de crecimiento del tejido del parénquima de la glándula mamaria ocurre antes de las 20 semanas de edad, durante este período una restricción alimenticia; incrementa los niveles de concentración de hormona del crecimiento en el plasma y reduce los niveles de la prolactina. Después de las 20 semanas de edad el desarrollo de la glándula mamaria es más lento, no encontrándose considerables efectos del nivel de alimentación en la concentración de somatotropina y prolactina en plasma.

Breier y Gluckman (1991), indican que la somatotropina estimula la incorporación de aminoácidos en las proteínas, induce la degradación de las grasas almacenadas en el tejido adiposo y la liberación de ácidos grasos libres

en la circulación, aumentando las concentraciones de glucosa hepática.

Crooker *et al.* (1990), en la investigación que realizaron con novillas Holstein con peso promedio de 104 kg, reportan que las novillas que recibieron una dosis de 200 mg/kg de peso corporal, presentaron un incremento del 23 por ciento en la retención del nitrógeno comparadas con las que no se les aplicó somatotropina, obteniendo los resultados siguientes:

**Cuadro 2.5.- Diferentes dosis de somatotropina bovina implantada en novillas Holstein. Crooker *et al.* (1990).**

Variables	Dosis de somatotropina bovina (mg/kg de peso)				
	0	33.3	66.7	100	200
Urea en plasma mg/100 ml	13.8	12.6	10.9	11.4	10.1
Glucosa en plasma mg/100 ml	99.5	97.3	104.1	104	107.4
Insulina en suero pg/ml	390	349	455	670	525
IGF - I en suero ng/ml	154	217	240	249	269

Crooker *et al.* (1990) y Elvinger *et al.* (1991), aseguran que no se presentan grandes cambios en la eficiencia de utilización de la energía metabolizable con el tratamiento de somatotropina y aparentemente ésta no altera la digestibilidad de la materia seca.

Vestergard *et al.* (1994) en su experimento con novillas de edad aproximada a la pubertad, implantadas con somatotropina con 20 UI/d, se estimuló el crecimiento en un 8 por ciento más con respecto al control, las ganancias fueron de 0.980 y de 0.877kg/d ( $p < 0.03$ ), además se redujo la grasa en esqueleto en un 12 por ciento y la grasa intramuscular en un 20 por ciento ( $p < 0.01$ ).

McShane, *et al.* (1989), analizaron el efecto de la somatotropina recombinante y el consumo de energía en el desarrollo de becerras Angus de siete meses de edad (208 d), bajo la suministración de dos dietas energéticas (nivel bajo y nivel alto) con y sin implante de somatotropina, aplicándoles 20.6 mg/d de somatotropina a dos de los 4 tratamientos, esta experimentación tuvo una duración de ocho meses. Estos investigadores indican que la somatotropina incrementa el nivel de crecimiento (peso y altura a la cadera) y mejora la eficiencia alimenticia, incrementándose el crecimiento de los huesos y suprimiendo la deposición de grasa, no afectando la edad a la pubertad. Además reportan que los efectos de somatotropina en área pélvica dependen del consumo de energía. En conclusión la somatotropina estimula el crecimiento en becerras de carne, sin embargo; se requiere se establezcan los mecanismos fisiológicos y bioquímicos mediante los cuales actúa en dichos procesos de crecimiento. El cuadro 2.6 muestra el crecimiento de becerras analizadas durante el período de 7 a 15 meses de edad y las dietas (cuadro 2.7) usadas durante el experimento.

**Cuadro 2.6.- Parámetros observados en becerras alimentadas a 2 niveles de crecimiento con y sin implante de somatotropina de 7 a 15 meses de edad. McShane *et al.* (1989).**

Tratamiento	Alto en Energía		Bajo en Energía	
	STH	sin STH	STH	sin STH
Peso Inic (kg)	228.3	225.8	229.0	233.7
Peso Final (kg)	421.2	404.8	384.0	373.7
Ganancia de peso/d	0.823	0.764	0.659	0.600
Conversión Aliment.	6.34	6.87	7.89	8.79
Alt. Cadera Inic. (cm)	105.1	105.9	105.8	106.1
Alt. Cadera Final	121.7	120.9	122.0	120.0
Incremento diario en Altura a la Cadera	0.071	0.064	0.068	0.060

STH = Somatotropina

**Cuadro 2.7.- Dieta Experimental (% de Ingredientes). McShane *et al.* (1989).**

<u>Ingredientes</u>	<u>Alto en Energía</u>	<u>Bajo en Energía</u>
Maíz Molido	58.95	29.36
Cascarilla de Algodón	29.35	55.40
Harina de Soya	10.29	13.86
Piedra Caliza	1.12	0.83
Fosfato Dicálcico		0.28
Minerales Traza	0.28	0.28
% C. P.	12.3	12.2
E.M. Mcal/kg	2.68	2.22

Las novillas consumieron 5 kg/d entre 7 y 11.5 meses y 6.8 kg/d entre 11.5 y 15 meses de edad.

**Niveles de Crecimiento del Nacimiento a la Pubertad.**

El crecimiento corporal se debe a la multiplicación de células llamada hiperflasia o al aumento de tamaño de las mismas denominado hipertrofia. En los embriones y animales jóvenes, el crecimiento se debe principalmente a la hiperplasia y posteriormente a la hipertrofia de varios tejidos. Actualmente no se ha determinado el mecanismo fisiológico responsable de las pautas que sigue el crecimiento normal. La división celular requiere de la hormona de crecimiento (somatotropina), que se metaboliza rápidamente, estimulando o retrasando el crecimiento al aumentar o disminuir la síntesis de RNA o DNA y de proteínas en los tejidos.

Para un crecimiento normal, generalmente las Guías del NRC (1989) recomiendan una ganancia promedio de peso de 700g/d en becerras de los 3 a los 24 meses de edad.

En el manejo de reemplazos lecheros, el crecimiento puede ser variable de acuerdo al ritmo que se desee obtener. Pérez, (1986) muestra que vaquillas alimentadas al 100 por ciento de sus requerimientos nutricionales, la pubertad se presentó entre los 11 y 12 meses de edad, (260 - 280 kg) al 120 y 130 por ciento se presentó entre los 9 y 10 meses de edad y a un 60 y 65 por ciento se retrasa la pubertad presentándose hasta los 18 meses de edad.

En un experimento realizado en el Sur de Australia, con novillas Hereford bajo tres niveles de crecimiento. Johnsson y Obst (1984) reportan; que el período de crecimiento más importante es antes de los ocho meses de edad, este período tiene influencia marcada en la subsecuente producción de leche, comparado con el período de los 8 a los 14 meses de edad. (cuadro 2.8).

**Cuadro 2.8.- Tres niveles de crecimiento en becerras en experimentación de 2 a 8 meses de edad. (Johnsson y Obst., 1984).**

Período de Exp Niveles de Creç	2 a 8 meses		
	GPE (kg/d)	GPR (kg/d)	CMS (kg MS)
Crec. Bajo	0.50	0.55	2.1
Crec. Norm.	0.75	0.67	2.4
Crec. Alto	1.0	0.91	3.9

GPE = Ganancia de peso esperada, GPR = Ganancia de peso real  
CMS = Consumo de materia seca.

Bortone *et al.* (1994) usaron dos niveles de crecimiento, en becerras de 3 a los 12 meses de edad, los niveles fueron el 100 por ciento y 115 por ciento respectivamente de acuerdo con las recomendaciones del NRC (1989), obteniendo los resultados siguientes.

**Cuadro 2.9.- Variables evaluadas en becerras de los 3 a los 9 meses de edad bajo 2 niveles de crecimiento (Bortone *et al.* , 1994).**

	3 meses		6 meses	
	100%	115%	100%	115%
Peso Corporal	88.9	88.2	155.3	165.6
Altura Cruz	85	84.2	101.1	101.2
Circ. Torácica	104.2	104.1	124.4	126.1
Long. Cuerpo	92.3	91.4	109.9	111.9
Cond. Corporal		2.9	2.9	2.9

Stelwagen y Grieve, (1992), establecieron tres niveles de crecimiento para su investigación: Bajo 611 g/d, medio 737 g/d y alto 903 g/d, usando becerras de seis meses de edad. Concluyendo que las becerras con un alto nivel de crecimiento llegan más rápido a la pubertad, sin embargo, el mecanismo de acción por los altos niveles de alimentación afectan adversamente la mamogénesis, es decir que la deposición de grasa en la glándula mamaria se incrementa con el nivel alto de crecimiento.

Contreras, (1990) en su investigación con becerros Holstein, sometidos a una sub-alimentación temprana periódica, donde los tratamientos fueron: A) alimentación *ad libitum*; B) restricción alimenticia por seis semanas y C) restricción alimenticia por ocho semanas, no encontró diferencia significativa en la variable peso vivo de hembras (en ningún período). A continuación se observan los pesos registrados por semana de las hembras del experimento.

**Cuadro 2.10.- Peso vivo (kg) de becerras en experimentación. Contreras, (1990).**

Edad en Sem	Tratamientos			Nivel de significancia.		
	A	B	C	0.5	0.1	C.V
0	40.08	38.75	39.0	°		
3	41.64	38.63	39.1	°	NS	10.05
6	51.32	45.30	48.67	°	NS	12.90
18	121.52	117.36	121.98		NS	11.55
26	182.69	183.32	188.00		NS	8.68

° - Pesos corregidos por covarianza      \* - Significativo NS - No significativo

Además, también reporta que no se presentó diferencia significativa entre tratamientos en las variables; ganancia de peso diaria y altura a la cruz en ninguno de los dos sexos. A continuación se observan las alturas a la cruz registradas por semana de las becerras en experimentación.

**Cuadro 2.11.- Promedio de altura a la cruz (cm) de becerras en experimentación. Contreras, (1990).**

Edad en Sem	Tratamientos			Nivel de Significancia.		
	A	B	C	0.5	0.1	C.V
0	73.62	70.40	73.65	NS	NS	3.62
3	75.56	72.84	75.90	NS	NS	3.71
6	77.70	76.28	78.92	NS	NS	4.08
18	92.20	91.40	94.35	NS	NS	2.71
26	103.08	101.90	105.20	NS	NS	2.79

\* Significativo NS - No Significativo

Contreras, (1990) indica que después de una sub-alimentación temprana se manifiesta el fenómeno de crecimiento compensatorio, mediante la reanudación del crecimiento alcanzando la talla y el peso verdadero del animal, mostrando esto un mecanismo de defensa, ya que el organismo se eficientiza durante esta etapa, por lo que al volver a una alimentación *ad libitum* el animal se recupera.

Cabe mencionar que bajo condiciones de una nutrición adecuada, el macho posee menos tejido adiposo que las hembras, permitiéndole transformar el alimento en peso corporal con mayor eficiencia, dado que la formación de un kilogramo de tejido adiposo requiere más alimento que la producción de un kilogramo de músculo.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Area de Estudio.**

La investigación se realizó en las instalaciones del establo lechero de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" en Buenavista, Saltillo, Coahuila, localizada a 25° 23' latitud norte, 101° 00' longitud oeste y a una altura de 1743 msnm. El clima en el área de investigación según la clasificación climática de Köppen en 1969 modificada por García (1973) es:

BW1 hw (x') (e)

Donde: BW1, es un clima muy árido o muy seco, con cociente P/T igual a 22; hw, temperatura media anual entre 13 y 22 °C; (x') período de lluvia entre verano e invierno y (e) extremoso, con oscilación entre 7 y 14 °C.

### **Experimentación.**

La experimentación comprendió el período del 20 de abril de 1995 al 20 de junio de 1996. Iniciándose desde el nacimiento de las becerras hasta los 182 días de edad, registrando el peso corporal, altura a la cruz y a la cadera, continuando así durante las primeras 12 semanas de vida, y posteriormente se registraron dichas medidas y pesos los días 126, 154 y 182.

El siguiente cuadro (3.1) muestra la temperatura, lluvia y humedad registrada durante el período que duró la experimentación.

**Cuadro 3.1.- Temperatura, lluvia, y humedad registradas durante abril de 1995 a junio de 1996. Departamento de Agrometeorología de la UAAAN.**

Mes	Temperatura (°C)			Lluvia (mm.)		Humedad
	Min.	Max.	Prom.	Max.	Tot	%
Abril - 1995	2.0	31.2	17.8	0	0	78
Mayo	9.2	35.0	22.8	11.0	28.3	76
Junio	8.8	35.2	21.1	13.5	24.4	82
Julio	10.6	31.0	21.1	28.0	83.7	89
Agosto	10.0	27.5	19.2	35.2	98.6	91
Septiembre	8.0	30.0	18.5	27.5	53.2	88
Octubre	1.0	28.0	15.7	8.6	11.3	84
Noviembre	3.0	29.0	14.7	9.3	9.3	89
Diciembre	-3.0	27.0	10.4	9.0	17.5	86
Enero	-5.0	27.0	11.6	2.0	2.0	71
Febrero	-3.3	31.0	14.1	2.0	2.0	80
Marzo	-7.0	28.0	12.9	0.0	0.0	80
Abril	2.0	32.0	18.5	0.0	0.0	83
Mayo	10.0	34.3	23.0	17.0	29.2	46
Junio - 1996	13.8	31.9	22.7	0.0	0.0	54

### **Tratamientos y Diseño Experimental.**

Veinte becerras Holstein de reemplazo nacidas en el establo lechero de la Universidad, fueron asignadas al azar a 4 tratamientos experimentales y arreglo factorial 2X2, siendo los factores niveles de crecimiento (normal y alto) y factor somatotropina (sin y con implante). Los tratamientos (combinaciones de los niveles de los factores señalados) fueron los siguientes:

A.- Alimentación con leche entera en proporción a un 10 por ciento del peso corporal repartido en dos tomas y suministro de ración completa R1 (cuadro 3.4) con proporción forraje/concentrado 60:40 a partir del día 43 al 182.

B.- Igual al tratamiento A, más aplicación 640 mg somatotropina los días 15, 43, 71, 99, 127, y 155.

C.- Alimentación con leche entera acidificada con limón (pH 5.5) a libre acceso y, suministro de ración completa R2 (cuadro 3.5) proporción forraje/concentrado 30:70 a partir del día 43 al 182.

D.- Igual al tratamiento C, más aplicación de 640 mg somatotropina los días 15, 43, 71, 99, 127 y 155.

Los resultados obtenidos para las variables estudiadas se realizaron mediante el modelo estadístico propuesto (dos factores en diseño completamente al azar):

$$Y_{ijk} = U + S_i + C_j + (SC)_{ij} + E_{ijk}$$

con:

$i = 1, 2$  niveles de crecimiento normal y alto (factor crecimiento)

$j = 1, 2$  con o sin hormona de crecimiento (factor somatotropina)

$k = 1, 2, 3, 4, 5$  repeticiones

donde:

$Y_{ijk}$  = variable aleatoria observable

$U$  = media general

$S_i$  = efecto del  $i$ -ésimo nivel de crecimiento

$C_j$  = efecto de la  $j$ -ésima cantidad de hormona somatotropina

$(SC)_{ij}$  = efecto conjunto del  $i$ -ésimo nivel de crecimiento y la  $j$ -ésima cantidad de hormona somatotropina.

$E_{ijk}$  = error experimental

## **Manejo y Alimentación de las Becerras.**

Al nacer, las becerras fueron trasladadas a un área seca para tratar el cordón umbilical con yodo diluido al 5 por ciento y ligarlo con un hilo limpio. Posteriormente, se efectuó el tatuaje en la parte interna de las orejas con el uso de pinzas y tinta para tatuar, marcando en la oreja izquierda el número de la madre y en la derecha el número individual. Para pesar las becerras se usó una báscula para ganado (1000 kg capacidad) y se midió la altura a la cruz y a la cadera con el uso de una regla graduada en centímetros con nivel.

La alimentación se inició con la toma de calostro, en un lapso no mayor a las 6 hr post-nacimiento, ofreciéndoles durante los primeros 3 días de vida; para ello se usaron biberones de plástico con capacidad de 2 litros. El primer día se midió la cantidad de anticuerpos con el calostrómetro, observándose como nivel mínimo aceptable 40 mg/ml, según Flenor y Stoot (1980).

La cantidad de calostro ofrecida al día fue proporcional al 10 por ciento del peso corporal inicial repartido en dos tomas. Dependiendo de la hora a la primer toma de calostro, la segunda fue 8 hr después, y luego la alimentación se ajustó a las 7:00 hr de la mañana y a las 4:00 de la tarde. A partir del cuarto día de edad y hasta el día 35, las becerras de los tratamientos A y B recibieron leche entera, ofrecida dos veces al día (en base al 10 por ciento del peso corporal, ajustada cada siete días) y a partir del día 36 al 42 únicamente se les suministró en las mañanas el 5 por ciento en base a su peso corporal, usándose para este propósito tinas metálicas del Número 8.

La leche entera acidificada ofrecida a libre acceso, se les suministró a las becerras de los tratamientos C y D, a partir del cuarto día, y del día 36 al 42 se empezó a disminuir diariamente un 10 por ciento del total de la leche consumida el día anterior, usándose biberones de plástico con capacidad de 20 litros para el suministro de esta dieta.

Para la acidificación de la leche se empleó jugo de limón el cual fue extraído en forma manual con un exprimidor, usándose 20 ml/l de leche, el pH fue de 5.5 usando el potenciómetro cada ocho días para controlar posibles variaciones. A continuación se presenta el cuadro 3.2 que muestra el contenido de limón.

**Cuadro 3.2.- Composición del limón. Mertz, (1976).**

Agua	89 %
Energía del Alimento	32 cal.
Proteína	0.9 g.
Grasa	0.6 g.
Total	8.7 g.
Fibra	0.9 g.
Cenizas	0.5 g.
Calcio	40 mg.
Fósforo	22 mg.
Hierro	0.6 mg.
Tiamina	0.04 mg.
Riboflavina	Traza
Niacina	0.1 mg.
Ac. Ascórbico	50 mg.

A partir del octavo día de edad y hasta el día 42, las becerras (de los 4 tratamientos) recibieron concentrado iniciador (cuadro 3.3), reemplazándose diariamente por la mañana por alimento limpio y seco. A partir del cuarto día dispusieron de agua limpia y fresca durante todo el período de investigación, cambiándola diariamente todas las mañanas.

**Cuadro 3.3.- Composición del concentrado iniciador y su análisis bromatológico.**

Ingredientes	Porcentaje	Concentración	(%)
Sorgo	53.2	Humedad	9.36
Soya	28.3	Cenizas	7.36
Salvadillo	16.0	Grasas	2.58
Fosf. Dicalc.	2.0	Proteína	21.61
Sup. Vitaminico	0.3	Fibra cruda	3.61
Sal	0.5	E. L. N.	64.84

Análisis realizado en el laboratorio de Ciencias Básicas, UAAAN.

A partir del día 15 se implantaron las becerras de los tratamientos B y D con 640 mg somatotropina de liberación lenta, la cual se aplicó en la parte alta del hombro por vía subcutánea, repitiéndose la dosis cada 28 días (día 15, 43, 71, 99, 127 y 155).

Las becerras fueron colocadas en forma individual desde el nacimiento hasta el destete (42 días) en jaulas tipo choza portátiles, construidas de madera cuya dimensión fue de 1.75 X 2.10 m techadas con fibra de vidrio a una altura de 1.30 m en la parte anterior y 1.25 en la parte posterior.

Posterior al destete (día 43), las becerras fueron colocadas en grupos (tratamientos) de cinco animales, en corrales construidos con malla borreguera cuya dimensión fue de 4.5 X 7.5 m, en ese sitio se les suministró dieta sólida en comederos de plástico, usándose dos raciones diferentes. La primera ración R1 (cuadro 3.4) se caracteriza por tener una relación forraje concentrado de 60:40, la cual fue proporcionada para los tratamientos A y B. La segunda ración R2 (cuadro 3.5) tiene una proporción forraje/concentrado de 30:70 y fue suministrada a los tratamientos C y D.

**Cuadro 3.4.- Ingredientes y análisis bromatológico de la Ración 1 (R1) ofrecida a los tratamientos A y B (Crecimiento Normal)**

Ingredientes	Porcentaje	Concentración	(%)
Sorgo	24.70	Humedad	10.45
Soya	6.06	Cenizas	6.62
Salvadillo	7.72	Grasas	2.7
Monodivalente	0.97	Proteína	16.4
Sup. Vitamínico	0.34	Fibra Cruda	19.70
Alfalfa	60.20	E. L. N.	54.58

**Cuadro 3.5.- Ingredientes y análisis bromatológico de la Ración 2 (R2) ofrecida a los tratamientos C y D (Crecimiento Alto).**

Ingredientes	Porcentaje	Concentración	(%)
Sorgo	46.83	Humedad	8.63
Soya	11.25	Cenizas	7.12
Salvadillo	9.65	Grasas	3.2
Fosfato Monodivalente	0.41	Proteína	16.7
Sup. Vitamínico	0.30	Fibra Cruda	11.8
Carbonato de Calcio	1.26	E. L. N.	61.18
Alfalfa	30.30		

El estado de salud se observó diariamente durante todos los 182 días que duró el experimento reportándose las heces según la clasificación de Larson *et al* (1977). Cuyo método se da a conocer en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3.6.- Método empleado para la evaluación de salud en base a heces y respiración de becerros (Larson *et al.*, 1977).**

Tipo	Fluidez	Heces	Consistencia	Olor	Resp.
A	Normal	Color Blanca*	Normal	Normal	Síntoma Normal
B	Suave	Gris	Espumosa*	Ofensivo*	Desc. Nasal*
C	Líquida**	Amarilla*	Pegajosa	Muy ofens.*	Resp. Pesada*
D	Muy líquida*	Café	Viscosa*		Tos húmeda*
E		Roja*			Tos Seca*
F		Verde			Fiebre*
G		Negra			Lagrimeo*

\* Anormalidad. \*\*Tipo Hot Cake

## RESULTADOS

### Factor Crecimiento y Factor Somatotropina

#### Peso Corporal

Las medias de la variable peso corporal (cuadro 4.1) registran diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) para el factor de crecimiento alto en los diferentes días analizados. El factor somatotropina no presentó diferencia estadística, para ninguno de los días analizados.

**Cuadro 4.1.- Peso corporal (kg) de bécerras Holstein a dos niveles de crecimiento con implante de somatotropina.**

Edad	Factor Crecimiento		Factor Somatotropina	
	Normal	Alto	Sin Somat.	Con Somat.
(d)	kg	kg	kg	kg
0	39.700	41.875	40.650	40.925
21	46.275	59.500 **	52.850	52.925
42	56.700	73.950 **	65.075	65.575
126	105.450	132.125**	115.125	112.450
182	160.825	195.150**	172.075	183.900

Diferencia estadística; \*( $p < 0.10$ ), \*\*( $p < 0.05$ )

#### Ganancia de Peso Diaria

Para el factor crecimiento la ganancia de peso diaria (cuadro 4.2) muestra diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) para casi todas las etapas, excepto la etapa de 43-126 d, en la cual se presentó diferencia ( $p < 0.10$ ) favoreciendo al crecimiento alto.

Además se encontró una interacción entre factores (crecimiento vs somatotropina).

**Cuadro 4.2.- Ganancia de peso diaria (kg) de becerras Holstein a dos niveles de crecimiento con implante de somatotropina.**

Edad (d)	Factor Crecimiento		Factor Somatotropina	
	Normal Kg	Alto Kg	Sin Somat. Kg	Con Somat. Kg
0-14	0.226	0.685 **	---	---
15-21***	0.485	1.146 **	0.789	0.842
0-42	0.400	0.763 **	0.580	0.583
43-126	0.580	0.692 *	0.595	0.677
127-182	0.988	1.125 **	1.016	1.097
0-182	0.685	0.844 **	0.725	0.785

Diferencia estadística; \*( $p < 0.10$ ), \*\*( $p < 0.05$ ), \*\*\*Interacción de factores

### Eficiencia de Conversión Alimenticia

La variable eficiencia de conversión alimenticia (cuadro 4.3) manifiesta diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) para el factor crecimiento alto en el período de 43-126 d y de 0-182 d. Registrándose una interacción de factores ( $p < 0.05$ ) en el período de 15-21 d.

**Cuadro 4.3.- Eficiencia de conversión alimenticia (kg ms/kg pv) de becerras Holstein a dos niveles de crecimiento con implante de somatotropina.**

Edad (d)	Factor Crecimiento		Factor Somatotropina	
	Normal Kg	Alto Kg	Sin Somat. Kg	Con Somat. Kg
15-21***	1.436	1.106	1.185	1.353
0-42	1.620	1.436	1.526	1.531
43-126	4.567 **	3.832	4.394	4.005
127-182	5.110	4.808	4.913	5.006
0-182	4.299 **	3.686	4.057	3.928

Diferencia estadística; \*( $p < 0.10$ ), \*\*( $p < 0.05$ ), \*\*\*Interacción de factores

### Consumo de Materia Seca

El consumo de materia seca (cuadro 4.4) por etapas; registra diferencia significativa para el periodo de 15-21 d y 0-42 d, para las becerras en crecimiento alto, no registrándose ninguna diferencia estadística en el factor somatotropina.

**Cuadro 4.4.- Consumo de materia seca (kg ms/d) de becerras Holstein a dos niveles de crecimiento con implante de somatotropina.**

Edad (d)	Factor Crecimiento		Factor Somatotropina	
	Normal	Alto	Sin Somat.	Con Somat.
	kg	kg	kg	kg
15-21	0.593	1.189**	0.908	0.874
0-42	0.614	1.076**	0.843	0.847
43-126	2.550	2.684	2.601	2.633
127-182	4.995	5.411	5.006	5.400
0-182	2.856	3.116	2.908	3.063

Diferencia estadística; \*( $p < 0.10$ ), \*\*( $p < 0.05$ ).

### Altura a la Cadera

En el cuadro siguiente, se pueden observar las alturas a la cadera, encontrándose diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para el crecimiento alto para todas las edades analizadas. No encontrándose diferencia alguna para el factor somatotropina.

**Cuadro 4.5.- Altura a la cadera (cm) de becerras Holstein a dos niveles de crecimiento con implante de somatotropina.**

Edad (d)	Factor Crecimiento		Factor Somatotropina	
	Normal Cm	Alto Cm	Sin Somat. Cm	Con Somat. Cm
0	78.80	79.90	79.80	78.90
21	81.10	83.75 **	82.50	82.35
42	85.90	89.45 **	87.25	88.10
126	96.55	102.90 **	99.25	100.20
182	107.05	111.99 **	108.85	110.10

Diferencia estadística; \*( $p < 0.10$ ), \*\*( $p < 0.05$ )

El incremento de altura a la cadera (cuadro 4.6) por etapas fue significativo en los períodos de (15-21, 0-42, 43-126 y 0-182 d) para el nivel de crecimiento alto, destacando que únicamente el periodo de 127-182 d, manifiesta diferencia estadística ( $p < 0.10$ ) en el crecimiento normal. En lo que respecta al factor somatotropina se muestra diferencia estadística ( $p < 0.10$ ) para las etapas; 15-21 d y 15-42 d, encontrándose además una interacción de factores para el período de 0-182 días.

**Cuadro 4.6.- Incremento de altura a la cadera (cm) de becerras Holstein a dos niveles de crecimiento con implante de somatotropina.**

Edad (d)	Factor Crecimiento		Factor Somatotropina	
	Normal Cm	Alto Cm	Sin Somat. Cm	Con Somat. Cm
15-21	0.80	1.45 **	0.90	1.35 *
0-42	7.10	9.50 **	7.45	9.15 *
43-126	10.65	13.45 **	12.0	12.10
127-182	10.50 *	9.0	9.6	9.9
0-182***	28.25	31.65**	29.05	30.85

Diferencia estadística; \*( $p < 0.10$ ), \*\*( $p < 0.05$ ), \*\*\*Interacción de factores

## Altura a la Cruz

La variable altura a la cruz (cuadro 4.7) presentó diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en el crecimiento alto para todos los días analizados, no encontrándose diferencia alguna para el efecto de somatotropina.

**Cuadro 4.7.- Altura a la cruz (cm) de becerras Holstein a dos niveles de crecimiento con implante de somatotropina.**

Edad (d)	Factor Crecimiento		Factor Somatotropina	
	Normal	Alto	Sin Somat.	Con Somat.
	Cm	Cm	Cm	Cm
0	75.10	76.60	76.40	75.30
21	77.60	80.45 **	79.35	78.70
42	82.05	85.40 **	83.75	83.70
126	92.50	98.50 **	94.75	96.25
182	103.0	107.90**	104.8	106.1

Diferencia estadística; \*( $p < 0.10$ ), \*\*( $p < 0.05$ )

El incremento de altura a la cruz por etapas, (cuadro 4.8), registra en crecimiento alto diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en las etapas siguientes; 0-42 d 43-126 d y 0-182 d y diferencia estadística de  $p < 0.10$  en las etapas de 15-21 d y de 43-182 d.

El factor somatotropina únicamente presentó diferencia estadística ( $p < 0.10$ ) para la etapa de 43-126 d, así como diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) e interacción de factores, para la etapa de 0-182 d.

**Cuadro 4.8.- Incremento altura a la cruz (cm) de becerras Holstein a dos niveles de crecimiento con implante de somatotropina.**

Edad (d)	Factor Crecimiento		Factor Somatotropina	
	Normal Cm	Alto Cm	Sin Somat. Cm	Con Somat. Cm
15-21	1.00	1.65 *	1.30	1.35
0-42	6.95	8.80 **	7.35	8.40
43-126	10.45	13.20 **	11.00	12.65 *
127-182	10.50	9.50	10.05	9.95
0-182***	27.90	31.90 **	28.40	30.80**

Diferencia estadística; \*( $p < 0.10$ ), \*\*( $p < 0.05$ ), \*\*\*Interacción de factores

### Apreciación de Heces

La frecuencia de anomalías de salud en base a la descripción de heces (cuadro 4.9) muestra los resultados en base a; fluidez (líquida tipo Hot Cakes y muy líquida), y color (amarillo y/o rojo), según método empleado por Larson *et al.*, 1977 (cuadro 3.6). Además también se considera el número de días de antibiótico por animal.

En lo que respecta al factor crecimiento, se observó un mayor tipo de heces Hot Cakes para las becerras en crecimiento alto en todas las etapas observadas, en tanto que el color (amarillo) fue muy similar en ambos niveles de crecimiento. Sin embargo, el uso de antibiótico fue más usual en becerras crecimiento alto.

En el caso del factor somatotropina; la fluidez (tipo Hot Cake), el color (amarillo) y el uso de antibiótico fue mayor en todas las etapas de experimentación para las becerras no implantadas con somatotropina.

**Cuadro 4.9.- Apreciación de frecuencia en días en heces y aplicación de antibióticos en becerras Holstein, a dos niveles de crecimiento con implante de somatotropina.**

	Factor Crecimiento		Factor Somatotropina	
	Normal	Alto	Sin Somat.	Con Somat.
<b>Fluidez*</b>				
00-14 d.	1.1	3.1	2.0	2.2
15-42 d.	1.0	2.7	2.0	1.7
43-182 d.	2.7	4.4	4.2	2.9
<b>Color</b>				
00-14 d.	1.5	1.9	2.2	1.2
15-42 d.	1.8	1.6	1.9	1.5
43-182 d.	0.3	0.0	0.3	0.0
<b>Antibiótico</b>				
00-14 d.	2.3	4.2	4.7	1.8
15-42 d.	2.6	3.0	3.4	2.2
43-182 d.	3.4	8.1	7.5	4.0

\*se esta considerando anormal el tipo c (hot cake) y d (muy liquida).

### **Interacción de Factores (Crecimiento vs Somatotropina)**

El período de 15 a 21 días registró interacción de factores en las variables; eficiencia de conversión alimenticia, favoreciendo al nivel de crecimiento alto con implante de somatotropina de 640 mg cada 28 días, similarmente la ganancia de peso diaria también estuvo favorecida por la misma interacción en dicho período.

En lo que respecta a los incrementos de altura a la cadera y altura a la cruz, se observó una interacción del factor nivel de crecimiento normal con implante de somatotropina para el período total de experimentación, que incluye la etapa predestete y postdestete (0-182 días).

## DISCUSION

### Factor Crecimiento

#### Peso Corporal

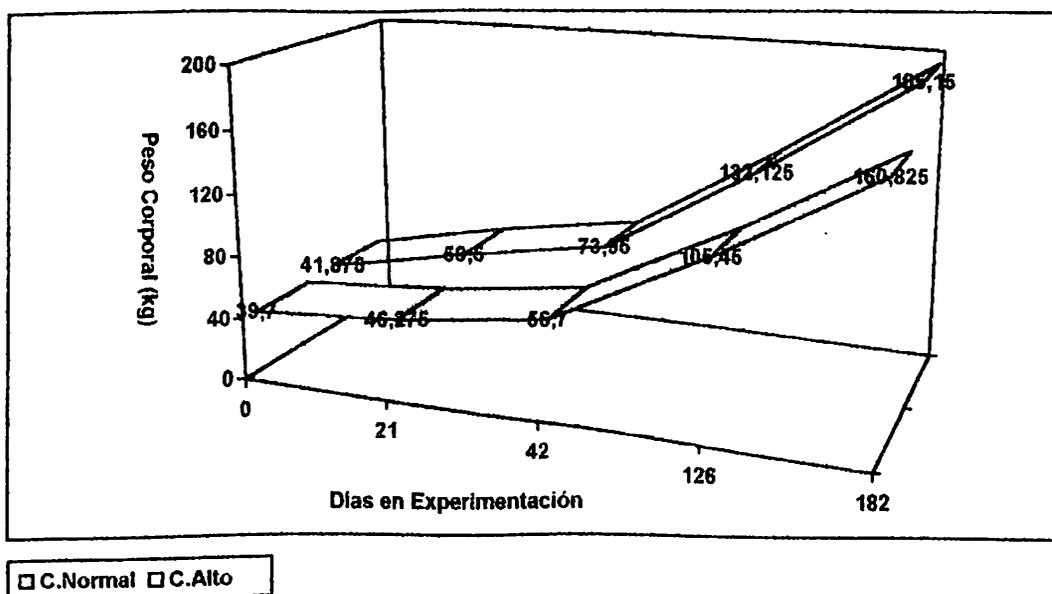
En el presente estudio las becerras en experimentación del nivel de crecimiento normal, registraron menores pesos que las que estuvieron recibiendo dietas más energéticas que les permitió un crecimiento alto. Esta diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) se manifestó en todos los días analizados (21, 42, 126 y 182) al igual que la diferencia de medias por el método de tukey ( $p < 0.05$ ), figura 5.1.

Para el día 21 el peso corporal fue de 46.275 kg para las becerras en crecimiento normal y 59.500 kg para crecimiento alto. Estos pesos fueron mayores a los reportados por Delgado 1993, (44.5 kg vs 46.3 kg) en tratamientos similares (leche entera normal vs leche acidificada a libre acceso), atribuyendo que en las dos primeras semanas de vida del ternero se registran pérdidas de peso, a consecuencia de trastornos metabólicos afectando considerablemente las ganancias de peso diarias.

En lo que respecta al destete (día 42) se registró 56.700 kg para crecimiento normal y 73.950 kg para crecimiento alto. Estos pesos fueron mayores a los reportados por Delgado 1993 (51.9 vs 55.0), en tratamientos similares.

En el día 126 se observó un peso de 105.450 kg para el crecimiento normal y 132.125 kg para el crecimiento alto, el peso en crecimiento normal fue menor al reportado por Contreras, 1990 (121.520 kg) para tratamiento similar.

Al concluir el experimento (día 182) se registró un peso de 160.825 kg en becerras en crecimiento normal y 195.150 kg en becerras en crecimiento alto, este último fue mayor al reportado por Contreras, 1990 para dieta *ad libitum*. Además también fueron mayores a los pesos reportados por Bortone *et al.*, 1994, en los cuales muestra 155.300 kg para un nivel de crecimiento del 100 por ciento (normal) y 165.600 kg para un crecimiento de 115 por ciento según guías de NRC (1989), con raciones completas.



**Figura 5.1.- Peso corporal (kg) de becerras Holstein bajo dos niveles de crecimiento.**

## **Ganancia de Peso Diaria**

La figura 5.2 muestra la ganancia de peso diaria promedio para el nivel de crecimiento normal y crecimiento alto. El período de 43-126 días manifestó diferencia estadística ( $p < 0.10$ ), no presentando diferencia entre medias mediante prueba de Tukey ( $p < 0.10$ ), en contraste a los demás períodos en los cuales si se observó diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), encontrándose también diferencia entre medias mediante prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

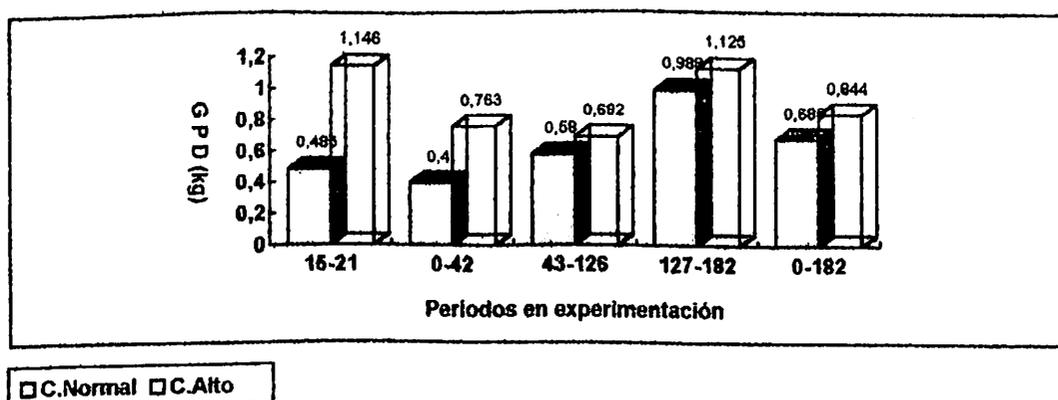
En lo que respecta a los períodos analizados antes del destete, estos mostraron una ganancia de peso mayor a las reportadas por Anaya, 1996, (0.331 kg/d vs 0.513 kg/d) y Delgado, 1993, (0.212 vs 0.245) para tratamientos similares. Estos aumentos de peso pueden deberse a un mejor manejo y estandarización del pH=5.5, el cual permitió una menor incidencia de trastornos metabólicos, en el caso de crecimiento alto, el cual consistió en suministro a libre acceso de leche acidificada con limón y concentrado iniciador.

En el período 43 a 126 días (posterior al destete), se registró 0.580 kg/d para el crecimiento normal y 0.692 kg/d para el crecimiento alto, este último nivel de crecimiento presentó un descenso en la ganancia de peso con respecto al período anterior (predestete); esto puede ser debido al efecto del destete, dado que las becerras asignadas a este tratamiento consumían una mayor cantidad de dieta líquida y, al iniciar una nueva etapa de alimentación, se presentó mayor stress reflejado en un menor consumo de dieta y como resultado una menor ganancia de peso.

En el período de 127 a 182 días se obtuvo una ganancia diaria de peso promedio de 0.988 kg para las becerras en crecimiento normal y de 1.125 kg para las becerras de crecimiento alto, siendo estas ganancias inferiores a las reportadas por Contreras, 1990, en su investigación registra 1.230 kg/d debido a que sus becerras estuvieron expuestas a una subalimentación temprana presentándose posteriormente el efecto de crecimiento compensatorio.

Finalmente se presenta la ganancia de peso diaria promedio para el período total del experimento que fue de 0 a 182 días, encontrándose 0.685 kg/d en el crecimiento normal y 0.844 kg/d en el crecimiento alto. Estas ganancias son similares a las reportadas por Johnsson y Obst, 1984, en el período de dos a ocho meses en el cual reporta 0.670 kg/d para un crecimiento moderado y 0.910 kg/d para un crecimiento alto.

Las ganancias diarias de peso promedio para esta investigación son aceptables, para cada uno de los niveles de crecimiento previamente propuestos.



**Figura 5.2.- Ganancia de peso diaria (kg/d) de becerras Holstein bajo dos niveles de crecimiento.**

## **Eficiencia de Conversión Alimenticia**

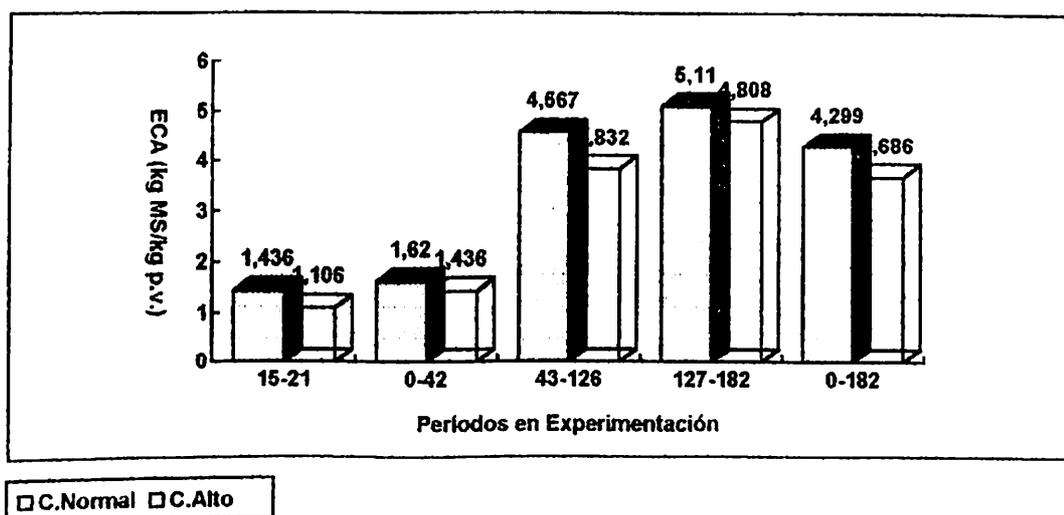
La figura 5.3 muestra la eficiencia de conversión alimenticia que presentaron las becerras en crecimiento normal y crecimiento alto en los diferentes períodos de experimentación, obteniéndose una conversión (kg M S/kg p. v.) de 1.436 para el nivel de crecimiento normal vs 1.106 para el crecimiento alto en el período de 15-21 d, encontrándose además una interacción de factores, mostrando con mejor conversión alimenticia al crecimiento alto con implante de somatotropina.

En el periodo de 0-42 d se obtuvo una eficiencia de conversión alimenticia de 1.620 vs 1.436, no registrándose diferencia estadística, en contraste a Woodford *et al.*, (1987) que reporta (2.390 kg ms/kg vs 2.46 kg ms/kg) y Richard, (1988) que reporta (2.760 vs 2.51) para tratamientos similares.

En la etapa postdestete (43-126 d) se presenta diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), con una eficiencia de 4.567 para crecimiento normal y 3.832 para crecimiento alto, sin embargo, esta diferencia estadística no se mantuvo en el próximo período (127-182 d) observándose una eficiencia de 5.110 y 4.808.

En el primer periodo postdestete (43-126 d) las becerras del crecimiento alto no consumían gran cantidad de materia seca, debido al stress del destete mostrando como resultado una alta eficiencia de conversión, sin embargo, a medida que transcurrió el tiempo, éstas empezaron a consumir más dieta no registrando diferencia estadística en eficiencia para este último --

período (127-182 d). Finalmente al analizar todo el período de experimentación (0-182 d), se presentó diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ) con una conversión de 4.299 y 3.686 para los respectivos crecimientos (normal y alto). Ambas eficiencias son similarmente parecidas a las reportadas por Johnsson y Obst. 1984., en tratamientos similares de beceras Hereford de dos a ocho meses de edad.



**Figura 5.3.- Eficiencia de conversión alimenticia de beceras Holstein, bajo dos niveles de crecimiento.**

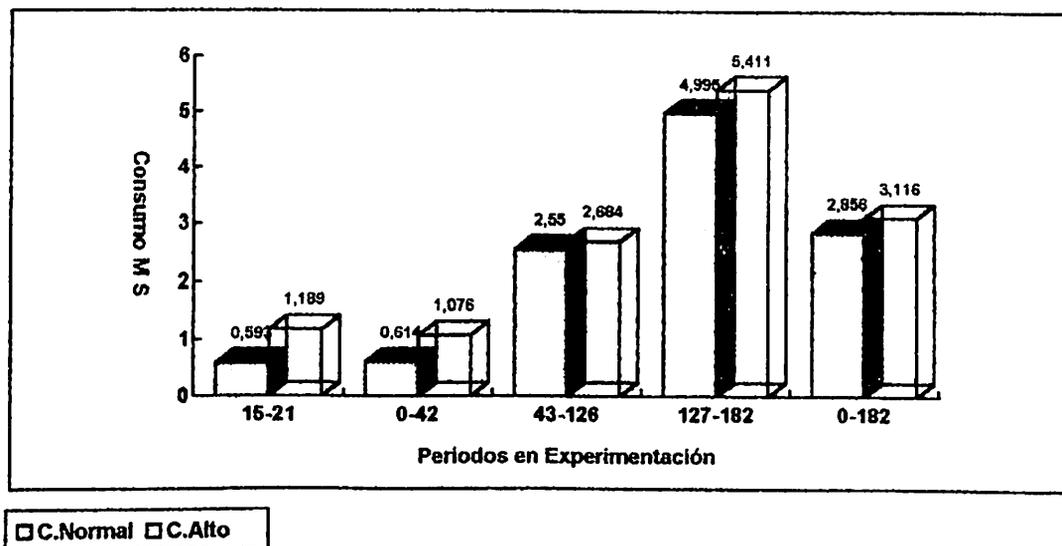
### Consumo de Materia Seca

La materia seca estuvo constituida por dieta líquida y concentrado iniciador en la etapa predestete (0-42 d) y posteriormente se suministró ración completa R1 o R2, según el tratamiento indicado. Presentándose únicamente diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en los períodos analizados correspondientes a la etapa del predestete, registrándose un consumo de ms/d durante el período de 15-21 d de 0.593 y 1.189 kg para crecimiento normal y crecimiento alto respectivamente, estos consumos son superiores a los reportados por Delgado 1993, e inferiores a los encontrados por Anaya, 1996,

sin embargo, se presentó una mayor ganancia de peso diaria, ocasionada por una alta eficiencia de conversión alimenticia (figura 5.3). En el período de 0-42 días se observó un consumo de 0.614 kg/d en crecimiento normal y 1.076 kg/d en crecimiento alto.

En la etapa postdeste no se presentó diferencia estadística en esta variable, esto puede deberse a que las dietas fueron distintas (R1 y R2), y el consumo estuvo en proporción a las necesidades nutricionales de las becerras para cada tratamiento en base a su peso corporal, obteniéndose así las ganancias de peso esperadas previamente establecidas. Al analizarse el período total de experimentación que incluye el pre y postdeste (0-182 d); los consumos de ms/d no presentaron diferencia estadística, observándose 2.856 kg en becerras sometidas a crecimiento normal y 3.116 en becerras expuestas a crecimiento alto.

La figura 5.4, compara los consumos de materia seca/d mostrando los períodos de la etapa predestete con diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) *versus* la etapa postdeste (sin diferencia estadística), lo cual es debido a que en la primer etapa las becerras en crecimiento normal, recibieron dieta líquida en base al 10 por ciento de su peso corporal, a diferencia de las becerras en crecimiento alto que consumieron su dieta líquida (leche acidificada con limón) a libre acceso, permitiendo así una marcada diferencia en consumo. En contraste con la etapa postdeste (43-182 d) en que ambos tratamientos estuvieron expuestos a dietas completas.



**Figura 5.4.- Consumo de materia seca (kg/d) de becerras Holstein bajo dos niveles de crecimiento.**

### Altura a la Cadera y Altura a la Cruz

Se registró diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), así mismo se presentó también diferencia entre medias mediante prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ), que favoreció el crecimiento alto *versus* el crecimiento normal, en las variables altura a la cadera y altura a la cruz en cada uno de los días analizados (21, 42, 126 y 182).

En el día 21 se obtuvo 83.75 cm (altura a la cadera) y 80.45 cm (altura a la cruz) vs 81.10 y 77.60 para crecimiento normal y crecimiento alto, respectivamente. La altura a la cruz es mayor a la reportada por Contreras, 1990 para el mismo período en crecimiento normal.

En el día 42 (destete) se obtuvo 89.45 y 85.40 vs 85.90 y 82.05, destacando que la altura a la cruz fue superior a las reportadas por Contreras,

1990 y Delgado, 1993. Debido a que no se presentaron graves enfermedades en esta etapa y por consiguiente se obtuvo una mayor ganancia de peso, expresada posiblemente en crecimiento óseo.

El día 126 las alturas fueron de 102.90 cm (cadera) y 98.5 cm (cruz) para crecimiento normal vs 96.55 cm y 92.5 cm para crecimiento alto. Esta altura a la cruz es similar a las reportada por Contreras, 1990, para crecimiento normal.

Al finalizar el experimento (182 d) se obtuvieron 111.99 y 107.90 vs 107.05 y 103.00, siendo las alturas a la cruz muy similares a las reportadas por Contreras (1990) y superiores, contrastando con Bortone *et al.*, 1994, para tratamientos similares (101.1 cm vs 101.2 cm). A continuación se presentan las figuras 5.5 y 5.6 que ilustran a dichas variables.

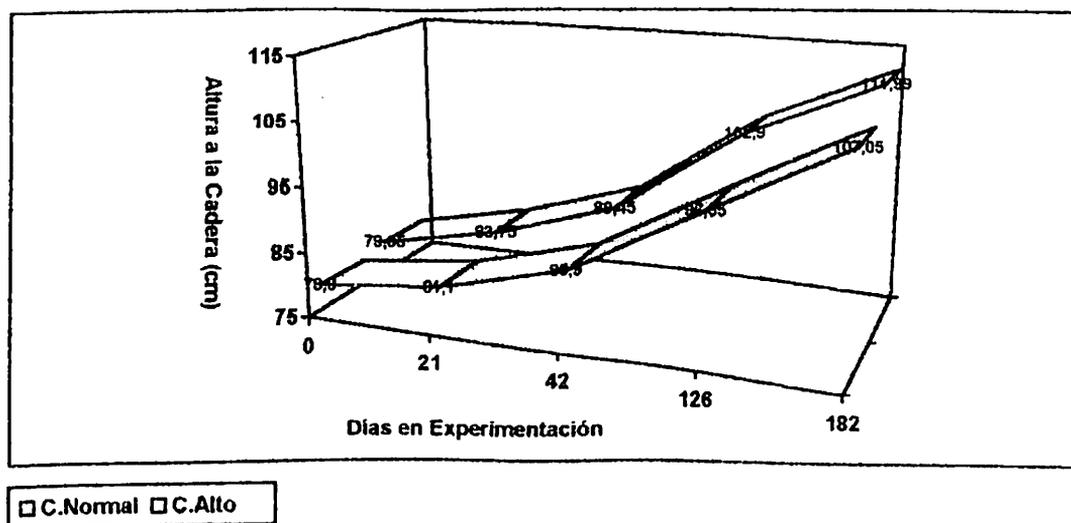
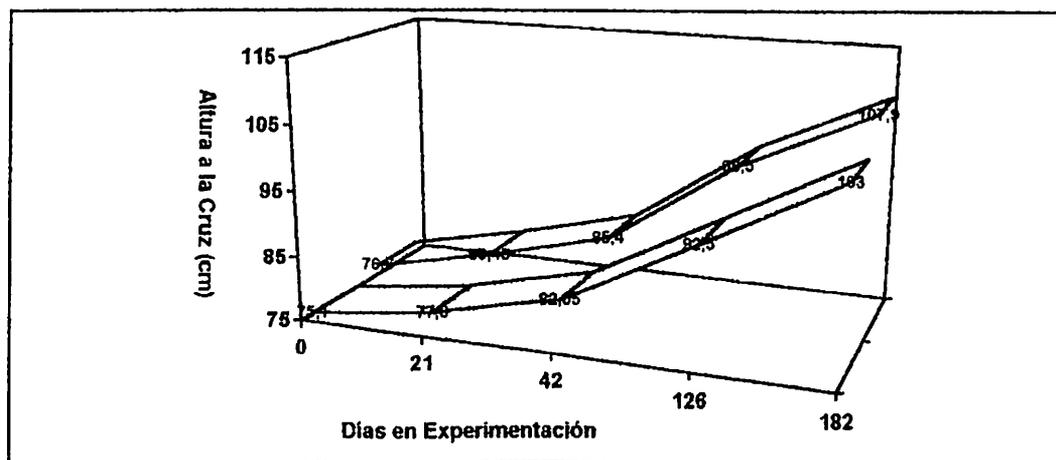


Figura 5.5.- Altura a la cadera de becerras Holstein, bajo dos niveles de crecimiento.



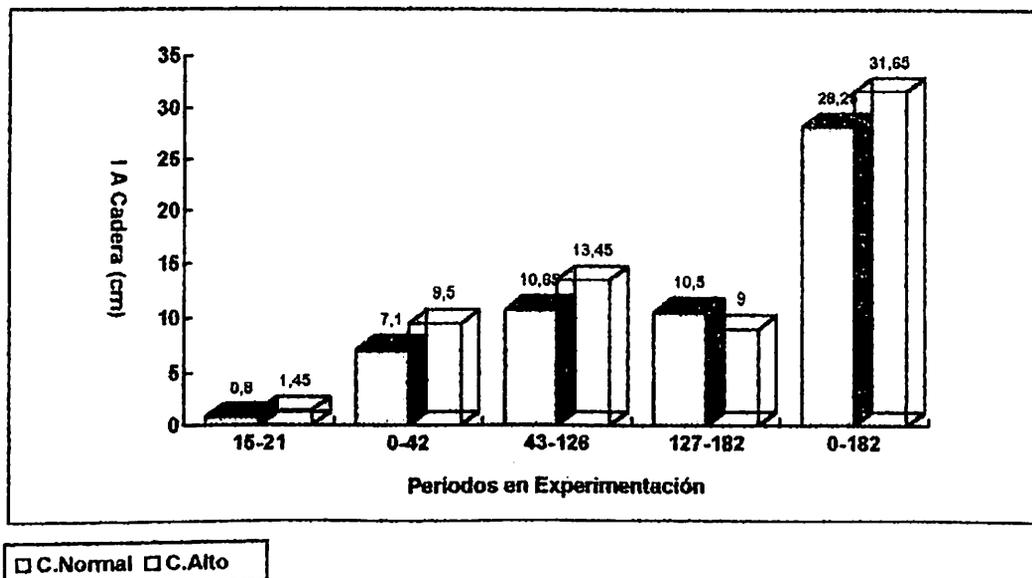
□ C.Normal □ C.Alto

**Figura 5.6** Altura a la cruz de becerras Holstein bajo dos niveles de crecimiento.

### Incremento de Altura a la Cadera por Períodos

En lo que respecta a los incrementos de esta variable se encontró diferencia altamente significativa ( $p < 0.05$ ) y diferencia de medias mediante prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ), favoreciendo a las becerras sometidas a crecimiento alto para los períodos de 15-21 d, 0-42 d, 43-126 d y el período total de 0-182 d, presentándose en este último una interacción de factores.

En contraste al último período (127-182 d), que muestra diferencia estadística ( $p < 0.10$ ) que favorece a las becerras en crecimiento normal, sin embargo, el incremento total de altura (0-182 d), favorece a las becerras sometidas a crecimiento alto.

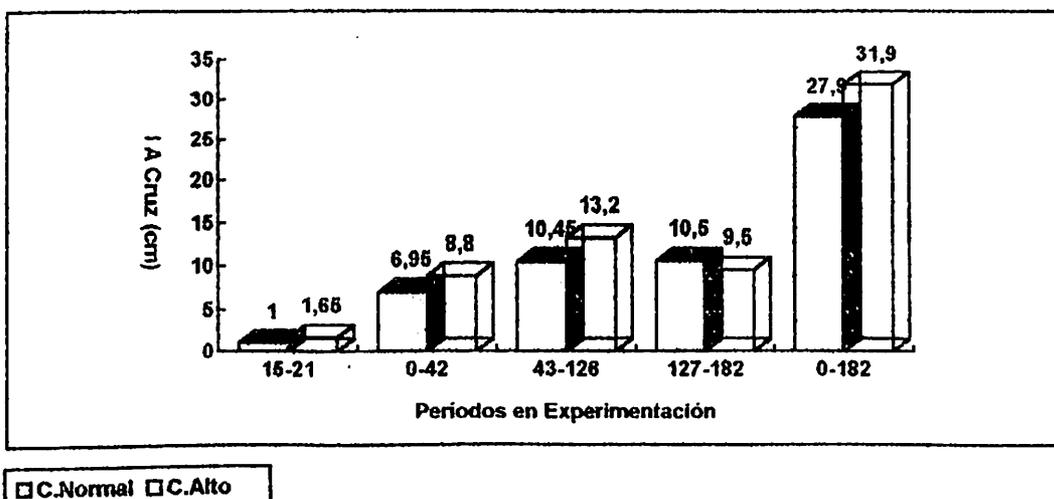


**Figura 5.7.- Incremento de altura a la cadera de becerras Holstein bajo dos niveles de crecimiento.**

### Incremento de Altura a la Cruz por Periodos

Para el incremento de altura a la cruz (figura 5.8) se observó diferencia estadística ( $p < 0.10$ ) en el período de 15-21 d (1.00 cm vs 1.65 cm) y diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en los períodos de; 0-42 d (6.95 vs 8.80), 43-126 d (10.45 vs 13.20) favoreciendo al crecimiento alto. Además se presentó interacción en todo el período experimental (0-182 d), a diferencia del período 127-182 d (10.50 vs 9.50) que no presentó diferencia estadística, pero si observó una tendencia de incremento de altura en becerras sometidas a crecimiento normal.

Los incrementos en la etapa predestete en ambos niveles de crecimiento fueron mayores a los reportados por Anaya, 1996 (4.00 cm vs 5.25 cm) y Delgado 1993 (5.2 vs 6.4), debido a la poca incidencia de anomalías y estandarización del pH, que permitió un mayor crecimiento.



**Figura 5.8.- Incremento de altura a la cruz de becerras Holstein bajo dos niveles de crecimiento.**

### Apreciación de heces

La fluidez tipo c (hot cake) descrita por Larson 1977, así como el color característico de diarreas, fue mayor en las becerras en crecimiento alto, en la etapa predestete pudo deberse al gran consumo de dieta líquida, estos resultados fueron similares a los obtenidos por Nocek y Braund, 1986, aseverando que con dietas líquidas a libre acceso se pueden ocasionar problemas de este tipo.

En la etapa del postdestete las becerras en crecimiento alto registraron más problemas *versus* las de crecimiento normal, considerándose esta anomalía en su mayoría a problemas metabólicos y no infecciosos, atribuyéndose al tamaño de la partícula de la dieta.

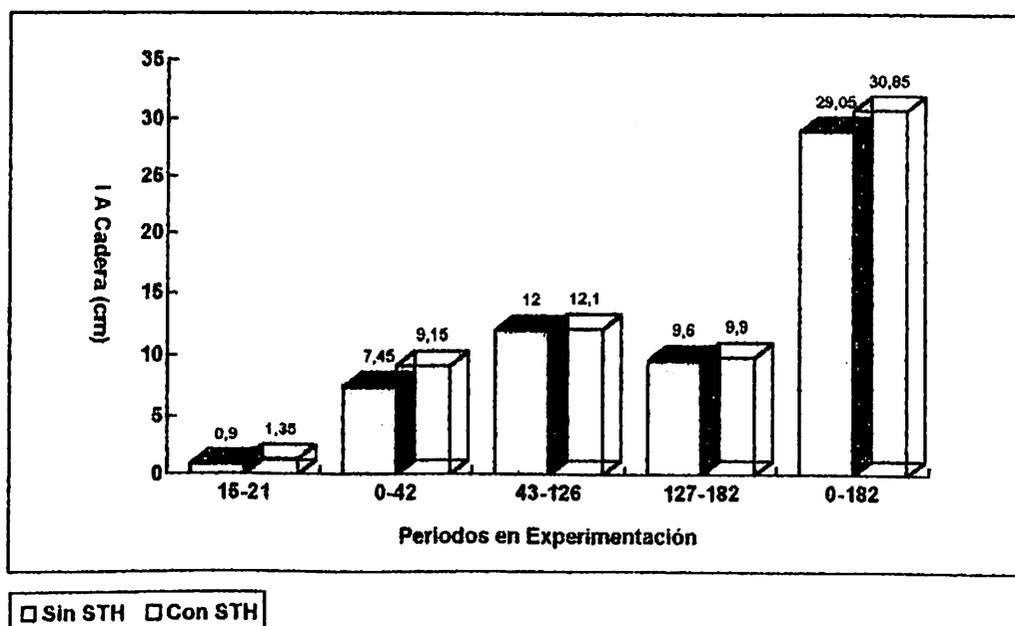
## Factor Somatotropina

En lo que respecta a las variables peso corporal, altura a la cadera y a la cruz total en los días analizados (21, 42, 126 y 182), no se encontró ninguna diferencia estadística y lo mismo ocurrió con la eficiencia de conversión alimenticia, ganancia de peso diaria y el consumo de materia seca (kg/d) en los períodos analizados (15-21, 0-42, 43-126, 127-182 y 0-182 d), presentándose una tendencia favorable en becerras implantadas con somatotropina (640 mg de somatotropina c/28 días) *versus* no implantadas.

### Incremento de Altura a la Cadera por Períodos

En la etapa del predestete destaca la diferencia estadística ( $p < 0.10$ ) para los períodos analizados, 15-21 d (0.90 cm vs 1.35 cm) y 0-42 d (7.45 vs 9.15) favoreciendo a las becerras implantadas con somatotropina, esto corrobora lo establecido por Crooker *et al.*, 1990, que indica que el crecimiento esquelético es inducido indirectamente como consecuencia de los efectos ejercidos por la somatotropina en la formación de huesos y cartílagos.

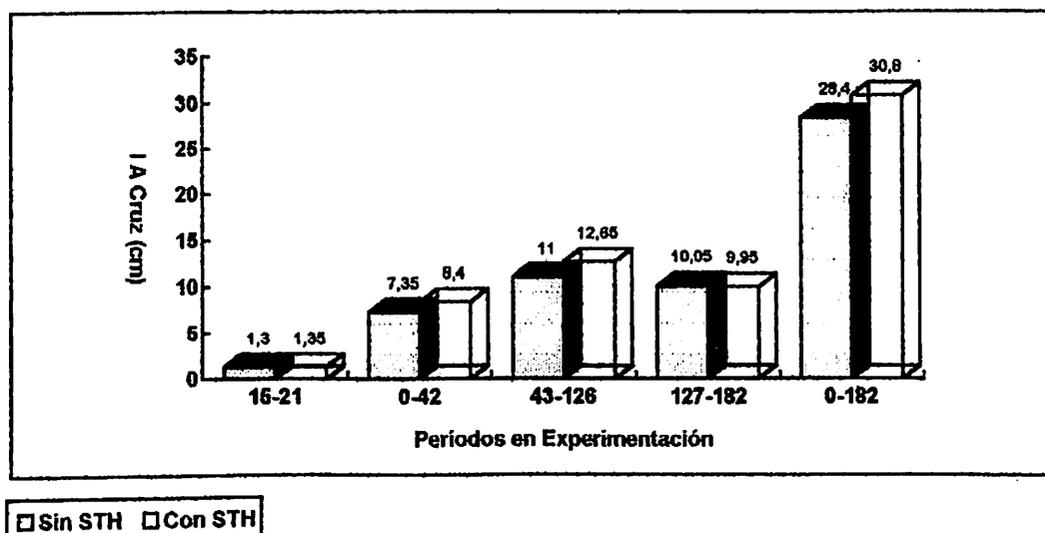
En los otros períodos (etapa postdestete) de análisis no se encontró diferencia estadística (figura 5.9), manifestándose una ligera tendencia en incremento (cm) favorable en becerras implantadas vs no implantadas, presentándose una interacción de factores a lo largo de todo el período experimental (0-182 d).



**Figura 5.9.- Incremento de altura a la cadera en becerras Holstein bajo implante de somatotropina (640 mg de STH).**

#### Incremento de Altura a la Cruz por Períodos

Los únicos períodos que registraron diferencia estadística ( $p < 0.10$ ) fueron, 43-126 d (11.00 cm vs 12.65 cm) y el período total de experimentación de 0-182 d con incrementos de (28.40 vs 30.80) a ( $p < 0.05$ ), en ambos casos favorables al implante de somatotropina, destacando que este último presenta interacción de factores. Esto pone de manifiesto lo descrito por Mears y Kozub, (1995), que indican que la estabilidad del volumen de distribución y el rango de secreción metabólica interna de la somatotropina, disminuye a medida que transcurre la edad en becerros. Sin embargo, en esta investigación se observó que si esta hormona es implantada en becerras en crecimiento, manifiesta su efecto tal como lo demuestra el período de 43-126 d, que registra mayor incremento de altura a la cruz (cm) en becerras implantadas (figura 5.10).



**Figura 5.10.- Incremento de altura a la cruz en becerras Holstein bajo implante de somatotropina (640 mg de STH).**

### Apreciación de Heces

Las becerras implantadas con somatotropina mostraron una menor fluidez (cuadro 4.9) y por consiguiente un menor uso de antibióticos en todo el período experimental, este buen estado de salud se tradujo en una mejor ganancia de peso diario, ocasionando un mayor peso corporal. (cuadro 4.1 y 4.2).

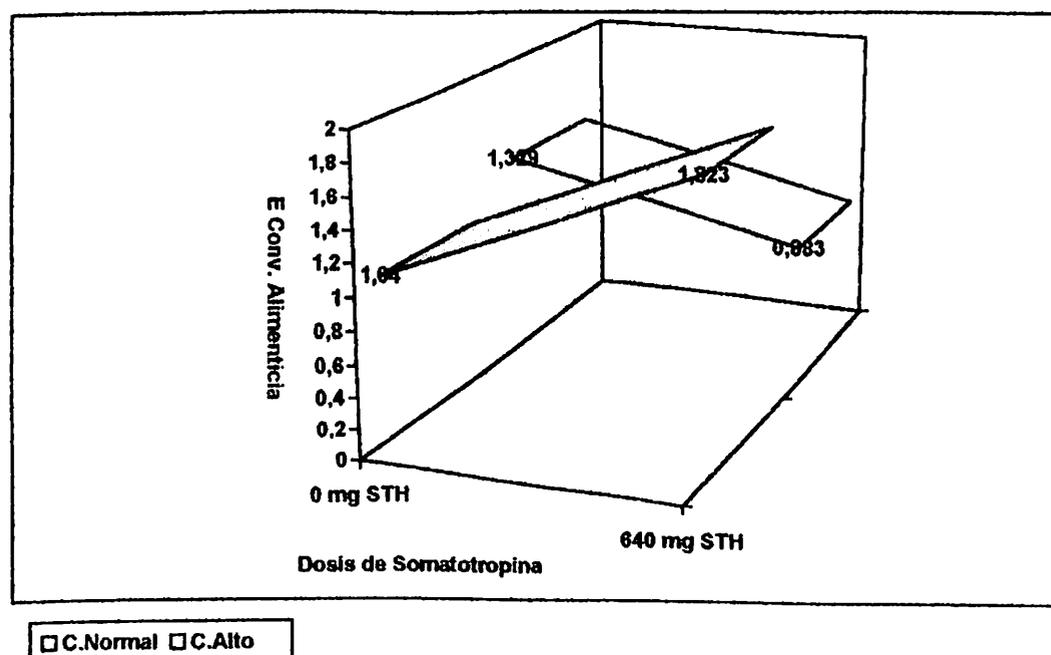
### **Interacción de Factores (Crecimiento vs Somatotropina).**

#### Eficiencia de Conversión Alimenticia (15-21 días)

La única interacción que se presentó en esta variable fue en la primer semana de implante de 640 mg de somatotropina, en la cual las becerras tenían 15 días de edad. La figura 5.11 muestra el comportamiento de becerras

en crecimiento normal sin implante (1.040 kg ms/kg p v) y con implante de somatotropina (1.823 kg) *versus* las becerras sometidas a crecimiento alto sin implante (1.329 kg) y con implante (0.883 kg). En esta etapa las becerras sometidas a crecimiento alto consumían leche a libre acceso acidificada con limón, con un pH de la dieta de 5.5, a diferencia de las becerras en crecimiento normal que consumían leche entera en proporción al 10 por ciento de su peso vivo.

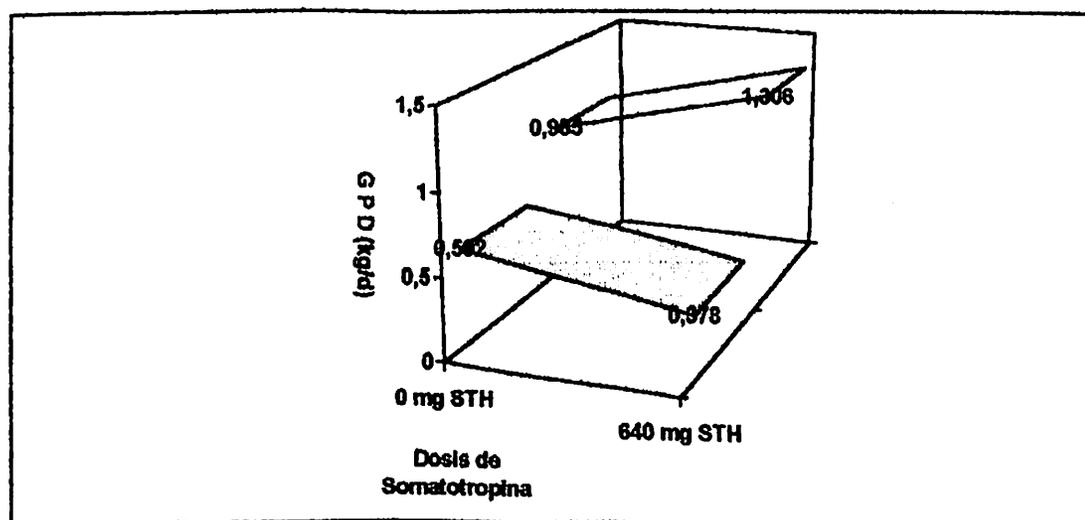
Esta interacción indica que la somatotropina tiene efecto positivo (alta eficiencia de conversión alimenticia) en becerras alimentadas con dietas acidificadas con limón. Además se observa lo descrito por Groenewegen *et al.*, (1990), que menciona que becerras alimentadas con leche entera (sin acidificar) implantadas con somatotropina no incrementan su eficiencia de conversión alimenticia.



**Figura 5.11.- Efecto de Somatotropina a dos niveles crecimiento en becerras Holstein en la 3ª semana de edad, en eficiencia de conversión alimenticia.**

### Ganancia de Peso Diaria (15-21 días)

La figura 5.12 muestra que el implante de somatotropina favoreció a las becerras en crecimiento alto (leche acidificada con limón a libre acceso) con una ganancia diaria de peso de 1.306 kg/d vs las no implantadas (0.985), en comparación a las becerras en crecimiento normal sin implante (0.592) vs las implantadas que registraron menor ganancia (0.378 kg), este efecto positivo manifestado por la interacción de la hormona de crecimiento (somatotropina) con el crecimiento alto (leche acidificada con limón a libre acceso), corrobora lo descrito por Murphy *et al.*, 1991, que indica que para que la somatotropina tenga efecto es necesario que exista gran disponibilidad (exceso) de nutrientes en la ración, como lo es una dieta a libre acceso. Similarmente (Jonhsson *et al.*, 1986) obtuvo ganancias de peso favorables, en borregas implantadas con somatotropina expuestas a alimentación *ad libitum*.



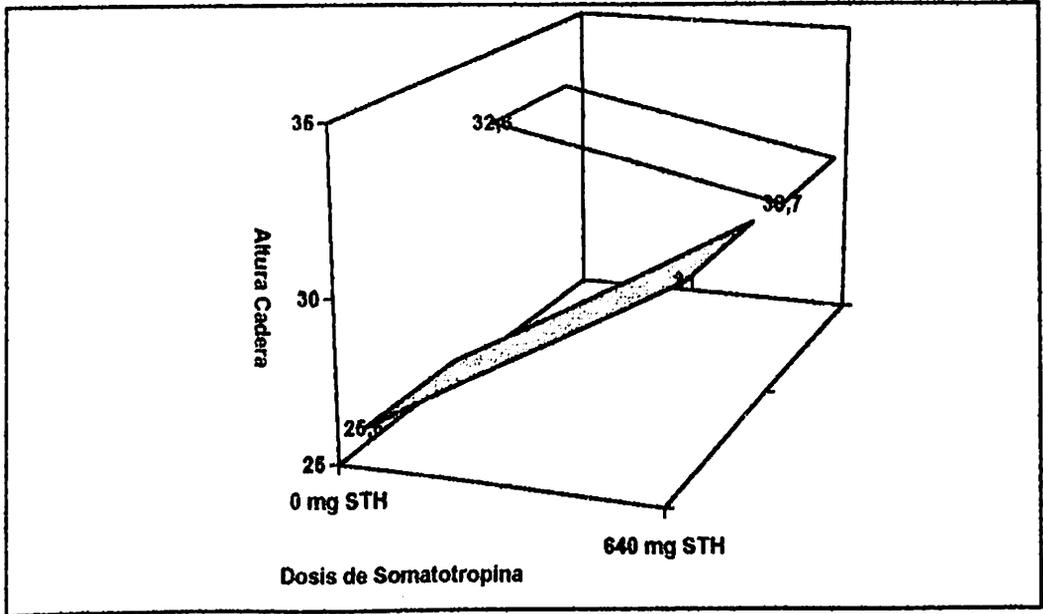
□ C.Normal □ C.Alto

**Figura 5.12.- Efecto de somatotropina bajo dos niveles de crecimiento en becerras Holstein en la 3ª semana de edad, en ganancia de peso diaria.**

### Incremento de Altura a la Cadera y Altura a la Cruz (0-182 d)

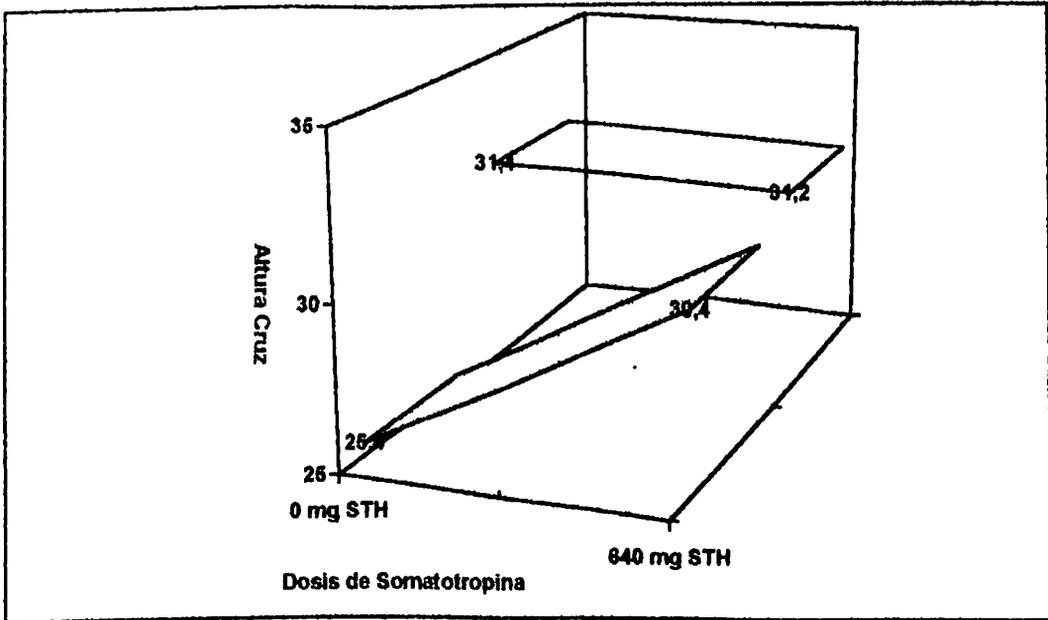
Los efectos de somatotropina en los incrementos altura a la cadera y altura a la cruz de todo el período experimental (0-182 d) son los siguientes; en crecimiento normal sin implante (25.5 cm y 25.4 cm) y con implante (31.0 y 30.4), en crecimiento alto sin implante (32.6 y 31.4) y con implante (30.7 y 31.2). La figura 5.13 y 5.14 ponen de manifiesto que a medida que transcurre la edad de las becerras, el implante de somatotropina no tiene efecto positivo en ambas variables (incremento de altura a la cadera y a la cruz) en relación al crecimiento alto, esto puede explicarse debido a que cada animal tiene su código genético de crecimiento, el cual tiene un límite y puede llegar a su máxima expresión siempre y cuando las condiciones sean de lo más favorable posibles.

Es también probable que las becerras en crecimiento alto (dieta más energética) hayan requerido de una dosis mayor de somatotropina, para frenar la deposición de grasa e inducir la lipólisis. (Brier y Gluckman. 1991, Crooker, *et al.*, 1990, McShane, *et al.*, 1989 y Vestergard *et al.*, 1993) permitiendo así un crecimiento óseo mayor. Dado que esta dieta R2, (cuadro 3.5) pudo favorecer la deposición de grasa en los últimos días de experimentación, característica propia de hembras (Contreras, 1990), no permitiendo un marcado incremento de altura a la cadera y altura a la cruz respectivamente. A diferencia de las becerras en crecimiento normal con dieta R1 (cuadro 3.4) las cuales si mostraron un incremento favorable en respuesta al implante de somatotropina, esto es debido a que se presentó una adecuada disponibilidad de nutrientes con respecto a la dosis de somatotropina.



□ C.Normal □ C.Alto

Figura 5.13.- Efecto de somatotropina bajo dos niveles de crecimiento en becerras Holstein, durante todo el período experimental (0-182 d) en incremento de altura a la cadera.



□ C.Normal □ C.Alto

Figura 5.14.- Efecto de Somatotropina bajo dos niveles de crecimiento en becerras Holstein, durante todo el período experimental (0-182 d) en incremento de altura a la cruz.

## **CONCLUSIONES**

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación con becerras Holstein, se concluye lo siguiente:

### **Factor Crecimiento (Normal y Alto)**

a.- El nivel de crecimiento alto constituido por la dieta de leche acidificada con limón a libre acceso (etapa predestete) y ración energética R2 (etapa postdestete), afectó positivamente al peso corporal, altura a la cadera y a la cruz, durante todo el período experimental (0-182 d).

b.- El nivel de crecimiento alto afectó positivamente la ganancia de peso diaria por períodos (15-21, 0-42, 43-126, 127-182 y 0-182 d), así como también la eficiencia de conversión alimenticia en el período de 43-126 y de 0-182 d., afectando también al consumo de materia seca en el período predestete.

c.- El nivel de crecimiento alto afectó positivamente el incremento de altura a la cadera y a la cruz en la etapa del predestete y en el postdestete en los períodos de 43 -126 d y de 0-182 d.

### **Factor Somatotropina (Con y Sin Hormona)**

a.- El peso corporal, altura a la cadera y a la cruz, ganancia de peso diaria, eficiencia de conversión alimenticia y consumo de materia seca no fueron

afectados por el implante de 640 mg de somatotropina, en ninguno de los períodos analizados.

b.- El implante de somatotropina afectó positivamente el incremento de altura a la cadera en la etapa predestete (15-21 y 0-42 d) y el incremento de altura a la cruz en el período de 43 a 126 d.

### **Interacción de Factores**

a.- El nivel de crecimiento alto con implante de somatotropina favorece la eficiencia de conversión alimenticia y la ganancia de peso diaria en el período de 15 a 21 días.

b.- El implante de somatotropina (640 mg de STH cada 28 días) en el nivel de crecimiento normal manifiesta un efecto positivo en los incrementos de altura a la cadera y a la cruz en el período (0-182 d).

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la hormona de crecimiento (640 mg de somatotropina c/28 d) a dos niveles de crecimiento (normal y alto), empleándose 20 becerras Holstein asignadas al azar a cuatro tratamientos experimentales derivados de un arreglo factorial combinatorio 2X2 (niveles de crecimiento e implante de somatotropina). El crecimiento normal estuvo constituido por consumo de leche entera en relación al 10 por ciento del peso vivo y consumo de concentrado iniciador durante la etapa predestete, posteriormente en el período postdestete (43-182 d) consumieron ración R1 (60 por ciento de forraje y 40 por ciento de concentrado) a libre acceso. Las becerras en crecimiento alto en la etapa predestete consumieron leche acidificada con limón (pH 5.5) a libre acceso y concentrado iniciador y posteriormente (43-182 d) se les suministró ración energética R2 (30 por ciento de forraje y 70 por ciento de concentrado) a libre acceso. Cada nivel de crecimiento se dividió en dos grupos de cinco becerros, aplicándoles 640 mg de somatotropina a partir de los 15 días de edad a las becerras en crecimiento normal y crecimiento alto.

Las variables observadas fueron peso corporal, altura a la cadera y a la cruz (con sus respectivos incrementos), ganancia de peso diaria, eficiencia de conversión alimenticia, consumo de materia seca y condición de salud en base a observación de heces.

Los resultados para el factor crecimiento mostró diferencia estadística ( $p < 0.05$ ) en las variables; peso corporal, altura a la cadera y a la cruz en todos los días analizados favoreciendo al crecimiento alto. Observándose al final del experimento (día 182) los resultados en forma respectiva: (195.150 kg vs 160.825 kg), (111.99 cm vs 107.05 cm) y (107.90 cm vs 103.0 cm). Además también se presentó diferencia estadística ( $p < 0.05$ ) en la ganancia de peso diaria de todos los períodos analizados, reportándose una mayor ganancia en el período de 15-21 d para el crecimiento alto (1.146 kg vs 0.485 kg/d).

La eficiencia de conversión alimenticia fue estadísticamente diferente en el período de (43-126 d) con 3.832 kg ms/kg p v en crecimiento alto *versus* 4.567 en crecimiento normal, encontrándose nuevamente diferencia estadística al analizar todo el período experimental (0-182 d).

El consumo de materia seca fue mayor ( $p < 0.05$ ) para becerras en crecimiento alto, únicamente en los períodos analizados correspondientes a la etapa predestete (15-21 y 0-42 d).

El crecimiento alto mostró diferencia estadística ( $p < 0.05$ ) en los incrementos de altura a la cadera y a la cruz en los períodos de análisis de (15-21, 0-42, 43-126 y 0-182 d); registrándose un incremento total (0-182 d) de 31.65 cm vs 28.25 cm en altura a la cadera y 31.90 cm vs 27.90 cm en altura a la cruz.

En relación al factor de implante de somatotropina, únicamente se encontró diferencia estadística ( $p < 0.10$ ) en el incremento de altura a la cadera en la etapa predestete la cual fue de 9.15 cm vs 7.45 cm, favoreciendo a las

becerras implantadas con esta hormona, lo mismo ocurrió en la etapa de 43-126 d para la altura a la cruz observándose 12.65 cm vs 11.0 cm.

Además se presentó una interacción de factores en el período de 15-21 días, favorable al crecimiento alto con implante de somatotropina en la eficiencia de conversión alimenticia, la cual fue de 0.883 kg con una ganancia de peso diaria de 1.306 kg/d.

Observándose también que el implante de somatotropina (640 mg de STH), no afecta el incremento de altura a la cadera y a la cruz en el período experimental de 0-182 d bajo un nivel de crecimiento alto, pero si se manifiesta en beceras en un nivel de crecimiento normal.

## LITERATURA CITADA

- Anaya , A. D. L. 1996. Comportamiento de becerros Holstein en el período predestete alimentados con dieta líquida acidificada bajo dos sistemas de alojamiento. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". México. 126 p.
- Bortone, E. J., J. L. Morrill and J. S. Stevenson. 1994. Growth of heifers fed 100 or 115 % of national research council requirements to 1 year of age and then changed to another treatment. *Dairy Sci.*77(1):270-277. USA.
- Brier, B. H. and P. D. Gluckman. 1991. Physiological responses to somatotropin in the ruminant. *J. Dairy Sci.* 75(Suppl.2)20-34. USA.
- Contreras, B. J. 1990 Efecto de una sub-alimentación temprana periódica en becerros holstein del nacimiento a las seis y ocho semanas de edad. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". México. 108 p.
- Crooker, B. A., M. A. McGuire, W. S. Cohick, M. Hakins, D. E. Bauman and K. Sejrsen. 1990. Effect of dose of bovine somatotropin on nutrient utilization in growing dairy heifers. *J. Nutr.* 120:1256-1263. USA.
- Cummins, K. A. and C. J. Brunner. 1991. Effect of calf housing on plasma ascorbate and endocrine and immune function. *J. Dairy Sci.* 74(5):1582-1588. USA.
- Delgado, E. A. 1993 Comportamiento de becerros Holstein alimentados *ad libitum* con leche entera acidificada y alojados en grupo o individualmente. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". México. 122 p.
- Elvinger, F., P. J. Hansen, H. H. Head and R. P. Natzke. 1991. Actions of bovine somatotropin on polymorphonuclear leukocytes and lymphocytes in cattle. *J. Dairy Sci.* 74(7):2145-2152. USA.
- Erickson, P. S., D. J. Schauff, and M. E. Murphy. 1989. Diet digestibility and growth of Holstein calves fed acidified milk replacers containing soy protein concentrates. *J. Dairy Sci.* 72(6):1528-1533. USA.

- Fallon, R. J., and F. J. Harte. 1980. Effects on feeding acidified milk replacer on calf performance (Abstr.). *Anim. Prod.* 30:459. USA.
- Flenor, W. A. and G. H. Stoot. 1980. Hydrometer test for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. *J. Dairy Sci.* 63:973-977. USA.
- García, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Ed. UNAM. México, D.F. 28 p.
- Groenewegen, P. P., B. W. Mobride, J. H. Burton and T. H. Elsasser. 1990. Effect of bovine somatotropin on the growth rate, hormone profiles and carcass composition of Holstein bull calves. *Domestic Anim. Endocrinology* 7:(1)43-54. USA.
- Grutter, R., and J. W. Blum. 1991. Insulin-like growth factor I in neonatal calves fed colostrum or whole milk and injected with growth hormone. *J. Anim. Physiology and Anim. Nutrit.* 66:(3-4)231-239. USA.
- Jaster, E. H., G. C. McCoy, T. Tomkins, and C. L. Davis. 1990. Feeding acidified or sweet milk replacer to dairy calves. *J. Dairy Sci.* 73 (12):3563-3566. USA.
- Jonhsson, I. D. and J. M. Obst. 1984. The effects of level of nutrition before and after 8 months of age on subsequent milk and calf production of beef heifers over three lactations. *Anim. Prod.* 38:57-68. USA.
- Jonhsson, I. D., I. C. Hart and A. Turvey. 1986. The effects of restricted feeding or daily administration of bovine growth hormone and bromocriptine on mammary growth and morphology. *Anim. Prod.* 42:53-63. USA.
- Larson, L. L., F. G. Owen, J. L. Albrigh, R. D. Appleman, R. C. Lamb, and L. D. Muller. 1977. Guidelines toward more uniformity in measuring and reporting calf experimental data. *J. Dairy Sci.* 60(6):989-991. USA.
- Lee, C. V., H. H. Head, C. R. Feinstein, J. Hayen, and F. A. Simmen. 1995. Endocrine changes and circulating insulin-like growth factors in newborn calves fed colostrum, milk or milk replacer. *Asian Australasian J. Anim. Sci.* 8:(1)51-58. Australia
- Mc Shane, T. M., K. K. Schillo, J. A. Boling, N. W. Bradley and J. B. Hall. 1989. Effects of Recombinant DNA-derived somatotropin and dietary energy intake on development of beef heifers: I. Growth and puberty. *J. Anim. Sci.* 67:2230-2236. USA.

- Mears, G. J., and G. C. Kozub. 1995. Effect of selection for feedlot gain, breed and age on growth hormone and growth hormone kinetics in bull calves. *Canadian J. Anim. Science*. 75:1 63-69. Canada.
- Mertz, E. T. 1976. *Bioquímica*. 2ª Reimpresión. Publicaciones culturales, S.A. México.
- Murphy, M. G., M. Rath, D. O'Callaghan, F. H. Austin and J. F. Roche. 1991. Effect of bovine somatotropin on production and reproduction in prepuberal Friesian heifers. *J. Dairy Sci.* 74(7):2165-2171. USA.
- Nocek, J. E., and D. G. Braund. 1986. Performance, health, and postweaning growth on calves fed cold, acidified milk replacer *ad libitum*. *J. Dairy Sci.* 69(7):1871-1883. USA.
- Pérez, D. M. 1986. *Manual sobre el ganado productor de leche*. 2ª Ed. Diana. México. 1180 p.
- Richard, A. L., A. J. Heinrichs, and L. D. Muller. 1988. Feeding acidified milk replacer *ad libitum* to calves housed in group versus individual pens. *J. Dairy Sci.* 71(8):2203-2209. USA.
- Roy, J. H. 1980. Symposium: Disease prevention in calves. *J. Dairy Sci.* 63:650-664. USA.
- Ruckebusch, Y., L. P. Phaneuf y R. Dunlop. 1994. *Fisiología de pequeñas y grandes especies*. M. M. México.
- Stelwagen, K. and D. G. Grieve. 1992. Effect of plane of nutrition between 6 and 16 months of age on body composition, plasma hormone concentration and first lactation milk production in Holstein heifers. *Can. J. Anim. Sc.* 72:337-346. Canada.
- Thickett, W. S., M. H. Cuthbert, T. D. A. Brigstocke, M. A. Lindeman, and P. M. Wilson. 1983. A note on the performance and management of calves reared on cold acidified milk replacer fed *ad libitum*. *Anim. Prod.* 36:147-150.
- Vestergard, M., K. Serjrsen, J. Fordager, S. Klastrup, and D. E. Bauman. 1993. The effect of bovine growth hormone on growth, carcass composition and meat quality of dairy heifers. *Anim. Breeding Abst.* 62:(163)1242. USA.
- Woodford, S. T., H. D. Whetstone, M. R. Murphy, and C. L. Davis. 1987. Abomasal pH, nutrient digestibility, and grow of Holstein bull calves fed acidified milk replacer. *J. Dairy Sc.* 70(4):888-891. USA.

## **APENDICE**

**Cuadro A.1.- Cuadrados medios y su significancia de las variables; peso corporal, altura a la cadera y altura a la cruz, de becerras Holstein para cada uno de los días analizados.**

FV	G.L.	DIA			
		21	42	126	182
Variable peso corporal					
Trat.	3	291.811**	500.104**	1409.603**	2374.403**
A	1	874.503**	1487.812**	3557.778**	5891.028**
B	1	0.028	1.250	268.278	699.153
A*B	1	0.903	11.250	402.753	533.028
E.E.	16	0.331	2.837	4.242	3.625
C.V.	%	51.15	26.42	17.09	19.52
Variable altura a la cadera					
Trat.	3	14.037	22.312*	70.912**	50.245**
A	1	35.112**	63.012**	201.612**	117.612**
B	1	0.112	3.612	4.512	7.812
A*B	1	7.812	0.312	6.612	25.312
E.E.	16	6.100	6.887	8.625	9.875
C.V.	%	2.99	2.99	2.94	2.87
Variable altura a la cruz					
Trat.	3	14.745**	18.745*	66.566**	51.650**
A	1	40.612**	56.112**	180.000**	120.050**
B	1	2.112	0.012	11.250	8.450
A*B	1	1.512	0.112	8.450	26.450
E.E.	16	4.437	6.750	8.737	9.375
C.V.	%	2.66	3.10	3.09	2.90

\*( $p < 0.10$ ), \*\*( $p < 0.05$ ).

A = Factor Crecimiento (normal y alto).

B = Factor Somatotropina (con y sin hormona).

Trat = 4, Rep = 5, n = 20

Diseño Completamente al Azar 2X2(Combinatorio), analizado por SAS (Statistical Analysis System).

**Cuadro A.2.- Cuadrados medios y su significancia de las variables; eficiencia de conversión alimenticia, ganancia de peso diaria, incremento de altura a la cadera e incremento altura la cruz, de becerras Holstein para cada uno de los periodos analizados.**

F.V.	G.L.	PERIODO				
		15-21	43-126	127-182	0-42	0-182
Variable consumo de materia seca						
Trat	3	0.592**	0.129	0.949	0.355**	0.251
A	1	1.772**	0.089	0.864	1.064**	0.338
B	1	0.005	0.005	0.774	0.000	0.120
A*B	1	0.000	0.295	1.208	0.000	0.296
E.E.	16	0.745	0.120	0.746	0.009	0.135
C.V.	%	24.20	13.27	16.60	11.65	12.319
Variable conversión alimenticia						
Trat	3	0.853**	1.655*	0.423	0.057	0.653**
A	1	0.530	2.698**	0.455	0.170	1.878**
B	1	0.142	0.759	0.043	0.000	0.082
A*B	1	1.888**	1.508	0.773	0.003	0.000
E.E.	16	0.222	0.528	0.771	0.123	0.056
C.V.	%	37.12	17.30	17.17	22.96	5.94
Variable ganancia de peso diaria						
Trat.	3	0.852**	0.045	0.042**	0.219**	0.064**
A	1	2.183**	0.062*	0.093**	0.657**	0.159**
B	1	0.014	0.033	0.032	0.000	0.018
A*B	1	0.358**	0.039	0.002	0.001	0.015
E.E.	16	0.073	0.019	0.012	0.017	0.008
C.V.	%	33.33	21.79	10.55	22.42	10.52
Variable incremento de altura a la cadera						
Trat.	3	1.045*	16.350**	5.916	15.766**	47.483**
A	1	2.112**	39.200**	11.250*	28.800**	57.800**
B	1	1.012*	0.050	0.450	14.450*	16.200
A*B	1	0.012	9.800	6.050	4.050	68.450**
E.E.	16	0.331	4.242	3.625	3.400	7.937
C.V.	%	51.15	17.09	19.52	22.21	9.40
Variable incremento de altura a la cruz						
Trat	3	0.712	18.979	3.033	7.879*	40.133**
A	1	2.112*	37.812**	5.000	17.112**	57.800**
B	1	0.012	13.612*	0.050	5.512	28.800**
A*B	1	0.012	5.512	4.050	1.012	33.800**
E.E.	16	0.500	4.043	3.712	2.956	5.743
C.V.	%	53.36	17.00	19.26	21.83	8.09

\*( $p < 0.10$ ), \*\*( $p < 0.05$ )

A = Factor Crecimiento (normal y alto)

B = Factor Somatotropina (con y sin hormona)

Trat. = 4, Rep. = 5, n=20

Diseño Completamente al Azar 2X2 (Combinatorio), analizado por SAS (Statistical Analysis System).

**Cuadro A.3.- Análisis de costos**

PRODUCTO	%ms	\$kg/ms	*\$ PROM.
Leche sin acidificar	11.82	33.84	38.30
Leche acidificada	10.50	42.85	38.30
Concentrado Inicial	90.64	2.05	2.05
Ración para C. Normal	89.55	1.45	1.55
Ración para C. Alto	91.37	1.65	1.55

\*\$ PROM. para becerras sin y con hormona.

	% Consumo ms (0-42 d)		\$ kg/ms (0-42)	% consumo ms Total	
	Conc. Inic.	Leche		(0-42)	(43-182 d)
C. N.	20.3	79.7	27.40	5.0	95.0
C. A.	7.90	92.1	39.60	7.7	92.3
Sin	15.1	84.9	32.80	6.6	93.4
Con	13.1	86.9	33.55	6.1	86.9

C. N. = Crec. Normal, C. A. = Crec. Alto, Sin = Sin STH, Con = Con STH

Precio kg de peso vivo en la etapa pre y postdestete				
	C. Normal	C. Alto	Sin	Con
0-42	44.4	56.85	50.00	58.56
%		28.00		17.10
43-182	6.90	7.10	7.20	12.30
%		3.00		70.80
0-182	11.80	16.85	14.65	17.35
%		42.00		18.40

Dosis diaria de Somatotropina (22.85 mg/d) \$ 3.60

Ingrediente	Precio por kg
Sorgo	1.50
Soya	2.70
Salvadillo	1.20
Alfalfa	1.00
Fosf. Monodícalc.	5.00
Suplemento Vitam.	7.00
Carbonato de Ca	5.00
Sal	0.34