



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

---

**“EFECTO DE LA ADMINISTRACIÓN DE DOS DOSIS DE  
SOMATOTROPINA BOVINA SOBRE EL CRECIMIENTO EN  
CORDEROS”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**MÉDICA VETERINARIA Y ZOOTECNISTA**  
PRESENTA:  
**GARÍN ARELLANO PAOLA DEL CARMEN**

ASESOR: DR. JOSÉ DE LUCAS TRON  
COASESORES: M. en MVZ. OMAR SALVADOR FLORES  
DR. MIGUEL ÁNGEL PÉREZ RAZO

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO.

2017



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

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

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

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA  
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales  
de Estudios Superiores Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

Efecto de la administración de dos dosis de somatotropina bovina sobre el crecimiento en corderos

Que presenta la pasante: PAOLA DEL CARMEN GARÍN ARELLANO

Con número de cuenta: 30825608-0 para obtener el Título de la carrera: Medicina Veterinaria y Zootecnista

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

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 16 de marzo de 2017.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M. en C. Juana Ortega Mondragón	
VOCAL	M. en C. Hilda Laura Sandoval Rivera	
SECRETARIO	M. en M.V.Z. Omar Salvador Flores	
1er. SUPLENTE	M.V.Z. Gustavo Díaz Manríquez	
2do. SUPLENTE	M.V.Z. Jesús Emilio Serrano Martínez	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

## **Agradecimientos**

**A los Ingenieros Químicos Industriales, Ricarda Arellano Fabela y Roberto Garín Hernández** por regalarme la vida y por el simple hecho en resumen de haber sido y seguir siendo los mejores padres que la vida pudo darme. Gracias por absolutamente todo el tiempo, apoyo y cariño que me han brindado durante todos los años de mi vida, sin ustedes nunca habría logrado llegar hasta aquí ni ser la persona que soy. Gracias por tenerme muchísima paciencia y enseñarnos a mis hermanos y a mi sobre responsabilidad, amor, honestidad y muchísimos más valores que nos han hecho crecer no solo profesionalmente sino también como seres humanos. Esta meta es por y para ustedes y siempre voy a sentirme completamente orgullosa de ser hija suya.... ¡¡¡Gracias papis, los quiero muchísimo!!!.

**A mis queridos hermanos Fabiola y Ricardo** porque aun cuando hemos tenido choques como todos los hermanos sé que siempre podré contar con ustedes en las buenas y en las malas. Gracias por ser los mejores hermanos mayores del mundo, por cuidarme, enseñarme y jugar conmigo cuando era pequeña. Siempre estaré para ustedes, ¡los quiero mucho!.

**A mis abuelos por regalarme a los mejores padres del mundo y en especial a mi abuelita Chucha** que, aunque ya no estás conmigo sé que continúas cuidándome desde el cielo todos los días; gracias por todos los años que nos brindaste tu amor y compañía. Te extraño abuelita.

**Al amor de mi vida Víctor**, por haber estado a mi lado desde el inicio de todo esto y apoyarme aun cuando no tenía claro lo que quería hacer de mi vida. Gracias por aceptarme tal y como soy y quedarte aún en los malos momentos, en los últimos años hemos aprendido tantas cosas juntos y madurado muchísimo, gracias por los millones de hermosos momentos a tu lado mi amor. Te amo corazón.

**A mi asesor y co-asesores, Dr. José De Lucas Tron, Dr. Miguel Ángel Pérez Razo y M en MVZ Omar Salvador Flores**, gracias por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo con ustedes, por brindarme su tiempo, apoyo, paciencia y compartirme un poco de sus muchos conocimientos. ¡¡INFINITAS GRACIAS!!.

**Al Lic. Oscar Rodríguez**, por habernos otorgado la oportunidad de realizar este trabajo en su rancho "La Finca" y tenernos la confianza para trabajar con sus corderos en todo momento. ¡Gracias!

**A mis amigos del PUNTO, compañeros de carrera y en especial a mis mejores amigas Neyra, Magaly y Angie**, que siempre me ayudaron a resistir la presión escolar, y algunas veces con mis estudios. Gracias por convertir algunas clases y los ratos libres en momentos divertidos y animados. Gracias por todo el apoyo amigas, las quiero mucho.

**A Kuroro y Cachi** por haber elegido a nuestra familia como propia y siempre alegrarnos los días con su alegría y travesuras. Son los bebés más bonitos y agradecidos que jamás conoceré en la vida. Gracias por su compañía y amor incondicional.

**A mi Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán**, por haberme brindado la oportunidad de ser parte de esta gran universidad. Gracias por todo el apoyo de parte de los docentes y administrativos que han facilitado en gran medida mi estancia aquí. Gracias **UNAM**.

*"Cuando un sueño muere es porque se ha hecho real..."*

## ÍNDICE

Resumen .....	1
1. Introducción .....	2
1.1 Producción ovina en el mundo .....	3
1.2 Producción ovina en México .....	4
1.3 Sistemas de producción ovina en México .....	7
1.4 La producción de corderos para abasto en estabulación (engorda) .....	10
1.5 Generalidades del crecimiento y desarrollo de los corderos.....	11
1.5.1 Crecimiento y desarrollo prenatal .....	12
1.5.2 Crecimiento y desarrollo postnatal .....	13
1.5.3 Hormonas relacionadas en el crecimiento y desarrollo .....	17
1.5.3.1 Somatotropina u Hormona de crecimiento (HC) .....	18
2. Justificación .....	22
3. Hipótesis .....	22
4. Objetivos .....	22
4.1 Objetivo general .....	22
4.2 Objetivos particulares .....	22
5. Material y métodos .....	23
5.1 Ubicación .....	23
5.2 Animales y tratamiento .....	23
5.3 Análisis estadístico .....	24
6. Resultados .....	25
7. Discusión .....	26
8. Conclusión .....	28
9. Bibliografía .....	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Número de cabezas de ganado ovino en los últimos años ..... 4

Figura 2. Distribución porcentual de la producción ovina en México ..... 6

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales hormonas involucradas en el proceso de crecimiento 17

Tabla 2. Media  $\pm$  error estándar de los pesos de corderos a los que se les aplicaron dos dosis diferentes de somatotropina durante 50 días con un intervalo de separación de 10 días entre cada aplicación ..... 25

Tabla 3. Media  $\pm$  error estándar de las ganancias diarias de peso (GDP) observadas entre cada pesaje en corderos tratados con dos dosis diferentes de somatotropina durante 50 días ..... 26



## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dos dosis de somatotropina bovina (STb) sobre el crecimiento en 72 corderos machos cruce en una unidad comercial. Los animales fueron divididos en 3 corrales, dependiendo su peso y posterior a esto fueron asignados aleatoriamente en 3 tratamientos cada uno integrado por 8 animales por corral de la siguiente manera: al tratamiento A se le aplicaron 25 mg de STb, al tratamiento B 50 mg de STb y al tratamiento C (grupo control) se le aplicó únicamente el vehículo con el cual se realizó la dilución de la hormona para la obtención de las dosis exactas. La aplicación de los tratamientos se llevó a cabo cada 10 días, durante 2 meses aproximadamente (50 días; 5 aplicaciones) postdestete, vía subcutánea. En el modelo se incluyó como variable de respuesta los diferentes pesos de los 6 pesajes realizados y como co-variable el peso al destete (inicio del experimento). Para el análisis de la ganancia de peso se utilizó el PROC GLM del SAS (2000). No se encontraron diferencias significativas ( $P \geq 0.05$ ) a favor del empleo de la STb, ni en el aumento, ni en la ganancia de peso en los corderos tratados con las diferentes dosis.

## 1. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de una mayor eficiencia en la producción de carne en los ovinos ha llevado a evaluar distintas alternativas, tanto de origen genético como ambiental. En la parte genética se sabe de razas que han sido mejoradas para distintas características de la producción de carne como son: crecimiento, conversión alimenticia (De Lucas, 2011) y características de la canal, es decir, de algunos cortes que tienen distintos valores (Castillo *et al.*, 2014). En la parte ambiental, son múltiples los estudios que hay alrededor de aspectos relacionados con la alimentación (Oddy *et al.*, 2002), con las instalaciones (Rodríguez y Fernández, 2015), densidad de animales (Salvador *et al.*, 2015) y otros factores; dentro de estos se han explorado la utilización de promotores del crecimiento entre los cuales se encuentran algunos hormonales. De ellos tiene una importancia especial la somatotropina (ST) u hormona del crecimiento la cual consta de 191 aminoácidos y es la principal hormona peptídica que afecta el crecimiento (Squires, 2006), es liberada por la porción anterior de la hipófisis, lo cual es controlado por mecanismos centrales y periféricos (Lawrence *et al.*, 2012); aparte del crecimiento, la ST tiene otras acciones importantes que implican el metabolismo y la diferenciación celular; incrementa la lipólisis en células adiposas, la glucogenolisis y la síntesis proteica en hígado y células musculares, y la condrogénesis en hueso (McDonald, 2003). Se sabe que existen múltiples estudios sobre la somatotropina vinculados al crecimiento en especies como bovinos o porcinos, sin embargo, en ovinos son escasos (Martínez, 2013) y son más los que se encuentran relacionados con aspectos reproductivos sobre todo en la fertilidad, como la sincronización de estros (Sosa *et al.*, 2014), inducción de ovulación (Méndez, 2014), superovulación y desarrollo embrionario (Carrera *et al.*, 2014), entre otros. En otras especies como los bovinos son muchos los trabajos que se han relacionado no solo con aspectos reproductivos si no con la producción de leche ya que esta hormona aumenta las concentraciones séricas del factor de crecimiento parecido a la insulina tipo 1 y ambas hormonas regulan los procesos fisiológicos para incrementar la lactopoyesis (Hernández y Gutiérrez 2013).

Dado lo anterior y dada la experiencia previa de Martínez (2013), que encontró diferencias en las ganancias de peso en corderos de lana en condiciones de alimentación particulares de pastoreo, se considera que es importante evaluar el uso de esta hormona en sistemas de *feed lot* (engorda en corral), donde las condiciones suelen ser más estándares, por eso el objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la somatotropina sobre el crecimiento de corderos en estos sistemas.

## 1.1 PRODUCCIÓN OVINA EN EL MUNDO

Los ovinos es una especie que por muchos siglos han acompañado al pequeño y mediano productor agropecuario, siendo una fuente importante de alimento y sustento. Es muy versátil, ya que se le puede encontrar desde climas fríos a calurosos, pero en general no prospera en ambientes húmedos (De Lucas y Arbiza, 2000). En climas semiáridos puede sobrevivir y producir lana de buena calidad. Además, los ovinos responden bien a la alimentación intensiva y en estas condiciones son excelentes productores de carne (Kirchner *et al.*, 2014).

En la actualidad a los ovinos se les encuentra en muchos países del mundo, aunque destacan aquellos que están en las regiones de los climas templados, con vastas regiones pastorales, bajas densidades de población humana y precipitaciones pluviales entre los 250 y 1200 mm. Los principales productos ovinos son la lana, la leche, la carne y las pieles, aunque también aporta subproductos importantes como la lanolina (De Lucas, 2013 a).

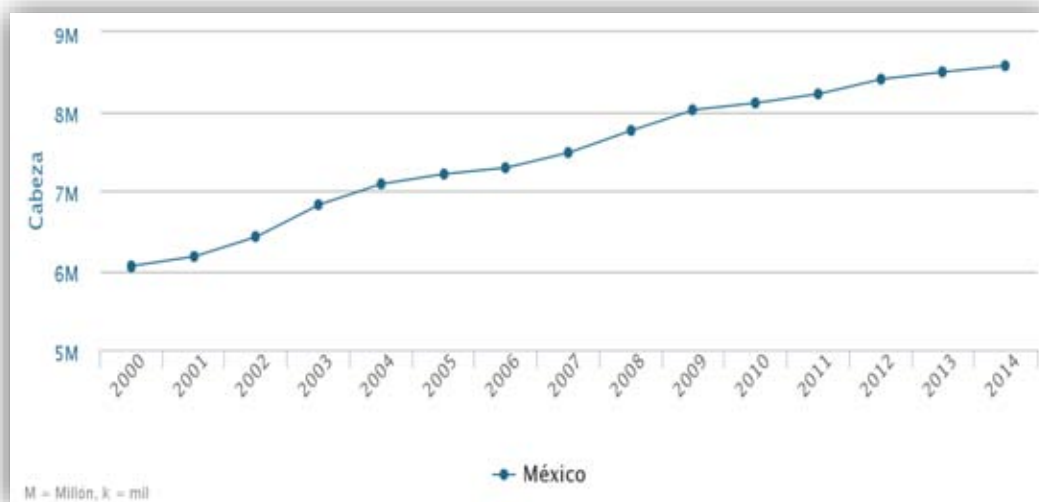
Si bien, se sabe la producción de carne ovina en el mundo ha tenido un gran incremento en los últimos años, según los reportes más recientes publicados de la FAO, en el 2013 se estima se produjeron un total de 8,702,257 toneladas (T) de carne a nivel mundial, en donde los principales productores fueron: China (2,081,000 T), Australia (660,437 T), Nueva Zelanda (450,075 T) y Sudán (325,000 T). (FAOSTAT, 2016).

## 1.2 PRODUCCIÓN OVINA EN MÉXICO

La introducción de los ovinos en México se le atribuye a Francisco de Montejo, el cual en 1525 llegó a la Península de Yucatán con dicha especie. De ahí posteriormente fueron llevados al Altiplano. Como los animales que llegaron no fueron fundamentalmente laneros y como no se conservó el sistema de producción trashumante español con todas sus prácticas de manejo, no se tuvo ningún avance genético, ni un desarrollo importante de ovinos que apoyaran la industria lanera. Es así que con el paso de los años y en especial en la segunda mitad del siglo pasado y principios de este, la producción ovina se ha enfocado más hacia la carne (Arbiza y De Lucas, 1996; Arteaga Castelán comunicación personal, 2017)

Los ovinos, junto con los caprinos, han tenido un auge sorprendente en los últimos años, pues el inventario ovino mexicano en el 2014 se encontró conformado por 8,575,908 de cabezas aproximadamente (figura 1) (FAOSTAT, 2016). La información disponible a la fecha (2017), indicaba que en febrero del 2015 el SIAP estimaba que la producción del año sería de 8,756,700; además, se explotan más de 15 razas cuyo propósito es lana, carne o ambos (Kirchner, 2014).

**Figura 1.** Número de cabezas de ganado ovino en los últimos años (FAOSTAT 2016)



La principal orientación de la ovinocultura en México se destina hacia la producción de carne; por otra parte, la producción de lana tiende a no ser una actividad redituable, ya que este producto solo se utiliza con fines artesanales en algunos estados de la república y las industrias textiles del país dependen al 100% de la importación (Cuéllar *et al.*, 2012).

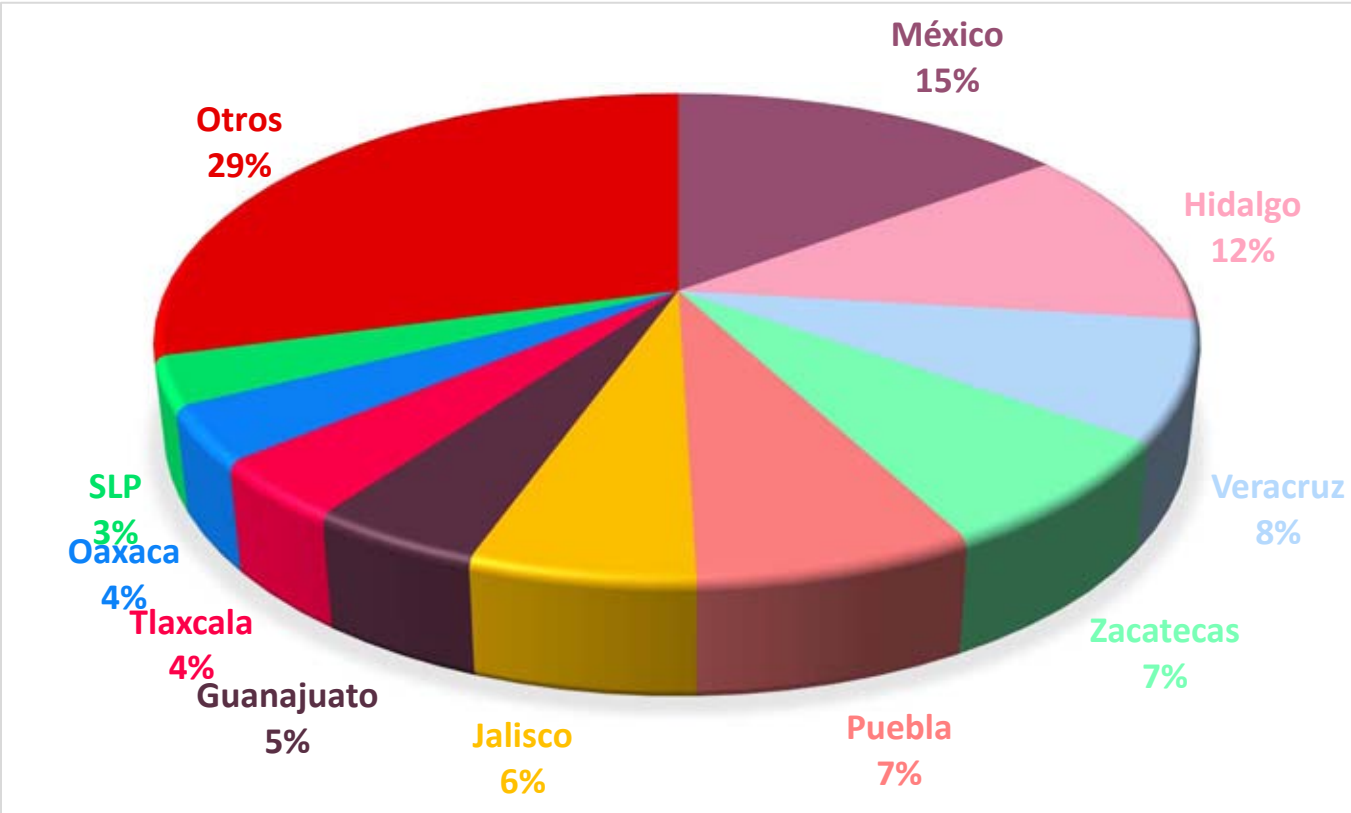
La población de ovejas que se explotan en el país con fines lecheros es muy reciente, en el 2010 se reportaban apenas unas dos mil ovejas (Martínez *et al.*, 2010); desde hace años se cree en otros países de América que probablemente la presión que ejercen las vacas, la carencia de razas ovinas especializadas en producción de leche y, sobre todo, la falta de una tradición en este tipo de producción sean los elementos más determinantes de la poca producción de leche ovina (Buxadé, 1996). Actualmente siguen siendo muy pocos los rebaños con fines lecheros en el país, aunque, se presenta como una opción muy interesante ante la demanda del crecimiento del queso para mercados gourmet y el buen precio de este (De Lucas, 2013 a).

En la actualidad la producción ovina con referente a la oferta sigue dependiendo en alguna medida de la importación tanto en animales en pie y en canal principalmente de Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda y Chile, mientras que la exportación es prácticamente nula, solo ha sido significativa la venta de vientres y sementales de razas puras para fines reproductivos a algunos países de Centro y Sudamérica (Arteaga, 2015).

Destacan los estados de México e Hidalgo con el 29% del total de la población ovina nacional, lugares que tradicionalmente concentran una gran parte de la producción, el comercio y la transformación de la carne. Por ejemplo, en 2011 en Capulhuac, Estado de México, se sacrificaban entre 40 y 60 mil animales por mes, provenientes de Querétaro, Guanajuato, Jalisco, San Luis Potosí, Zacatecas, Chihuahua, Coahuila y del mismo Estado de México (figura 2) (SAGARPA, 2013).

El consumo de carne ovina tradicionalmente, se ha localizado en el centro del país (Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Querétaro y Morelos), donde se concentra más o menos el 85% del total de carne consumida y el resto se aprovecha en los demás estados de la república. Así mismo, se estima que, de la producción total, básicamente el 90% se consume en forma de barbacoa y sólo el 10% se prepara de otra manera como cordero al pastor, cordero al ataúd, mixiotes, birria de borrego, cordero lechal y cordero como sustituto de cabrito, así como en cortes finos de cordero (SAGARPA, 2013).

**Figura 2.** Distribución porcentual de la producción ovina en México (SIAP, 2016)



El precio de la canal en México se comercializa en aproximadamente \$90.00 (precios de agosto del 2016), la canal importada tiende a ser más barata, aunque el barbacoero prefiere la mexicana por su sabor; sin embargo, otros eligen la importada por el menor trabajo que implica (Gómez Marroquín comunicación personal).

### 1.3 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN OVINA EN MÉXICO

Existen diversos sistemas de producción ovina que se desarrollan en múltiples condiciones como: pastoreo o estabulación o la combinación de estas dos modalidades y otros (De Lucas, 2013 a). SAGARPA (2013) clasifica los sistemas de acuerdo con la intensidad de su régimen de producción y los divide en intensivos, semintensivos o semiextensivos y extensivos, y según su propósito fundamental en comerciales y de autoconsumo. A su vez, los sistemas comerciales pueden ser extensivos, semi-intensivos o semi-extensivos e intensivos, y por lo general, los de autoconsumo son de traspatio y, en algunos casos muy limitados de trashumancia. Las características y los componentes de un sistema de producción son múltiples, en forma sucinta algunos de los principales factores que los caracterizan se mencionan a continuación.

Extensivos: en estos se tiene una escasa alimentación complementaria, ya que esta se basa por completo o en buena medida en el pastoreo, se tienen bajas inversiones, suelen tener baja intensificación reproductiva, prolificidad no elevada, sanidad animal deficiente, manejo tradicional y rutinario. Instalaciones escasas o inadecuadas y poco funcionales (Buxadé, 1996). Este tipo de producción se puede dividir en dos: Sistemas extensivos sedentarios y sistemas móviles extensivos.

- **Sistemas extensivos sedentarios**: Son posiblemente los más utilizados en el mundo. Los animales permanecen en una misma zona geográfica durante toda la producción, en extensiones de tierra, de medianas a grandes, divididas en potreros cercados en donde los animales ingieren pasturas naturales o mejoradas. Tiende a ser económico y tiene como ventaja que se necesita de poco manejo para llevarse a cabo. El régimen es más higiénico que los confinados. Se puede adaptar en grandes extensiones de tierra en donde no se es necesaria la rotación de potreros (dependiendo el tamaño de la densidad animal) o en predios de menor tamaño con rotación de potreros. (De Lucas y Arbiza, 2000; De Lucas, 2013 c)

- **Sistemas móviles extensivos:** Estos sistemas están basados en la movilidad de los rebaños en busca de sus alimentos, siempre asentados en pasturas de crecimiento temporario. Pueden ser de tipo nómada; en donde los animales se encuentran en constante movimiento sin bases de asentamiento; y de tipo trashumante; en donde los animales se trasladan generalmente a dos lugares prefijados de acuerdo al clima y a la disponibilidad de alimento (De Lucas y Arbiza, 2000; De Lucas, 2013 c).

Semiintensivos o semiextensivos: Son sistemas en pastoreo, estabulados por la noche e incluso durante la lactación, si no existen recursos pastables. Existe cierta planificación e intensificación reproductiva, se incluye alimentación complementaria al menos en algunas fases productivas. Instalaciones propias y mejoradas, sanidad más eficiente (Buxadé, 1996)

Intensivos: Puede ser tanto pastoreo como una completa estabulación, se tiene alimentación complementaria en todas las fases productivas, correcta planificación, intensificación reproductiva y genotipos de alto nivel productivos o selectos. Instalaciones funcionales y muy económicas, alto nivel de sanidad. (Buxadé, 1996).

- **Sistemas intensivos con pastoreo:** Los productores que cuenta con este tipo de producción suelen tener sus propios cultivos; se requiere de una gran habilidad y conocimiento por parte del productor. Debe dominar el movimiento de su ganado, las cargas exactas de acuerdo al rendimiento de la pastura, siempre igualando el suministro de pasto con la demanda del rebaño (De Lucas y Arbiza, 2000; De lucas, 2013 c).
- **Sistemas intensivos con estabulación:** En estos sistemas las ovejas están siempre estabuladas, no salen a pastorear o lo hacen muy poco, permaneciendo en refugios o corrales, siendo dependientes del hombre en la proporción de sus necesidades alimenticias y otros (De Lucas y Arbiza, 2000; De lucas, 2016).



En México según PROGRAN en 2010 se tenía registradas alrededor de 53,000 unidades de producción ovina, distribuidas aproximadamente de la siguiente forma: 53% en el centro, 24% en el sur-sureste y 23% en el norte, aunque es importante mencionar que cifra en el país es mucho más elevada, dado de que era éste era un programa gubernamental que solo amparaba productores que se afiliaban al mismo.

La mayor parte de ovinos se encuentran en manos de campesinos sin tierra o muy escasa que su rebaño lo ven como un patrimonio al cual recurrir sólo en situaciones económicas de emergencia. Por lo regular, estos campesinos no tienen ningún tipo de asistencia, emplean técnicas tradicionales de producción, como empadre continuo, cruzamientos entre animales ya muy emparentados, no destetan crías y sus criterios de producción se basan en aspectos fenotípicos (Cuéllar *et al.*, 2012; De Lucas, 2013 b).

Otro grupo son los denominados empresariales que tienen objetivos zootécnicos más claros, por ejemplo, producir corderos para abasto de carne, estos se encuentran en una situación económica desahogada y actitud abierta que les permite acceder a la tecnología para lograr una producción eficiente (Cuéllar *et al.*, 2012; De Lucas, 2013, a y b)

Hay otros tipos de productores, en general son minoría por ejemplo los ovinocultores de pie de cría, representado en muchos casos por personas con posibilidades económicas o políticas, que reciben asistencia técnica especializada, son sujetos de crédito, poseen instalaciones funcionales y llevan a cabo técnicas de vanguardia. Aunque sus costos de producción son elevados, el precio de mercado que alcanzan sus animales triplican o cuadruplican al de los destinados para el abasto de carne (Cuéllar *et al.*, 2012)

#### **1.4 LA PRODUCCIÓN DE CORDEROS PARA ABASTO EN ESTABULACIÓN (ENGORDA).**

Una de las formas de producción de corderos para abasto que ha venido incrementándose en el país es en corrales de engorda (o *feed lot*). Tiene una serie de ventajas en regiones donde los insumos sobre todo del alimento están disponibles y son económicos y por utilizar áreas reducidas de espacio. No son las únicas ventajas, hay otras como pueden ser los mercados y/o el precio entre otros (De Lucas, 2013 a y b).

En producciones de tipo estabulado de ciclo completo dedicadas a la producción de corderos para engorda, se tiene como objetivo primario aumentar el rendimiento de los animales de forma individual; para esto es necesario tomar en cuenta diferentes factores como: instalaciones, clima, estacionalidad, edad en que se alcanza la pubertad, prolificidad, frecuencia de parto, longevidad de las ovejas, tasa de crecimiento e índice de conversión alimenticia por parte de los corderos (The Commonwealth Agricultural Bureaux, 1982). Generar información de estas unidades de producción en el país es muy importante toda vez que son muy sensibles a los cambios sobre todo de precios para que puedan ser rentables.

Unas de las formas de medir la buena eficiencia productiva pueden ser por la alta tasa reproductiva; la cantidad de materia orgánica digestible que se requiere para producir un kilogramo de canal y la tasa de prolificidad de las ovejas, de aquí que estos sistemas deben usar razas muy eficientes y prolíficas para poder ser rentable (De Lucas y Arbiza, 2000).

Para lograr esto, entre otras cosas por ejemplo se controla la nutrición de las madres y recién nacidos y se buscan animales eficientes en su velocidad de crecimiento. Se trata de reducir al mínimo el intervalo interparto, principalmente buscando razas poco o nada estacionales. El destete es precoz, aproximadamente entre los treinta a los sesenta días de edad (De Lucas y Arbiza, 2000).

Todo este proceso es caro y se necesita mano de obra especializada. Además, se requiere personal capacitado para realizar las diferentes tareas por ejemplo todo lo concerniente al manejo del rebaño, inducción de los estros, inseminación artificial, diagnóstico de preñez, control de pariciones, cría artificial y la recría del cordero desde el destete a su venta, etcétera (De Lucas y Arbiza, 2000).

## **1.5 GENERALIDADES DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS CORDEROS**

El crecimiento, atributo de todo ser viviente, es de vital importancia en los animales cuyo objetivo es la producción de carne. De su velocidad y eficiencia depende la rentabilidad del sistema productivo, ya que impacta directamente sobre la economía de la producción. También, del crecimiento dependerán los costos de producción del cordero, el tipo de canal puesto en el mercado y su composición y calidad carnicera (Arbiza y De Lucas, 1996).

El crecimiento en los organismos se puede definir según Hammond (1966), citado por Caravaca *et al.*, 2003) como “el aumento de peso del animal hasta que alcanza el tamaño adulto”, de tal forma indica que el crecimiento corporal supone un incremento de peso del conjunto o de parte de un individuo, el cual ocurre mediante dos procesos:

- Hiperplasia: multiplicación celular
- Hipertrofia: aumento del tamaño celular

La actividad celular en su conjunto es una constante durante el desarrollo y especialmente manifiesta en el periodo germinal. Durante el desarrollo de los animales y en este caso de los ovinos dicha actividad es intensa y procesos tales como la multiplicación, crecimiento, maduración, diferenciación, inducción, emigración, afinidad y muerte o apoptosis se verifican de manera constante (Salazar, 2013); se producen cambios cualitativos en los tejidos, las funciones y la

forma externa del animal. Implica modificaciones de estructura y composición química e histológica; también menciona Hammond (1966, citado por Caravaca *et al.*, 2003) que se puede definir como “modificación de la conformación corporal del animal en tanto que sus diversas funciones y facultades alcanzan la plenitud”.

### **1.5.1 CRECIMIENTO Y DESARROLLO PRENATAL**

Los fenómenos del crecimiento y desarrollo tienen dos etapas una pre y otra postnatal. La primera inicia, desde que se tiene el embrión como resultado de la fecundación de ambos gametos (macho y hembra) hasta el nacimiento (Arbiza y De Lucas, 1996; Caravaca *et al.*, 2003). En el contexto de la embriología, la ontogénesis puede entenderse como el desarrollo de un individuo desde la fecundación hasta el nacimiento (parto) (García y Gil, 2013).

En éste periodo denominado “gestación” el cual tiene una duración de  $148 \pm 5$  (Hafez, 2002) el ciclo ontogénico consta de 3 periodos prenatales; 1.-Preembrionario o germinativo: posterior a la fecundación y durante los siguientes 7 días se tiene un proceso llamado “crecimiento libre del huevo” (Arbiza y De Lucas, 1996) o “segmentación” (Hafez, 2002), en donde el cigoto que da origen al embrión, experimenta de forma rápida varias divisiones mitóticas denominándose a cada una de estas células producidas como “blastómeros” (Arbiza y De Lucas, 1996) la segmentación se detiene hasta que se logra formar una mórula (16 células) (Caravaca *et al.*, 2003) y seguido de esto blastocisto (36 células) el cual será diferenciado después de una serie de eventos fisiológicos en trofoblasto y embrioblasto para que posterior a esto sea liberado y así se pueda dar el fenómeno de implantación en el cuello uterino materno (Hafez, 2002), (García y Gil, 2013).

2.- Embrionario u organogénesis: el blastocisto continúa su crecimiento dándose una siguiente diferenciación derivada del trofoblasto y embrioblasto; el trofoblasto está relacionado con la formación de la placenta, mientras que el embrioblasto crea tres capas de células que se encargaran de la formación de diferentes órganos y

tejidos: ectodermo (epidermis, pelo y pezuñas, glándula mamaria, espina dorsal y sistema nervioso), mesodermo (órganos circulatorios y tejidos musculares, vasculares, óseo y conjuntivo) y endodermo (hígado, páncreas, vejiga y revestimiento interior del aparato digestivo). Este proceso se sigue hasta el día 30-34 de la gestación; 3.- Fetal: después de esto se continua con el crecimiento de los órganos y tejidos hasta el nacimiento (Arbiza y De Lucas, 1996), (García y Gil, 2013)

Son muchos los factores que intervienen en el crecimiento prenatal como son hormonas y reguladores del crecimiento, pero de los que están involucrados directamente desde el punto de vista zootécnico son: el tamaño de la madre, la edad de la madre, el tamaño de la placenta, la nutrición materna, el tipo de gestación (sencillo o múltiple), la temperatura ambiental, el genotipo, sexo del feto y sanidad (Arbiza y De Lucas, 1996; Caravaca *et al.*, 2003)

### **1.5.2 CRECIMIENTO Y DESARROLLO POSTNATAL**

Una vez que nace el cordero queda expuesto a los rigores ambientales, por lo que debe modificar o ajustar su fisiología, su conducta y adaptarse con rapidez a su nueva situación dependiente de su madre. El cordero crece más rápido durante sus primeras semanas de vida y el crecimiento es lineal hasta las primeras 10 semanas, para luego decrecer en su ritmo (Arbiza y De Lucas, 1996).

El crecimiento en la fase postnatal puede ser representado por una curva sigmoidea: primero se produce un crecimiento lento, seguido de un alto índice de desarrollo, apoyado por el efecto de las hormonas sexuales, para, luego, el índice de crecimiento ser muy reducido, hasta alcanzar el grado de madurez somática o detención del crecimiento (Álvarez *et al.*, 2009)

El orden de crecimiento y desarrollo de las distintas partes del cuerpo sigue fundamentalmente, el orden de uso para las funciones vitales mientras que la musculatura se va a desarrollar poco a poco (Caravaca *et al.*, 2003).

Sotilo y Vigil (1978) (Citado por Caravaca *et al.*, 2003) distinguen cuatro etapas fundamentales del crecimiento post natal:

1. En la primera se produce un incremento rápido de la cabeza, cuello y extremidades.
2. La segunda supone cambios en la conformación corporal, fundamentalmente alargamiento.
3. En la tercera se produce un ensanchamiento general del organismo, comenzando con el depósito de grasa.
4. La cuarta supone una concentración del crecimiento en el lomo y masas musculares de las extremidades, junto con un aumento generalizado de la anchura y profundidad del organismo y el depósito de grasa es más elevado.

Son diferentes los factores que afectan el crecimiento postnatal de los corderos. A continuación, se hace una mención somera de los más relevantes:

- **Genotipo (raza y cruces):** La principal influencia de la raza se centra en el peso que alcanzan los animales en la madurez y en la rapidez con que lo hacen. Los que son más pesados en la madurez crecen rápidamente y contienen menos proporción de grasa y más proteína y hueso en su canal, a una misma edad cronológica, que los animales menos pesados en la madurez (Caravaca *et al.*, 2003). La velocidad de crecimiento está correlacionada inversamente con la distinta precocidad de los animales. Se dice que un animal es precoz cuando alcanza antes las proporciones de adulto; por ejemplo, razas como *Suffolk* y *Hampshire* tienden a ser grandes y pesadas, aunque tardan más a diferencia de razas como la *Southdown* que es un animal pequeño y que acumula grasa rápidamente. Los cruzamientos que dan heterosis también aumentan generalmente la tasa de crecimiento y por el contrario la endogamia lo deprime (Arbiza y De Lucas, 1996; Álvarez *et al.*, 2009).

- **Sexo:** En general las hembras tienen una menor velocidad de crecimiento, sus canales maduran antes y tienen un menor tamaño en comparación de los machos (Arbiza y De Lucas, 1996). El sexo, no solo afecta la velocidad de crecimiento, sino también la composición corporal, ya que en las hembras se tiene una mayor acumulación de tejido adiposo; de esta forma se puede entender el por qué los machos castrados también presentan más acumulación de tejido adiposo (Arbiza y De Lucas, 1996; Caravaca *et al.*, 2003; Álvarez *et al.*, 2009).
- **Peso al nacimiento:** El peso al nacimiento y los pesos sucesivos están correlacionados entre sí y con el peso del animal adulto. Cuando el peso al nacimiento es bajo además de que aumenta la mortalidad de los recién nacidos y disminuye la ganancia diaria de peso (Caravaca *et al.*, 2003). Los corderos con mayor peso y más fuertes al nacimiento ingieren mayor cantidad de calostro (Vergara, 1996, citado por Martínez, 2013)
- **Nutrición:** El crecimiento está en función de los niveles y calidad de la alimentación del animal y la eficiencia con que ésta convierte este alimento en peso vivo. Durante las primeras semanas de vida, el alimento principal para los corderos es la leche materna, posterior a esto sobre los dos meses de edad, el nivel de ingestión de pasto u otros alimentos sólidos ha tomado importancia (Arbiza y De Lucas, 1996). De ahí, que se recomienda realizar el destete de forma progresiva para obtener tasas elevadas de crecimiento (Caravaca *et al.* 2003), también como práctica de manejo se emplea el *creep feeding* para que los corderos se acostumbren más rápido a los alimentos sólidos y cuando se realice el destete no sea adverso en el crecimiento (Álvarez *et al.*, 2009; Salvador y De Lucas, 2015).

Otro factor nutritivo que afecta la velocidad de crecimiento de los corderos es la alimentación preparto de la madre. Aquellas ovejas bien alimentadas durante los dos últimos meses de la gestación van a parir corderos más grandes, pesados y con una mayor tasa de crecimiento postnatal (Arbiza y

De Lucas, 1996). Por el contrario, una alimentación prenatal deficiente por parte de la oveja tendrá como resultado no solo corderos más pequeños y débiles, sino que también se verá afectada la glándula mamaria y por consecuente se verá disminuida la cantidad de leche producida (Castellano y Arellano, 2006, citado por Valdez, 2011).

- **Tipo de parto:** El tipo de nacimiento, en este caso, según sea único, doble o más, inciden en la posterior velocidad de crecimiento, siendo menor en aproximadamente 10% en corderos mellizos que en los únicos (Arbiza y De Lucas, 1996).
- **Edad de la madre:** Las hembras jóvenes que no han alcanzado la madurez continúan creciendo durante la gestación, compitiendo con el feto en la utilización de los nutrientes (Caravaca *et al.*, 2003). En el otro extremo, las ovejas viejas o muy viejas, pueden tener efectos perjudiciales en el paso al nacer, la mortalidad y la velocidad de crecimiento (Arbiza y De Lucas, 1996).
- **Época de parto:** Se ha observado en animales de un mismo genotipo incrementos de peso en invierno, mientras que el verano ejerce un efecto negativo por producirse un mayor estrés (Caravaca *et al.*, 2003).
- **Manejo:** Los corderos que son destetados precozmente tienden a sufrir cierto estrés que les causa momentáneamente un severo *shock* que detiene el crecimiento; mientras más leche materna consume, más pronto crecerá (Arbiza y De Lucas, 1996; Álvarez *et al.*, 2009).
- **Temperatura ambiental y fotoperiodo:** Las temperaturas extremas, tanto de frío como de calor, tienden a repercutir de forma negativa sobre el incremento de peso (Caravaca *et al.*, 2003). La luz es de acción positiva en el crecimiento de los corderos; existen evidencias que, exponiendo a los corderos a mayores periodos de luz, trae por resultado mayores ganancias de peso (Arbiza y De Lucas, 1996; Álvarez *et al.*, 2009).



- **Enfermedades:** Estas afectan el crecimiento por medio de la reducción de consumo de alimento o la eficiencia de conversión (Álvarez *et al.*, 2009).

### 1.5.3 HORMONAS RELACIONADAS CON EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO

La regulación endócrina del crecimiento puede conceptuarse como un proceso de alta complejidad, por las interacciones que se producen entre la hormona del crecimiento y un conjunto hormonal que apoya y estimula el ritmo del desarrollo somático en el organismo animal (Álvarez *et al.*, 2009). Las principales hormonas que tienen relación y dependencia sobre el proceso de crecimiento en mamíferos se presentan en la Tabla 1. Ahí mismo se menciona la glándula donde se origina y la función neta para cada una. Muchas de las hormonas anabólicas y catabólicas no solo tienen efecto directo sobre el crecimiento, sino que pueden regular la producción de otras hormonas y por consecuencia alterar el proceso de crecimiento (Ávila, 1990).

**Tabla 1.** Principales hormonas involucradas en el proceso de crecimiento

Hormona	Glándula	Función
Del Crecimiento o somatotropina	Pituitaria	Anabólica
Prolactina	Pituitaria	Anabólica
Estimulante de la tiroides	Pituitaria	Anabólica/catabólica
Tiroidea	Tiroides	Anabólica/catabólica
Insulina	Páncreas	Anabólica
Corticoesteroides	Adrenal	Catabólica
Estrógenos	Adrenal/Gónadas	Anabólica
Andrógenos	Adrenal/Gónadas	Anabólica
Somatomedinas	Hígado/otros	
Factores del crecimiento	Tejidos	Anabólica

Fuente: Ávila, 1990.

### 1.5.3.1 SOMATOTROPINA U HORMONA DE CRECIMIENTO (HC)

La somatotropina (**ST**) o somatotrofina o también conocida como Hormona de crecimiento (GH) es la principal hormona peptídica que afecta al crecimiento. Las somatotropinas de los animales domésticos contienen 191 aminoácidos con dos puentes disulfuro intrecatenarios que le dan estabilidad a la molécula y un peso molecular de 22.005 µg (Guyton y Hall, 2011); se encuentra un alto grado de homología en las secuencias entre las diferentes especies. Existen 18 diferencias entre las ST porcina (pST) y la ST bovina (bST), pero tan solo dos diferencias entre la bST y la ST ovina (oST) (Squires, 2006).

Esta proteína es sintetizada, almacenada en gránulos secretorios y liberada de manera pulsátil por los somatotropos. Los somatotropos son células diferenciadas que componen entre el 50 y 60% de la adenohipófisis. La regulación de esta hormona se da por medio de dos principales péptidos de origen hipotalámico: la hormona liberadora de somatotropina (GHRH) y la somatostatina (**SS**), conocida también como la hormona inhibidora de la somatotropina (GHRIH) (McDonald y Pineda, 1991).

El control del gasto de la ST se realiza por un balance entre la GHRH y la GHRIH. Se considera que la glucosa sanguínea baja es la causa principal de la liberación de GHRH que a su vez provoca la secreción de ST, además; en humanos, también puede ser provocada por la tensión, el ejercicio, el ayuno, la ingestión de alimentos altos en proteínas y el sueño (McDonald y Pineda, 1991).

La insulina, al disminuir el nivel de glucosa sanguínea, provoca un incremento en la ST, mientras que altas dosis de glucocorticoides disminuyen los niveles de ST. Los ácidos grasos, la hiperglucemia y los agentes beta adrenérgicos inhiben el gasto de ST (McDonald y Pineda, 1991).

La hormona del crecimiento, a diferencia de otras hormonas, no actúa a través de ninguna glándula efectora, sino que ejerce un efecto directo sobre todos o casi todos los tejidos del organismo (Guyton y Hall, 2011).

La ST puede actuar directamente, pero sobre todo lo hace de forma indirecta, estimulando la síntesis en el hígado de los llamados factores del crecimiento similares a la insulina, a la insulina I y II (IGF-1, IGF-II) o también llamados somatomedinas que actúan como mediadores de la ST (Ceniceros, 2008). Aunque la ST por sí misma puede regular el metabolismo tisular, las somatomedinas y la ST son sinérgicas. Ambas hormonas ejercen un control por retroalimentación negativo sobre la hipófisis y el hipotálamo; si existe un exceso de somatomedinas habrá una disminución de ST y aumento de SS y viceversa (Reece, 2004).

No tiene un órgano blanco, sino que ejerce sus acciones sobre numerosos tejidos, por ejemplo, los condrocitos, los hepatocitos, las células musculares y los adipocitos (Ceniceros, 2008).

Las principales funciones de la somatotropina en el organismo son las siguientes:

- Favorece el aumento de tamaño de las células y estimula la mitosis, dando lugar a un número creciente de células y a la diferenciación de determinados tipos celulares, como las células del crecimiento óseo y los miocitos precoces (Guyton y Hall, 2011).
- También favorece el depósito de proteínas en sus tejidos por diferentes medios; facilitando el transporte de aminoácidos a través de las membranas celulares, aumentando la traducción de ARN para facilitar la síntesis proteica en los ribosomas, aumento de la transcripción de ADN para formar ARN, produce una disminución en la degradación de proteínas celulares (Guyton y Hall, 2011), la pérdida de nitrógeno en la orina como urea u otros productos de desecho nitrogenados disminuye (McDonald y Pineda, 1991).

- Induce la liberación de los ácidos grasos del tejido adiposo y, por consiguiente, aumenta su concentración en líquidos corporales. Asimismo, intensifica la conversión de ácidos grasos en acetil coenzima A y su utilización subsiguiente como fuente de energía en todos los tejidos del organismo (Guyton y Hall, 2011)
- Reduce la utilización de hidratos de carbono; disminuye la captación de glucosa en los tejidos como el músculo esquelético y el tejido adiposo, aumenta la producción hepática de glucosa e incrementa la secreción de insulina (Guyton y Hall, 2011)

Gracias a todos estos estudios que se han tenido sobre el funcionamiento de la ST sobre el organismo se han logrado aplicar técnicas en donde se tienen mejorías en los organismos, sobre todo en animales de producción, por medio de la aplicación exógena de la ST.

En la década de 1920, se descubrió que un extracto crudo aislado de hipófisis bovina estimulaba el crecimiento de ratas, este extracto fue denominado como “hormona del crecimiento” o “somatotropina”. Sin embargo, pronto se hizo evidente que el extracto hacía mucho más que estimular el crecimiento, sino que también estimulaba la producción de leche en cabras lactantes. Siguiendo estos descubrimientos iniciales, la proteína específica en el extracto pituitario responsables de la respuesta galactopoyética se identificó como somatotropina y durante los últimos 70 años, el trabajo se ha ampliado para mostrar el resultado de que la mayoría de los mamíferos lactantes incrementan la producción láctea cuando son tratados con somatotropina de forma exógena (Baumann, 1999, citado por Martínez, 2013).

En los hatos lecheros de México la Somatotropina bovina STb se comenzó a utilizar a finales de los años ochenta y en EE.UU. su uso se aprobó en 1994. La STb incrementa la producción de leche mediante un mecanismo homeorrético, el cual

consiste en un conjunto de adaptaciones fisiológicas de largo plazo que permiten al tejido secretor de la glándula mamaria disponer de más precursores para la síntesis de la leche y mayor capacidad lactopoyética. La somatotropina estimula en el hígado la síntesis del factor de crecimiento parecido a la insulina tipo I (IGF-I), el cual actúa como mediador de diversas funciones de esta hormona (Bauman, 1999, citado por Hernández y Gutiérrez, 2013).

La STb y el IGF-I participan en la regulación del desarrollo folicular, maduración del ovocito, tasa de fertilización, desarrollo embrionario temprano, función del cuerpo lúteo y reconocimiento materno de la gestación. Además, se ha evaluado el uso de la STb para mejorar el desempeño reproductivo (Hernández y Gutiérrez, 2013).

En consecuencia, la STb se ha empleado en algunos estudios para incrementar la producción ovina; de manera favorable se ha utilizado para el incremento de la producción láctea (Sallam *et al.*, 2004), en sincronización de estros y aumento de la prolificidad en ovejas (Sosa *et al.*, 2014), en la inducción de la ovulación (Méndez, 2014), en superovulación y desarrollo embrionario (Carrera *et al.*, 2014) y para la mejora de la espermatogénesis (Trejo y Toledo, 2007).

Sin embargo, son pocos los estudios relacionados sobre el uso de la ST sobre el crecimiento en especial en procesos de engorda o en corderas de reemplazo, se ha demostrado que el uso de somatotropina sobre ovejas próximas al parto ocasiona que se tengan productos más pesados (Feijó *et al.*, 2015), de manera postnatal, Martínez (2013) encontró que la ST exógena aceleró el crecimiento sobre corderos machos en pastoreo.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

La gran demanda de carne ovina a nivel nacional ha impulsado la búsqueda de nuevas alternativas para incrementar la producción de ésta, hay pocos estudios sobre el uso de la somatotropina recombinante sobre el crecimiento de los corderos, en base a esto se necesita estudiar más a profundidad este tema para determinar si puede ser una alternativa viable.

## **3. HIPÓTESIS**

La administración de somatotropina exógena mejorará la ganancia de peso y reducirá el periodo de engorda, lo que permitirá que los corderos sean comercializados más pronto.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL:**

- Evaluar el efecto de la aplicación de dos dosis de somatotropina bovina sobre la tasa de crecimiento en corderos cruza entre razas de pelo y lana en condiciones de corral de engorda (*feed lot*).

### **4.2 OBJETIVOS PARTICULARES:**

- Evaluar el efecto de dos dosis diferentes de somatotropina sobre la tasa de crecimiento de corderos machos.
- Evaluar el efecto de la somatotropina sobre la ganancia diaria de peso en corderos machos destetados cruza entre razas de pelo y lana.

## 5. MATERIAL Y MÉTODOS

### 5.1 UBICACIÓN

El estudio se desarrolló en una unidad comercial destinada a la producción de corderos para abasto, localizada en el municipio de Atizapán de Zaragoza Estado de México en el Altiplano Central Mexicano a 2250 msnm, el clima es templado semi-húmedo con lluvias en verano, temperatura promedio de 16°C y una precipitación pluvial de 610 mm (García, 1973).

### 5.2 ANIMALES Y TRATAMIENTOS

Se utilizaron, 72 corderos machos de aproximadamente 75 días de edad, de un peso entre 22 a 30 kilogramos, provenientes de ovejas adultas producto de la cruce entre razas de pelo con lana. Dispusieron de un alimento concentrado y heno de alfalfa (*medicago sativa*) *ad libitum*. El concentrado tenía 16% de proteína y 3 Mcal de energía metabolizable. Primero los animales fueron divididos en 3 corrales dependiendo su peso de la siguiente manera: corral 1; 20 – 22 kg, corral 2; 23 – 25 y corral 3; 26 – 28. Posterior a esto los animales de cada corral fueron asignados aleatoriamente en tres tratamientos diferentes cada uno integrado por 8 animales de la siguiente manera: al tratamiento **A** se les aplicaron 25 mg de somatotropina bovina (STb – Lactotropina® laboratorio Elanco) (**TA 25**), Tratamiento **B** 50 mg STb (**TB 50**), Tratamiento **C** (grupo control) al cuál se les aplicaron únicamente el diluyente con el que se realizó la dilución de la hormona. La aplicación de los tratamientos se llevó a cabo cada 10 días, durante 2 meses y medio aproximadamente (50 días; 5 aplicaciones) postdestete, vía subcutánea.

La dilución de la hormona para la obtención de las dosis exactas se realizó con un preparado que contenía Selenio

Los pesajes se realizaron al inicio del experimento y posteriormente cada 10 días al momento de la aplicación de la STb. Al final se realizaron 6 pesajes.

Para el estudio se utilizó como variable de respuesta las ganancias de peso consideradas en los 6 pesajes y la interacción tratamiento-corrал; como co-variable se usó el peso inicial.

### 5.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis se utilizó un modelo de mediciones repetidas mediante el programa PROC GLM del paquete estadístico SAS.

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + C_j + (S.C)_{ij} + b(P - \bar{P}) + e_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Peso a los diferentes periodos

$\mu$  = Media poblacional

$S_i$  = Efecto de las dosis de somatotropina

$i$  = 25, 50 y control

$C_j$  = Efecto del corral

$j$  = 1, 2, 3

$(s.c)_{ij}$  = Interacción entre tratamiento y corral

$b(P - \bar{P})$  = Co-variable del peso inicial

$e_{ijk}$  = Error aleatorio



## 6. RESULTADOS

Los resultados muestran que la aplicación de STb no afectó el crecimiento de los corderos, tal como se presenta en la Tabla 2. Al no observarse diferencias estadísticas entre los animales que fueron tratados con la hormona y los controles tanto dentro de corral como entre ellos ( $P \geq 0.05$ ).

**Tabla 2.** Media  $\pm$  error estándar de los pesos de corderos a los que se les aplicaron dos dosis diferentes de somatotropina durante 50 días con un intervalo de separación de 10 días entre cada aplicación.

C	T	Rango de peso	Peso 2	Peso 3	Peso 4	Peso 5	Peso 6
1	TA25	20 – 22 kg	30.40 $\pm$ .521	34.76 $\pm$ .711	38.46 $\pm$ .951	43.57 $\pm$ 1.097	47.146 $\pm$ 1.383
	TB50		29.30 $\pm$ .721	34.12 $\pm$ 1.054	37.66 $\pm$ 1.410	43.51 $\pm$ 1.633	46.91 $\pm$ 2.059
	TCC		29.63 $\pm$ .629	34.66 $\pm$ .911	38.61 $\pm$ 1.218	44.39 $\pm$ 1.408	47.06 $\pm$ 1.776
2	TA25	23 – 25 kg	29.91 $\pm$ .416	34.41 $\pm$ .551	38.58 $\pm$ .736	40.71 $\pm$ .863	46.74 $\pm$ 1.088
	TB50		30.04 $\pm$ .410	34.90 $\pm$ .543	39.36 $\pm$ .726	41.42 $\pm$ .849	46.49 $\pm$ 1.070
	TCC		29.46 $\pm$ .405	34.88 $\pm$ .538	39.42 $\pm$ .719	40.789 $\pm$ 1.327	47.47 $\pm$ 1.055
3	TA25	26 – 28 kg	30.72 $\pm$ .580	34.47 $\pm$ .776	39.11 $\pm$ 1.037	41.96 $\pm$ 1.228	46.98 $\pm$ 1.549
	TB50		30.36 $\pm$ .594	34.12 $\pm$ .795	38.29 $\pm$ 1.063	40.78 $\pm$ 1.327	44.93 $\pm$ 1.673
	TCC		29.63 $\pm$ .571	33.17 $\pm$ .764	36.82 $\pm$ 1.021	39.532 $\pm$ 1.255	44.04 $\pm$ 1.583

C (Corral); T (Tratamiento); TA25 (25 mg de STb); TA 50 (50 mg de STb); TCC (grupo control)

La Tabla 3, muestra las ganancias de peso observadas entre los diferentes pesajes, como se aprecia tampoco se encontraron diferencias entre los corderos tratados y los controles ( $P \geq 0.05$ ). También se observa que prácticamente todas las ganancias superan los 300 g/ diarios, incluso en el último pesaje superaron los 450 g/día.

**Tabla 3.** Media  $\pm$  error estándar de las ganancias diarias de peso (GDP) observadas entre cada pesaje en corderos tratados con dos dosis diferentes de somatotropina durante 50 días.

Tratamiento	GDP 1	GDP 2	GDP 3	GDP 4	GDP 5
<b>TA25</b>	0.361 $\pm$ .023	0.421 $\pm$ .022	0.417 $\pm$ .021	0.366 $\pm$ .028	0.531 $\pm$ .034
<b>TB50</b>	0.319 $\pm$ .024	0.426 $\pm$ .023	0.406 $\pm$ .022	0.342 $\pm$ .030	0.484 $\pm$ .036
<b>TCC</b>	0.282 $\pm$ .023	0.451 $\pm$ .023	0.407 $\pm$ .022	0.381 $\pm$ .029	0.465 $\pm$ .036

TA25 (25 mg de STb); TA 50 (50 mg de STb); TCC (grupo control)

## 7. DISCUSIÓN

Estos resultados contrastan con los obtenidos por Martínez (2013), quién sí encontró diferencias al usar somatotrofina bovina en corderos de raza Columbia, en especial cuando las dosis eran de 50 mg, aunque es importante destacar que las condiciones de alimentación fueron diferentes por ser en pastoreo, dada esta experiencia previa se esperaba que la aplicación de STb tuviera un efecto benéfico sobre el crecimiento, sobre todo por disponer de una alimentación controlada que está calculada para cubrir los requerimientos nutricionales de los corderos durante esta etapa y por estar en corrales de engorda.

Queda por estudiar si la calidad de la canal y la conversión alimenticia es diferente con la aplicación de somatotropina mejorando éstas. Sobre todo si es que en la conversión se requiere menos alimento por kilo de peso, ya que hay evidencias aportadas por Etherton (1998) quién señala que en cerdos esto sí sucede con la administración de somatotropina porcina exógena (STp), en estos se tiene una reducción de alimento por kilogramo de peso; también este autor señala que se

observan mejores canales, en donde existe una mayor cantidad de músculo en comparación con el tejido adiposo, esto debido a como ya se mencionó la ST estimula la síntesis proteica y la lipólisis.

Etherton (1998) también señala que este aumento de peso en cerdos a diferencia de los rumiantes se debe a la diferencia de suministros proteicos adicionados en la dieta; comenta que si se administran aminoácidos adicionales que escapen de la fermentación ruminal se tendrá un aumento dramático en la síntesis proteica y por consecuencia tendremos animales más pesados, con una mejor conversión alimenticia y mejores canales, las cuales se podrán comparar con el aumento de peso de los cerdos. Para corroborar esto se tendrían que realizar estudios con dietas específicas y controladas.

Se considera que es una línea de investigación que debe ser explorada para ampliar el conocimiento sobre la ST en el crecimiento de corderos sobre conversión alimenticia y características de la canal. Ya que bajo las condiciones de este estudio no se encontraron diferencias deja abierto si en condiciones de pastoreo puede ser una alternativa o que su efecto se manifieste diferente en razas que su objetivo fundamental no es la producción de carne como las empleadas en el estudio en pastoreo que se realizó con ovejas de la raza *Columbia* consideradas de doble propósito (lana y carne).

Aun cuando no hubo diferencias significativas para que se considerara a la STb con un efecto positivo sobre el crecimiento, se pudo observar que los animales que fueron tratados con 25 mg de STb al finalizar muestran una aparente tendencia a tener más peso al final, ya que tuvieron en promedio un kg más que los controles y tratados con 50 mg STb. En el estudio de Martínez (2013), se encontró que a dosis mayores se tenían resultados inferiores ya que encontró más ganancia de peso en los animales tratados con 50 mg STb sobre los tratados con 100 mg STb. Rausch *et al.* (2002), refieren que al aumentar la dosis de STb se reducen el número de

receptores propios de la hormona, por lo tanto la concentración de la hormona disminuye.

En dos estudios realizados por Carrera *et al.* (2014) (2016) en donde se evaluaron el desarrollo embrionario y el porcentaje de parición en ovejas, ambos con la administración exógena de STb, también se presentaron resultados negativos con el aumento de dosis de la Hormona de crecimiento, ellos señalan que a mayor dosis de STb, mayor fue la concentración de insulina, y que esto podría estar relacionado con el efecto negativo que tienen las dosis mayores. Mihalik *et al.* (2000, citados por Carrera *et al.*, 2016) han determinado que las dosis altas de insulina pueden afectar negativamente a los embriones. Cabe resaltar que éste aumento de la insulina solo se ha encontrado en estudios donde la STb se utilizó con fines reproductivos, en los estudios que se ha evaluado el crecimiento en corderos no se ha tomado en cuenta la obtención de plasma sanguíneo para que de esta forma se pueda evaluar si se da de la misma manera y si ésta podría estar influyendo en el poco efecto de las dosis altas de somatotropina sobre el crecimiento. Como consecuencia, estas y otras dudas deben ser despejadas en próximos estudios.

## **8. CONCLUSIÓN**

La administración de dos diferentes dosis de somatotropina bovina bajo las condiciones de este estudio no influyeron sobre la tasa de crecimiento en corderos producto de cruce entre razas de pelo y lana en condiciones de corral de engorda (*feed lot*).

Aún se requieren más estudios sobre el uso de la STb sobre el crecimiento en corderos para conocer si es recomendable su uso en explotaciones comerciales y que se logre tener una mejora en la eficiencia productiva y de esta forma se justifiquen sus costos.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez D. A., Pérez E.H., De la Cruz M.H., Quincosa T. J., Sánchez P. A., 2009, Fisiología Animal Aplicada, Editorial de la Universidad de Antioquia de Ciencias y Tecnología, Medellín.
2. Arbiza A.S.I. y De Lucas T.J. 1996. Producción de Carne Ovina, Editorial Editores Mexicanos Unidos. México.
3. Arteaga Catelán, 2017. *Comunicación personal*.
4. Arteaga C.J.D. 2015. Estrategias implementadas por la UNO para mejorar la productividad del rebaño ovino mexicano. En el Curso Bases de la cría ovina de AMTEO. 22 de noviembre del 2015, Toluca México.
5. Ávila G.E., Shimada A.S. y Llamas L.G. 1990. Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria. Primera edición, Sistema de educación continua en producción animal en México, México.
6. Buxadé C.C. 1996. Producción ovina. Tomo VIII, Editorial Ediciones Mundi-Prensa, España.
7. Caravaca R.F.P., Castel G.J.M., Guzmán G.J.L., Delgado P.M., Mena G.Y., Alcalde A.M.J., González R.P. 2003, Bases de la producción animal, Servicio de Publicaciones; Universidad de Cordoba. España.
8. Carrera CH.J.M., Hernández C.J., López C.M.A., Lozano D.R.R., Molinar F., Echavarría CH.F.G., Bañuelos V.R y Aréchiga F.C.F. 2014, Superovulatory response and embryo development in ewes treated with two doses of bovine somatotropin. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Zacatecas. México.
9. Carrera CH.J.M., Hernández C.J., Quezada C.A., Rivas C.R.R., Itza O.M.F y Pérez E.E. 2016. Porcentaje de parición y prolificidad en ovejas de pelo inseminadas tratadas con somatotropina bovina. En memorias del XIX Congreso Internacional de Ovinocultura del 16 al 18 de noviembre, Metepec, Estado de México.
10. Castillo H.L., Salvador F.O., Pérez, R.N.A y De Lucas T.J. 2014. Tendencias en el mercado de cortes de cordero de alto valor. En las memorias del XXXIX

- Congreso de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Ourense España del 17 al 19 de septiembre.
11. Ceniceros C.C.G. 2008, Influencia de la Hormona Somatotropina (STH) en el crecimiento y desarrollo craneofacial. Tesina de Licenciatura, Facultad de Odontología, UNAM, México.
  12. Cuellar O.J.A., Tórtora P.J., Trejo G.A., Román R.P. 2012. La Producción Ovina Mexicana; particularidades y complejidades, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, SAGARPA. México.
  13. De Lucas T.J. y Arbiza A.S.I. 1996, Razas de ovinos, Editorial Editores Mexicanos Unidos, México.
  14. De Lucas T.J. y Arbiza A.S.I. 2000, Producción ovina en el Mundo y México, Editorial Editores Mexicanos Unidos, México.
  15. De Lucas T.J. 2011. Razas ovinas para sistemas de cruzamiento terminales en la producción de carne. En memorias del primer simposium de razas terminales. 15 enero León Guanajuato, México. 21 páginas.
  16. De Lucas T.J. 2013 a. Situación de los productos ovinos en México y sus sistemas de producción. En memorias del I Foro Panamericano ovino (PANOVINO). Querétaro, Qro. 21 de marzo del 2013.
  17. De Lucas T.J. 2013 b. Contribución de los ovinos y los caprinos a la ganadería mexicana y sus perspectivas. En memorias de CAPRI – FESC, 31 de mayo del 2013.
  18. De Lucas T.J. 2013 c. Sustentabilidad y oportunidades de los sistemas de producción ovina. En memorias del 6° Seminario Internacional de Ovinocultura, Cholula, Puebla (SIOVI) 28 febrero, 2013.
  19. De Lucas T.J. 2016. La producción Ovina en México. En memoria para Expo Vet de la FESC 12 abril, 2016.
  20. Etherton T.D. and Bauman D.E. 1998. Biology of Somatotropin in Growth and Lactation of Domestic Animals, Physiological Reviews, USA.
  21. FAOSTAT 2016, Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QL>.

22. Fejió J.O., Schneider A., Schmitt E., Brauner C.C., Martins C.F., Barbosa-Ferreira M., Del Pino F.A.B., Faria Junior S.P., Rabassa V.R. and Correa M.N. 2015. Prepartum administration of recombinant bovine somatotropin (rBST) on adaptation to subclinical ketosis of the ewes and performance of the lambs. Faculdade de Veterinaria – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.
23. García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen para adaptarlo a las condiciones climáticas de la República mexicana. 2a Ed. México.
24. García M.J., Gil C.F., 2013. Embriología Veterinaria en enfoque dinámico del desarrollo animal, Intermédica, Buenos Aires, Argentina.
25. Gómez Marroquín, 2016. *Comunicación personal*.
26. Guyton C.A. y Hall E.J. 2011, Tratado de Fisiología médica, Editorial Elsevier, España.
27. Hafez E.S.E Hafez B. 2002. Reproducción e Inseminación Artificial en animales, Séptima edición, McGraw Hill, México.
28. Hernández J. y Gutiérrez G. 2013. La somatotropina bovina recombinante y la reproducción en bovinos, ovinos y caprinos. Departamento de reproducción, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.
29. Kirchner F.R., Orozco A., Acosta M., Solís G., Alanis A., Spross A. 2014. Manual para educación agropecuaria, Ovinos, Área: Producción animal, Editorial Trillas, México.
30. Lawrence T.L.J., Fowler V.R. and Novakofski J.E., 2012. Growth of Farm Animals, 3rd Edition, Editorial Cabi, pag: 151-155
31. Martínez C.M.R. 2010. Principios básicos para la elaboración de un proyecto para el establecimiento de una producción de ovinos de leche. Tesina de la Especialidad de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.
32. Martínez D.V. 2013. Evaluación de cuatro dosis de somatotropina sobre el crecimiento en corderos de raza Columbia. Tesis de Licenciatura de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.

33. McDonald L.E. y Pineda M.H. 1991, Endocrinología veterinaria y reproducción, Editorial Interamericana McGraw Hill, México.
34. McDonald's 2003. Veterinary Endocrinology and Reproduction. Iowa State Press, United States of America, pag: 24-25
35. Méndez H.Z. 2014. Somatotropina Bovina Recombinante (rbST) y su efecto en la Inducción de la Ovulación en Ovejas Pelibuey Amamantando. Colegio de Postgraduados, campus Montecillo, Montecillo. Estado de México, México.
36. Oddy V.H. y Sainz R.D. 2002, Sheep Nutrition, Editorial CABI publishing, UK, pag: 237-258
37. PROGRAN, 2010. Programa de Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola.
38. Rausch M.I., Tripp M.W. and Govoni K.E. 2002. The influence of level of feeding on growth and serum insulin-like growth factor I and insulin-like growth factor-binding proteins in growing beef cattle supplemented with somatotropin. Animal Science 2002280.
39. Reece W.O. 2004. Dukes Fisiología de los animales domésticos. Editorial Acribia.
40. Rodríguez M. y Fernández N. 2015, Instalaciones de Cebo de corderos. En las memorias del XL Congreso de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. 16, 17 y 18 de septiembre. Castellón de la plana, España.
41. SAGARPA, 2013. Producción de carne Ovina, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal.
42. Salazar B.I., 2013. Embriología Veterinaria, constitución y organización de la forma animal durante el desarrollo, Santiago de Compostela.
43. Sallam S.M.A., Nasser M.E.A. and Yousef M.I. 2004, Effect of recombinant bovine somatotropin on sheep milk production, composition and some hemato-biochemical components, Department of animal production, Faculty of Agriculture, Alexandria University, Egypt.
44. Salvador F.O. y De Lucas T.J. 2015. El uso del *creep feeding* en los rebaños de cría. Revista del Borrego. Año 16, No.94, jun –jul, 2015.



45. Salvador F.O., González, L.S., Castillo, H.L., Pérez R. M y De Lucas, T.J. 2015. Efecto de la densidad de corderos en corral de engorda sobre la ganancia de peso y las agresiones (avances). En memorias del tercer Encuentro Internacional de Investigaciones en Bienestar Animal realizado en la Ciudad de México los días 27 y 28 de octubre.
46. SIAP, 2016. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. [http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario\\_siapx\\_gobmx/indexnal.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario_siapx_gobmx/indexnal.jsp)
47. Sosa G., Pérez P., Vaquera H., Salazar J., Sánchez C., Cadena S. y Gallegos J. 2014. Somatotropina Bovina Recombinante en Sincronización de Estros y Prolificidad de Ovejas Pelibuey, Colegio de Posgraduados, campus Montecillo, Montecillo. Estado de México, México.
48. Squires E.J. 2006. Endocrinología animal aplicada. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España, pag: 90-92
49. The Commonwealth Agricultural Bureaux 1982, Manejo y Enfermedades de las ovejas, Editorial Acribia, España.
50. Trejo G.A. y Toledo F.D. 2007. Efecto de la melatonina y la hormona del crecimiento sobre la actividad gonadal en machos ovinos prepúberes. Memorias del XIII Congreso Nacional de Producción Ovina. Universidad Autónoma del Estado de México.
51. Valdéz N.A.Z. 2011. Evaluación de la alimentación y su efecto en el peso al nacimiento, peso al destete y peso a los 30 días en engorda en corderos de un rebaño de ovinos de la raza de *Pelibuey* en el municipio de Degollado, Jalisco. Tesis de Licenciatura de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM.