



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD  
GANADERÍA**

**EFFECTO DE LA ADICION A LA DIETA DE UN PRODUCTO  
BIOLOGICAMENTE ACTIVO EN EL CRECIMIENTO Y  
CALIDAD DE LA CARNE DE CORDEROS**

**SUFFOLK-HAMPSHIRE**

**ALEJANDRO ERNESTO RUIZ PEREYRA**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL GRADO DE:**





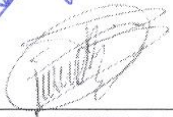
**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO**

**2014**

La presente tesis, titulada: **Efecto de la adición a la dieta de un producto biológicamente activo en el crecimiento y calidad de la carne de corderos Suffolk-Hampshire**, realizada por el alumno: **Alejandro Ernesto Ruiz Pereyra**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS  
RECURSOS GENETICOS Y PRODUCTIVIDAD GANADERIA**

CONSEJERO	 _____ DR. JOSÉ G. HERRERA HARO
ASESOR	 _____ DR. JESÚS ALBERTO RAMOS JUÁREZ
ASESOR	 _____ DR. DAVID HERNÁNDEZ SÁNCHEZ
ASESOR	 _____ DR. OMAR HERNÁNDEZ MENDO
ASESOR	 _____ DR. BENIGNO RUIZ SESMA

Montecillo, Texcoco, Estado de México, octubre 2014.

## **RESUMEN GENERAL**

### **EFFECTO DE LA ADICION A LA DIETA DE UN PRODUCTO BIOLÓGICAMENTE ACTIVO EN EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE LA CARNE DE CORDEROS SUFFOLK-HAMPSHIRE.**

Alejandro Ernesto Ruiz Pereyra, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2014

Se realizó un estudio para evaluar el efecto de un aditivo microbiano (ADM), compuesto de levaduras y lactobacilos, obtenido por fermentación líquida en el comportamiento productivo y características de la carne de corderos Suffolk-Hampshire. Se realizó una prueba de crecimiento con 23 corderos machos de tres meses de edad y  $25.3 \pm 3.2$  kg de peso, alimentados durante 80 d, de los cuales 20d correspondieron a la fase de adaptación y 60 d a la engorda. Los animales se pesaron cada 15 días y se midió la ganancia diaria de peso (GDP), consumo total de alimento (CTA) y conversión alimenticia (CA). Los corderos se alojaron en corraletas individuales y se les proporcionó agua y alimento *ad libitum*. Todos los animales recibieron una dieta base (DB) con 11.97 % de proteína cruda (PC) y 2.6 Mcal EM  $\text{kg}^{-1}$  de MS. Se compararon cuatro tratamientos: T1.Dieta base; T2.DB más 5 mL  $\text{kg}^{-1}$  PV del ADM, T3.DB más 10 mL  $\text{kg}^{-1}$  PV del ADM, T4.DB más 15mL  $\text{kg}^{-1}$  PV del ADM. Al finalizar la prueba, se sacrificaron 16 animales y se evaluó rendimiento en canal (RC), grasa dorsal (GD), área del ojo de la costilla (AOC), capacidad de retención de agua (CRA) y pH. Los datos fueron analizados según un diseño completamente al azar y las medias comparadas con Tukey. La GDP entre tratamientos varió de 284 a 334 g, mostrando diferencias únicamente entre la dosis más alta del ADM (T4) y el testigo (T1). El CTA varió de 93.45 a 101.96 kg, sin mostrar diferencias ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos. La CA varió de 5.0 a 5.9, siendo mejor ( $P < 0.05$ ) las dosis superiores a 10% de ADM que el testigo. Las características de la carne fueron similares entre tratamientos ( $P > 0.05$ ), cuyos valores promedios fueron los siguientes: RC: 46%, GD: 3.3 mm, AOC: 10.7  $\text{cm}^2$ , PH: 5.9 y CRA: 32.6. Se concluye que el efecto de la inclusión en la dieta del ADM sobre la GDP y CA de corderos, fue evidente cuando se usaron dosis altas del ADM y que el rendimiento en canal y las características de la carne no se modificaron con la inclusión de dicho aditivo.

Palabras clave: Aditivo microbiano, producción y calidad de carne, corderos.

## ABSTRACT

### EVALUATION OF PRODUCTIVE TRAIT AND MEAT QUALITY OF HAMPSHIRE-SUFFOLK LAMBS WITH A SUPPLEMENTED MICROBIAL ADDITIVE IN THE DIET.

Alejandro Ernesto Ruiz Pereyra, M.C.  
Colegio de Postgraduados, 2014

Study was carried out to evaluate the effect of a microbial additive supplement (ADM) with yeasts and lactobacillus, obtained by liquid fermentation, in the productive traits and meat quality of Suffolk-Hampshire lambs. The growth test used 23 male lambs of  $25.3 \pm 3.2$  kg of initial live weight. The test lasted 80 d; the first 20 d was an adaptation phase and the remaining 60 d a fattening phase. Lambs were penned individually, and were provided with food and water ad libitum and, periodical data on average daily gain (ADG), total feed consumption (TFC) and feed conversion (FC) were evaluated. At the end of the growth test, a sample of 16 lambs were sacrificed and meat quality was evaluated: carcass weight (CW), backfat thickness (BT), loin eye rib area (LEA), retention water capacity (RAC) and pH. All animals received a basic diet (BD) with 11.97 % de crude protein (CP) and 2.6 Mcal ME  $\text{kg}^{-1}$  DM. Four trials were compared: T1. Basic diet (Bd) with 11.97% of CP and 2.58 Mcal, ED  $\text{kg}^{-1}$  MS; T2. Bd plus 5 mL  $\text{kg}^{-1}$  PV of the ADM, T3. Bd plus 10 mL  $\text{kg}^{-1}$  PV of the ADM, T4. Bd plus 15 mL  $\text{kg}^{-1}$  PV of the ADM. Statistical analysis was performed using a totally randomized design and tukey test. The ADG ranged from 284 to 334 g, and a significant effect ( $P < 0.05$ ) between the highest dose of the ADM (T4) and the control was detected. There were not differences ( $P > 0.05$ ) in TFC (93.45 to 101.96 kg). Differences in FC were found ( $P < 0.05$ ) among ADM and the control (5.0 vs 5.9), when the ADM doses were higher than 10%. The meat quality was similar among trials ( $P > 0.05$ ) where the average values were: CW: 46%, BT: 3.3 mm, LEA: 10.7  $\text{cm}^2$ , PH: 5.9 and RAC: 32.6. It is concluded that the lambs fed with a high dose of microbial additive diet increased the ADG and FC, but the other growth and meat quality variables remained without changes.

Key words: microbial additive, productive traits, meat quality, lambs

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado para realizar mis estudios de maestría.

Al Colegio de Postgraduados por darme la oportunidad de realizar una maestría en el posgrado de Recursos Genéticos y Productividad - Ganadería.

A la línea de investigación 7: Inocuidad, calidad de alimentos y bioseguridad por su apoyo económico y facilidades otorgadas para la realización de esta investigación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente a Dios por permitirme ver terminada otra importante etapa de mi vida, dándome fuerzas para seguir adelante y por darme tantas bendiciones.

En especial al Dr. José G. Herrera Haro, por toda la paciencia, apoyo incondicional, amistad, consejos y excelente asesoría, los cuales me ayudaron de manera importante a terminar esta investigación y por enseñarme tantas cosas valiosas que ayudan a formarse como persona, Gracias.

Al Dr. Benigno Ruiz Sesma, por ser una amigo incondicional, por su apoyo y consejos los cuales me ayudaron a realizar mis estudios de maestría.

Al Dr. Jesús Alberto Ramos Juárez por todas las aportaciones brindadas para la realización de esta tesis.

Al Dr. David Hernández Sánchez por su amistad sincera, consejos y enseñanzas para la realización y finalización de esta investigación.

Al Dr. Omar Hernández Mendo por todos sus comentarios y apoyo para la realización de esta investigación.

De manera muy especial debo agradecer a mi compañera incansable en todas mis etapas, a mi esposa Gemma Berenice Cruz Ortega, por todo tu apoyo, consejos, amistad, paciencia, por siempre estar conmigo en las buenas y malas, por ser mi todo, te agradezco.

A mi papá Beto y mamá Lolita por enseñarme los principales valores de esta vida y por enseñarme a valorar lo que Dios nos manda, esto es principalmente para ustedes por siempre estar cuando los necesite los amo.

A mis padres Leticia y Alejandro por siempre estar pendiente de nosotros todos el tiempo y nunca dejarnos caer por ninguna situación, por todo el apoyo tan grande en muchos aspectos y por su amor incondicional, esto es gracias a ustedes.

A mis tíos Migue, Ada, Beto y Male por los consejos, apoyo y que de una u otra manera siempre están ahí cuando más se necesita.

A mis amigos Yuridia Bautista, Octavio López, Luis Zenteno, Francisco Cigarroa, Jorge Vázquez, Gustavo Torres, Liliana Valdivieso, Isabel Montiel, Danilo Granados por siempre apoyarme en la realización de esta investigación, por hacer el tiempo más ameno y por demostrarme que puedo contar con ustedes en cualquier momento de antemano muchas gracias.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
I. Introducción.....	1
Planteamiento del problema.....	4
Hipótesis.....	4
Objetivo general .....	4
Objetivos específicos .....	5
II. Revisión de literatura.....	6
2.1 Situación de la industria ovina en México .....	6
2.2 Consumo nacional de carne ovina .....	7
2.3 Sistemas de producción ovina .....	8
2.3.1 <i>Sistemas extensivos</i> .....	9
2.3.2 <i>Sistemas semi-intensivos</i> .....	9
2.3.3 <i>Sistemas Intensivos</i> .....	10
2.4 Pruebas de comportamiento .....	10
2.5 Aditivos en la dieta.....	12
2.6 Fermentación .....	13
2.7 Fermentación en estado líquido y estado sólido .....	13
2.8 Factores que intervienen en el proceso de la fermentación.....	14
2.8.1 <i>Temperatura</i> .....	14
2.8.2 <i>pH</i> .....	15
2.8.3 <i>Concentración de nutrientes</i> .....	16



2.8.4 Aireación .....	16
2.9. Probiótico .....	17
2.9.1. Microorganismos utilizados como Probiótico .....	18
2.9.1.1. Lactobacilos .....	18
2.9.1.2. Levaduras .....	18
2.9.2. Probiótico como aditivos en la alimentación animal. ....	19
2.10 El aditivo microbiano Vitafert.....	19
2.11 Calidad de la canal.....	20
2.12 Composición química de la carne .....	21
2.13 Factores que influyen en la calidad de la canal .....	22
2.14 Rigor mortis .....	24
2.16 Capacidad de retención de agua (CRA) .....	26
2.17 color.....	27
2.18 Textura .....	29
2.19 pH .....	30
2.20 Ultrasonografía .....	31
III. Materiales y métodos .....	33
3.4 Análisis estadístico.....	40
IV. Resultados y discusión.....	42
V. Conclusiones.....	51
VI. Literatura citada .....	52

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición de la carne de diferentes especies (100 g) .....	22
Cuadro 2. Composición química de la dieta experimental .....	35
Cuadro 3. Comportamiento productivo de corderos Suffolk x Hampshire suplementados con ADM (medias y errores estándar).....	42
Cuadro 4. Características de la canal y de la carne de corderos Suffolk x Hampshire suplementados con un aditivo microbiano ADM. ....	47

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Recepción de los animales .....	33
Figura 2. Corrales utilizados.....	34
Figura 3. Realización de la técnica de CRA .....	37
Figura 4. Realización de la prueba de textura.....	38
Figura 5. Realización prueba de color.....	39
Figura 6. Medición de grasa dorsal y área del ojo de la costilla.....	40
Figura 7. Ganancia diaria de peso de corderos Suffolk-Hampshire adicionando un ADM en la dieta.....	43
Figura 8. Conversión alimenticia de corderos Suffolk-Hampshire adicionando un ADM en la dieta.....	45

## I. INTRODUCCIÓN

En la última década, la ovinocultura nacional ha incorporado nuevas estrategias en los sistemas de producción, modificando los tradicionales de tipo extensivos en intensivos, mediante la incorporación de nuevas tecnologías de alimentación, mejora genética, manejo de reproductores, engorda de corderos en confinamiento, desde el destete a finalización, e instalaciones; sin embargo, este proceso ha requerido de mucho esfuerzo, probablemente debido a una inadecuada transferencia y adopción de tecnología (Bores *et al.*, 2003).

La alimentación ha sido básica para que los animales expresen su potencial genético, por ello, se han buscado alternativas para obtener animales más eficientes en la producción de carne (Beermann, 2009; Etherton, 2009), incorporando el uso de aditivos alimenticios, los cuales incrementan la tasa de crecimiento y la calidad de la canal (Sillence, 2004; Johnson y Chung, 2007), principalmente en corderos. Algunos de estos aditivos mejoran la digestión, el metabolismo y la salud del animal (García *et al.*, 2003), además de las características de la carne. La utilización de aditivos generalmente incrementa el costo de producción de corderos que llegan a finalización, ocasionando que se busquen nuevas alternativas para hacer una producción más económica, basados en ingredientes de menor costo, pero que aportan los nutrientes necesarios a la dieta, propiciando que el animal incremente su ganancia de peso, calidad y conformación de la canal y obligan al productor a buscar una mayor eficiencia en la comercialización del producto final (Bavera Ruiz, 2002).

En México se ha producido un cambio importante en la producción ovina, al sustituir el sistema tradicional que requería tiempos prolongados para que el animal alcanzara el peso de mercado, denominado de desecho y que ocasionaba que se sacrificaran animales de edad avanzada y de muy baja calidad (Partida *et al.*, 2009), por otro, de tipo mixto o completamente estabulado (Olazarán *et al.*, 2001), que incorpora mejoras tecnológicas en el sistema de alimentación para incrementar la velocidad de crecimiento y la calidad de la carne del cordero, reduciendo el tiempo de finalización (Beerman *et al.*, 1995, Kawas 2005). Sin embargo, la demanda de carne ovina en los mercados del Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Querétaro y Morelos no se satisface con la producción nacional (Gómez, 2008); recurriendo a la importación de carne en canal, principalmente, de Estados Unidos, Nueva Zelanda, Australia y más recientemente de Chile y Uruguay (Macías *et al.*, 2010), con la consecuente dependencia y fuga de divisas.

La mejora genética del pie de cría ha sido fundamental, para el desarrollo de la ovinocultura del país, esta generalmente se ha basado en una selección cuidadosa mediante pruebas de crecimiento o comportamiento de corderos recién destetados, en los cuales se registra la ganancia diaria de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia, además de algunas características de la canal y terminando con una evaluación de juzgamiento físico de acuerdo a las características ideales del tipo de la raza de corderos en prueba, libido y calidad del semen en animales jóvenes, antes de usarlos como progenitores de la siguiente generación. Estas evaluaciones empiezan a producir animales

sobresalientes para los rebaños de las regiones aledañas del país, incrementando su eficiencia productiva (Herrera *et al.*, 2003).

En este contexto, el Instituto de Ciencia Animal (ICA) de Cuba, ha generado tecnologías con la finalidad de hacer más eficientes los sistemas de producción ovino, además de obtener productos inocuos y de bajo costo. En la última década, se ha involucrado en la investigación de un aditivo microbiano (ADM), obtenido por fermentación en estado líquido, rico en lactobacilos, levaduras, ácidos orgánicos de cadenas carbonadas cortas y de pH bajo (Elías y Herrera, 2008). Este producto se ha utilizado en cerdos y terneros, para prevenir o disminuir cuadros diarreicos y como estimulante del crecimiento, en el caso de no rumiantes, y de la fermentación ruminal en ganado vacuno (Gutiérrez, 2005; González, 2009). Por lo anterior, se planteó como objetivo de este estudio, la evaluación del efecto de un aditivo microbiano (ADM) en el crecimiento de corderos Suffolk x Hampshire, del destete a finalización y de sus características de la canal.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Cuando se utilizan complementos alimenticios en animales de buena calidad genética, se puede mejorar el comportamiento productivo (Díaz-Arcos *et al.*, 2008), pero muchas veces se incrementan los costos de producción, es por ello, que se buscan nuevas alternativas para una producción económica, basada en ingredientes de buena calidad en su aporte de nutrientes al animal (Bavera Ruiz, 2002), buscando incrementar la ganancia diaria de peso, calidad y conformación de la canal y, colateralmente una mayor eficiencia en la comercialización del producto final.

## **HIPÓTESIS**

El uso de un aditivo microbiano en la dieta de corderos Suffolk x Hampshire en engorda intensiva, mejorará la ganancia diaria de peso, la conversión alimenticia, el rendimiento en canal y las características de la carne.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto del uso en la dieta de un aditivo microbiano, a base de levaduras y lactobacilos, en el comportamiento productivo y en las características de la canal de corderos Suffolk x Hampshire en engorda en corral

## **Objetivos específicos**

Evaluar la ganancia diaria de peso, el consumo de materia seca del alimento y la conversión alimenticia de ovinos Suffolk x Hampshire usando un aditivo microbiano en la dieta.

Evaluar el grado de rendimiento, espesor de la grasa, área del ojo de la costilla, capacidad de retención de agua, color, pH y textura de la canal de corderos Suffolk-Hampshire cuando se usa un aditivo microbiano en la dieta.



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Situación de la industria ovina en México

En la actualidad, la ovinocultura en México ha adquirido gran importancia económica, principalmente en la zona centro del país, donde la demanda de ovinos es mayor, obteniendo un mejor precio por el animal en pie o en canal. Sin embargo, la producción de carne en canal de 5,714 toneladas (SIAP, 2013), la cual, no satisface la demanda del mercado nacional (Lara, 2009). Buscando una eficiente producción de carne y contrarrestar la importación de otros países (Medrano, 2000), el gobierno federal ha impulsado nuevas estrategias para obtener una mayor producción carne (Arteaga, 2003), tanto en rebaños mayores como en pequeños.

La zona centro del país concentra la mayor población del hato ovino, siendo el Estado de México (8,533 ton), Hidalgo (7,239 ton), Veracruz (4,901 ton) y Puebla (4,028 ton), los productores más importantes y donde se encuentra un mayor consumo de carne ovina (SIAP, 2012). Estos rebaños se caracterizan por poseer razas especializadas para carne, como la Suffolk, Hampshire y sus cruza con otras razas, los cuales son consumidos en forma de barbacoa, y cuya oferta en cortes de carne es reducida. La comercialización de ovinos en el país es rudimentaria y generalmente se ofrece “al bulto” directamente con los productores (Cuellar, 2006) que la transforman en platillos regionales y la ofrecen procesada al consumidor, ya que existen pocos centros de abasto. La actividad ovina requiere

de un manejo cuidadoso y constante, para evitar que se presenten bajos índices productivos, como los sistemas de engorda intensiva, basados en elevadas cantidades de granos (70-90 %) y reducidas cantidades de forrajes (Cuellar, 2006).

## **2.2 Consumo nacional de carne ovina**

La estrategia seguida en el país para incrementar la producción de carne ovina, se ha basado en la repoblación del rebaño nacional y de propiciar una mayor eficiencia productiva mediante la intensificación del sistema de producción, lo cual no ha tenido los resultados esperados, debido, entre otros, al incremento en el precio de los granos, que ha ocasionado un decremento estimado en 30% del inventario nacional, lo cual contribuye a incrementar el déficit de carne para satisfacer la demanda nacional, recurriéndose a importaciones de carne en canal, además de animales en pie, principalmente de Estados Unidos, Nueva Zelanda, Australia y recientemente de Chile y Uruguay (Macías *et al.*, 2010).

Según el tipo de organización, los sistemas de producción ovino se puede agrupar en los siguientes rubros: a) Empresarial. Basado en producción intensiva que permita una mayor rentabilidad de los rebaños, b) Social, con una amplia base de rebaños pequeños, que permiten una fuerte integración familiar y la cual constituye su fuente de ingresos, c) Alternante. Considerada como una actividad pecuaria secundaria, la cual con el tiempo se convierte en la actividad principal y, d) Pasatiempo. Cuya lógica de producción se basa en la satisfacción personal de quien desempeña la actividad, pudiendo no ser rentable (SAGARPA, 2012).

### **2.3 Sistemas de producción ovina**

El sistema de producción común en el país se caracteriza por unidades de producción con animales en pastoreo, escasa tecnología y baja productividad (Cantú, 2007), presentando diferencias entre regiones dadas por el tamaño de los rebaños, clase y magnitud de las áreas de pastoreo y tipo genético de los reproductores.

**Región centro.** Caracterizada por el pastoreo de rebaños en áreas de conservación de las ciudades, zonas marginales, pequeños agostaderos y terrenos agrícolas con residuos de cosechas. Los genotipos de animales, se asocian principalmente con cruzas de Suffolk-Hampshire con algunas razas de pelo, Rambouillet o Dorset.

**Región sur.** Se identifica principalmente con las áreas tropicales del país, con rebaños utilizando grandes áreas de pastoreo, con potreros con zacates nativos y mejorados, explotando principalmente las razas de pelo: Pelibuey y Black Belly y en los últimos años Dorper y Katahdin.

**Región norte.** En ella predominan los sistemas de manejo tecnificados, con razas especializadas (Arteaga, 2006) como la Saanen, Toggenburg, Alpino y Nubia. Sin embargo, un sistema de explotación único no existe, generalmente los productores adoptan características favorables de cada sistema de producción y las adaptan a las condiciones de su región, generando uno propio (Higuera, 2000).

### **2.3.1 Sistemas extensivos**

Este sistema consiste en mantener en un solo rebaño tanto el pie de cría, reemplazos y los corderos para engorda, dependiendo del pastoreo como fuente de alimento, sin recibir alimentación complementarias. El pie de cría consiste en razas no especializadas en la producción de carne o lana (Bores y Vega, 2003). Las prácticas de manejo del rebaño son mínimas, tiene un bajo uso de tecnología y un limitado control sanitario. Este sistema de producción se utiliza generalmente en zonas altamente marginadas o aisladas, cuyas instalaciones se construyen con material de la región, en forma rustica. Las prácticas de higiene y sanidad son escasas, las ganancias de peso de corderos son bajas y requieren mayor tiempo para alcanzar el peso de mercado que en otros sistemas (Macedo y Castellanos, 2004).

### **2.3.2 Sistemas semi-intensivos**

En este sistema los animales pastorean en potreros durante el día y por la tarde son confinados en corrales donde reciben complementos alimenticios balanceados; la unidad de producción posee instalaciones que permiten un buen manejo del rebaño, propiciando con ello, buenas ganancias diarias de peso de los animales, en un tiempo de crianza y finalización menor (Cano *et al.*, 2001).

### **2.3.3 Sistemas Intensivos**

Este sistema consiste en utilizar granos para balancear la dieta de los animales, con el objeto de lograr una mayor eficiencia y calidad de la producción de carne; utiliza principalmente animales de razas lanares y sus cruzas con razas de pelo (Macedo y Castellanos, 2004). Los animales permanecen confinados todo el tiempo, utilizan toda la tecnología e insumos alimenticios posibles, la alimentación se brinda en los comederos y satisface los requerimientos del animal, tanto en calidad como en cantidad, logrando que los animales lleguen al mercado a menor edad. Las instalaciones son funcionales y prácticas, con pisos de cemento que evitan excesos de humedad (Villalobos 2001).

### **2.4 Pruebas de comportamiento**

En la selección de pie de cría para reemplazo en el rebaño, el criador requiere de información periódica de medidas de producción, de manera de estimar la variabilidad de los grupos genéticos que constituyen la población, así como aquella que ocurre entre individuos dentro de un mismo grupo, la cual deberá ser obtenida en las mismas condiciones ambientales: misma alimentación, raza, sexo, edad, tipo de parto y crianza, entre otras. Para cumplir las condiciones de evaluación, varios países han establecido estaciones centrales de prueba, en las cuales se cumplen los requisitos anteriores y además se incluyen los posibles efectos de tratamientos previos a la prueba y la posibilidad de existencia de interacción genotipo x ambiente (Herrera, *et al.*, 2003).

Las pruebas de comportamiento permiten evaluar el crecimiento de corderos, una vez terminada la fase de destete y tienen como objetivo la identificación de futuros reproductores (Lehman, 1996). En estas pruebas se evalúa, en forma individual, la ganancia de peso, conversión alimenticia y características de la canal, permitiendo la comparación de animales en condiciones de alimentación y manejo similares (Bourdon, 1997). Dado que la heredabilidad de la ganancia y peso postdestete varia de moderada a alta, la selección de corderos al finalizar la prueba es un buen indicador de la información genética que poseen (Simm, 1992). Esta prueba se realiza tanto en condiciones de confinamiento como en pastoreo.

Al inicio de la prueba, los animales se desparasitan, vitaminan y se les abre un registro productivo. Durante los primeros 15 días reciben una dieta de adaptación, posteriormente se les proporciona una dieta estándar y se inicia la toma de registros, en forma periódica, durante 60 días de manera que al finalizar la prueba se tenga una estimación del rendimiento individual de cada animal y se pueden comparar animales entre sí, cuyo desempeño dependerá de la información genética que posean y del impacto acumulativo de los factores ambientales a los que fue expuesto, además de su interacción. La evaluación de animales en condiciones ambientales similares, permite asignar a cada animal un valor genético estimado, ya que su desempeño productivo es resultado de su calidad genética y del ambiente al cual fue expuesto (Goodwin, 1977).

En la prueba de comportamiento, la ganancia de peso diaria y total son características muy importantes, debido a su alta correlación genética con

eficiencia de transformación del alimento en carne. En esta prueba el individuo muestra su verdadero potencial genético, relativamente libre de la influencia materna y permite identificar animales sobresalientes, principalmente machos (Solís, 2002; Herrera *et al.*, 2003). Una de las ventajas de la prueba de comportamiento, es la evaluación de animales jóvenes, reduciendo el intervalo entre generaciones e incrementando el progreso genético por generación (Bourdon, 1997).

## **2.5 Aditivos en la dieta**

Se definen como aditivos a las sustancias que, se usan en pequeñas cantidades e incorporadas en los alimentos, puedan influir en las características productivas de los animales. En la actualidad la tendencia es hacia sistemas de engorda intensiva de ovinos, de manera de producir la mayor cantidad de carne, en menor tiempo y con mejores estándares de calidad, de manera de satisfacer un mercado que demanda productos de mejor calidad (Bohorov, 1995). En engordas intensivas, se utilizan dietas con una alta cantidad de concentrados y en algunas situaciones, con la inclusión de aditivos a la dieta, se busca estabilizar el pH, beneficiar a los microorganismos del rumen, incrementar el consumo, la ganancia diaria de peso, mejorar la eficiencia alimenticia, aumentar la digestibilidad de la materia seca, y con ello, mejorar la calidad e inocuidad de la carne (Elías y Herrera, 2008).

## **2.6 Fermentación**

La fermentación es una biotecnología que existe de manera natural desde hace varias décadas, la cual fue empleada de manera artesanal en Asia, África y América Central. Esta se ha utilizado para la elaboración y conservación de alimentos a partir de cereales y yuca, entre otros (Ruiz *et al.* 2007). Esta es la transformación de una sustancia orgánica (generalmente un carbohidrato) en otra utilizable, mediante un proceso metabólico por la acción de las enzimas. Estas pueden ser producidas por hongos, bacterias y levaduras, las cuales provocan reacciones de oxidación-reducción, de manera que el organismo productor derive energía suficiente para su metabolismo. Las fermentaciones pueden ser anaeróbicas, si se producen fuera del contacto con el aire, o aeróbica, si tienen lugar en presencia de oxígeno (Ruiz *et al.* 2007).

## **2.7 Fermentación en estado líquido y estado sólido**

La fermentación se puede dividir en fermentación líquida o sumergida (FLS) y fermentación en estado sólido (FES), teniendo como única diferencia la cantidad de líquido libre en el sustrato. En la FLS la cantidad de sustancia sólida, pocas veces supera los  $50 \text{ g.L}^{-1}$  y en la FES el contenido de sólido varía entre 20 y 70% del peso total (Mitchell *et al.*, 2002). En los últimos años, las FLS y FES han mostrado ser muy prometedoras en el desarrollo de algunos bioprocesos y productos, los cuales se han empleado exitosamente para la producción de enzimas, probióticos, proteína unicelular, aditivos antibióticos y metabolitos



secundarios, además de permitir mejorar la composición química de algunos productos y subproductos agrícolas y obtener nuevas opciones para la alimentación animal (Sancho, 2004).

La fermentación puede mejorar el contenido nutricional de los alimentos, a partir de la biosíntesis de vitaminas, aminoácidos esenciales y proteínas. Las proteínas y las fibras son más digestibles, proporcionan más micronutrientes y se degradan los factores anti-nutritivos; también enriquece la dieta a través de la producción de una variedad de sabores, texturas y aromas.

## **2.8 Factores que intervienen en el proceso de la fermentación**

Existen distintos factores que pueden afectar el proceso de fermentación como lo son los físicos, químicos y ambientales, los cuales afectan la temperatura, pH, concentración de nutrientes y la aireación. Uno de los criterios de mayor importancia para el éxito en los procesos de fermentación, es la selección de la cepa y el sustrato conveniente (Pandey *et al.* 2001; Krishna, 2005).

### **2.8.1 Temperatura**

Una de las variables de importancia que afectan la fermentación es la temperatura, ya que esta se ve influenciadas por diferentes factores tanto fisiológicos como físicos, por ejemplo, la pérdida de agua debido a la evaporación al trabajar con temperaturas elevadas. El incremento de la temperatura en FES es

consecuencia de la actividad metabólica y, su insuficiente remoción afecta directamente la germinación de esporas, crecimiento y formación de productos. Esta se encuentra en relación con el tipo de microorganismo, la porosidad, diámetro de las partículas, y la profundidad del sustrato (Pérez *et al*, 2003). Muchos de los microorganismos usados en la FES son mesófilos y su temperatura óptima de crecimiento está entre 20 y 40 °C y como máximo un valor inferior a 50°C (Mitchell *et al*, 2002).

### **2.8.2 pH**

Este es un factor importante en la fermentación, debido a su importancia en el control de la contaminación de bacterias patógenas, así como, por su efecto en el crecimiento de las levaduras, velocidad de fermentación y formación de alcohol. Cada microorganismo posee un rango de pH óptimo para crecer. El crecimiento microbiano puede causar marcado cambio en el pH del sustrato, debido a la producción de ácidos, consecuencia de la oxidación incompleta del sustrato o cuando el ión amonio ( $\text{NH}_4$ ) es atrapado como amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), por lo cual libera un protón al medio, causando una rápida disminución del pH. Por otro lado, la liberación de amonio por la desaminación de la urea u otras aminas puede incrementar el pH. La magnitud del cambio de pH, dependerá de la actividad metabólica de los microorganismos y de la capacidad amortiguadora del sustrato (Mitchell *et al*, 2002).

Cada microorganismo tiene un rango de pH en el cual puede establecerse adecuadamente, pero si se cuenta con un pH desfavorable, este influye en el transporte de nutrientes al interior de la célula y funcionamiento de las enzimas (Pandey *et al.*, 2001). La disminución del pH del medio que producen ciertos microorganismos, les confiere una ventaja selectiva frente a otros microorganismos competidores. El ácido acético y ácido láctico, a pH bajo, se encuentran principalmente en forma no disociada y pueden introducirse a la célula microbiana por difusión pasiva (Geros *et al.* 2000). En el citoplasma estos ácidos se disocian debido al pH más neutro y se liberan los protones, bajando el pH del citoplasma, lo cual interfiere con algunos senderos metabólicos (Roe *et al.*, 2002; Hazan *et al.*, 2004),

### **2.8.3 Concentración de nutrientes**

La presencia de sustancias nutritivas adecuadas es una condición necesaria para el crecimiento y desarrollo de microorganismos como bacterias y levadura, siendo su concentración un factor primordial en la actividad vital de los microorganismos. Las principales sustancias nutritivas y las más influyentes son el nitrógeno, fósforo, azufre, vitaminas y trazas de algunos elementos (Elías y Herrera 2008).

### **2.8.4 Aireación**

El aire es un factor decisivo en toda fermentación, ya que su presencia hace más vigoroso el crecimiento de la levadura y de bacterias facultativas además existen

tres puntos de vista de gran importancia que favorecen el rendimiento debido a una buena aireación. El libre y constante abastecimiento de oxígeno de cada célula en el sustrato. La eliminación rápida del CO<sub>2</sub>, porque en concentraciones relativamente pequeñas inhibe el crecimiento. El mantener en suspensión las células de levadura, a fin de que en la tumultosidad de la mezcla se remueve constantemente el contacto entre la membrana celular y el sustrato nutritivo (Elías y Herrera 2008).

## **2.9. Probiótico**

Probiótico es una palabra utilizada para describir sustancias secretadas por un microorganismo el cual estimula el crecimiento de otros Lilly y Stillwell (1965), por otro lado Parker (1974) utilizo el término Probiótico para describir organismos y sustancias, las cuales contribuyen al equilibrio microbiano intestinal; sin embargo, Fuller (1989) definió Probiótico como un suplemento alimenticio que contiene microorganismos vivos, el cual afecta benéficamente al hospedero animal al mejorar su balance microbiano intestinal. Sanders (2003), recopiló una serie de trabajos donde la definición más reciente fue publicada en Octubre del 2001 en un encuentro de Expertos Consultores de la FAO y al Organización Mundial de la Salud (WHO) los cuales definieron a los Probióticos como “microorganismos vivos que cuando son administrados en cantidades adecuadas, confieren un beneficio saludable sobre el hospedero”.

## **2.9.1. Microorganismos utilizados como Probiótico**

La mayoría de las especies bacterianas usadas como Probiótico como los lactobacilos están presentes de manera normal en la microflora digestiva de los animales mientras que los las levaduras no son componentes normales de la microflora intestinal (Guillot, 1998).

### **2.9.1.1. Lactobacilos**

Según Ljungh (2009), también se conocen como bacterias del ácido láctico, siendoun género de bacterias Gram positivas anaerobias facultativas, denominadas así debido a que la mayoría de sus miembros convierte la lactosa y otros monosacáridos en ácido láctico, el cual hace que el ambiente donde se desarrollan sea ácido y por consiguiente se inhibe el crecimiento de bacterias dañinas, además menciona que normalmente son benignas e incluso necesarias y están presentes en el tracto gastrointestinal y en la vagina en el cuerpo humano y en animales.

### **2.9.1.2. Levaduras**

Auclair (2001), señala que las levaduras son microorganismos eucariotas y sus propiedades son completamente diferentes a las de las bacterias además indique que las levaduras del genero *Saccharomyces cerevisiae* son las más importantes para las industrias como cervecería, destilería, industrias de

combustible líquido debido a su habilidad de convertir azúcar como glucosa y maltosa en etanol y dióxido de carbono.

### **2.9.2. Probiótico como aditivos en la alimentación animal.**

Según Chesson (1993), los resultados obtenidos con el uso de probióticos en la alimentación animal, han sido variables y puede deberse a la diferencia en las cepas usadas, cantidad de la dosis, composición de la dieta, estrategias de alimentación, tamaño de partícula al moler y a la interacción con otros aditivos alimenticios en la ración diaria, así mismo Fox (1994), menciona otros factores que influyen como la edad, raza, tipo de explotación, uso de antibióticos, estrés y el ambiente de la crianza.

Según Pollmann (1992), los rangos en la ganancia diaria de peso y conversión alimenticia han sido de -8.5 a + 10.5% y -1.4 a 21.4% en la conversión alimenticia.

### **2.10 El aditivo microbiano Vitafert**

El Instituto de Ciencia Animal (ICA) de la República de Cuba, ha realizado varias investigaciones sobre un producto con características probióticas denominado Vitafert, elaborado a partir de la fermentación aeróbica en estado líquido de una mezcla de melaza, pulido de arroz, pasta de soya, minerales, sulfato de magnesio, urea, yogurt natural y agua (Elías, *et al* 2005), el cual podría ser una alternativa practica y viable, para mejorar la capacidad productiva y fisiológica en aves, cerdos, ovinos y bovinos. Este producto biológico, obtenido por fermentación

líquida de color oscuro y olor agradable, compuesto de bacterias lácticas y levaduras, cuyos metabolitos funcionan como probióticos, capaces de producir cantidades apreciables de ácidos orgánicos de cadena corta, como láctico, acético, propiónico, succínico y pirúvico, vitaminas y enzimas, elaborado a partir de yogurt, melaza, agua y otros ingredientes. Se ha considerado como una alternativa en el mejoramiento de la digestibilidad de los alimentos, además de ser un activador de la fermentación, estimulando la producción de ácidos orgánicos, disminuyendo el pH, incrementando la proteína y la digestibilidad de la materia seca, además de disminuir las fracciones de la pared celular de la materia prima utilizada en la alimentación, mejorando las condiciones ambientales del tracto gastrointestinal de los animales (Elías y Herrera, 2008).

### **2.11 Calidad de la canal**

La calidad de la canal se puede definir como un conjunto de características cuya importancia relativa le confiere al producto un mayor nivel de aceptación y un mayor precio frente a los consumidores o a la demanda del mercado. Actualmente la comercialización de la carne en el mercado es basada en las características de estas, la cual hace de gran importancia buscar un sistema que permita determinar la calidad de las mismas, especialmente cuando los mercados son cada vez más abiertos (Oliván *et al.*, 2000). La calidad de la canal está determinada principalmente por factores importantes como lo son el color, suavidad y sabor, estando fijados por el consumidor, es por ello que los intentos para lograr definir la

calidad de la carne no solo implican los atractivos visuales si no también su palatabilidad (Consigli, 2001).

Existen factores extrínsecos e intrínsecos que dan como resultado carne de calidad, los cuales cuando se interrelacionan pueden afectar las características químicas y fisicoquímicas de esta. El valor económico de la canal depende de su calidad cuantitativa principalmente, este concepto conlleva la composición regional o por pieza de diferentes categorías y la composición tisular de cada tipo de tejido (Ruiz de Huidobro *et al.*, 2005). Algunas características como el peso de la canal, conformación y engrasamiento se utilizan para poder clasificar la canal y con ello, fijar su precio (Arbiza, 2008).

## **2.12 Composición química de la carne**

En relación a la composición química, la carne está compuesta de agua, proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como pequeñas cantidades de hidratos de carbono (FAO, 2012). La composición química de la carne varía según distintos factores, como es el caso de la especie, alimentación, sexo, edad, raza y región anatómica (Gutiérrez, 2003) y esta tiene importancia porque afecta su calidad tecnológica, higiénica, sanitaria y sensorial (Oliván *et al.*, 2000). La carne es un componente primordial en la dieta humana, por la alta cantidad de nutrientes, proteínas, grasas, agua, minerales, vitaminas etc. En términos generales, se puede decir que la carne contiene un 75% de agua, 21 a 22% de proteínas, de 1 a 2% de grasas, 1% de sustancias



minerales y menos del 1% de hidratos de carbono (Pérez *et al.*, 2007). No obstante hay que tener en cuenta la existencia de factores que influyen en la composición nutritiva de la carne, como son la especie, la raza, el estado fisiológico, el sexo, la edad, el sistema de alimentación, etc.

**Cuadro 1. Composición de la carne de diferentes especies (100 g)**

<b>Especie</b>	<b>Calorías (Kcal)</b>	<b>Humedad (g)</b>	<b>Proteínas (g)</b>	<b>Grasa (g)</b>	<b>GS* (g)</b>	<b>GMI** (g)</b>	<b>GPI*** (g)</b>	<b>Colesterol (mg)</b>
<b>Vacuno</b>	174	65	23.6	5.7	2.1	2.4	0.2	69
<b>Cordero</b>	258	58	25.5	16.5	6.9	7.0	1.2	93
<b>Cerdo</b>	293	53	25.1	20.7	7.5	9.5	2.3	93
<b>Pollo</b>	176	67	27.3	6.7	1.8	2.4	1.5	83

\*GS: Grasa Saturada; \*\*GMI: Grasa Monoinsaturada; \*\*\*GPI: Grasa Poliinsaturada.  
 Vitaminas del grupo B y Minerales Hierro, Zinc, Fósforo, Potasio.  
 Fuente: Porciones de intercambio y composición química de los alimentos de la pirámide alimenticia, INTA. 1997.

### **2.13 Factores que influyen en la calidad de la canal**

Los factores que determinan la calidad de la canal se relacionan sus condiciones de producción: 1) Fisiológicos: Especie, edad, sexo, manejo, transporte, alimentación, y sacrificio de los animales, 2) Físicos: Refrigeración, despiece, masajeado, picado, procesamiento y transporte, 3) Bioquímicos: postmortem. Degradación de ATP, rigidez muscular, aflojamiento de la rigidez muscular, maduración y degradación proteica. Existen otros factores que pueden afectar la calidad de la canal y con ello afectar el precio del producto final. Unos son dependientes estrechamente del animal, otros del manejo dentro de la explotación

a los que se han sometido y también a los procesos que se realizan en el animal desde la salida de la explotación hasta su conversión en carne. Aunque la calidad final de un producto cárnico depende directamente del proceso de producción, estos deben ser considerados separadamente como calidad de producción (Sañudo *et al.*, 1998).

**Alimentación:** Esta influye en la calidad de la carne, una buena carne se obtiene de un buen alimento (Alarcón, 2005). La nutrición es muy importante debido a su influencia en muchos de los parámetros productivos y características de la canal (Esqueda, 2005)

**Raza.** Sus principales características se encuentran ligadas a factores climáticos y generalmente a disposición de alimentos. Existen diferencias en calidad dentro de una misma raza y sobre todo entre razas, relacionadas con su madurez fisiológica que influye en las características de la canal (Snowder *et al.*, 1994).

**Sexo.** El desarrollo de los animales está muy influenciado por el sexo, los machos no castrados presentan músculos de color más oscuro que las hembras por la mayor cantidad de mioglobina, en cuanto a la textura de los músculos de los machos es más basta, pero en las hembras es más dura que la de los machos o animales castrados (Alarcón, 2005), por lo que el sexo llega también a influir en las características de la canal. Existe una diferencia en el tamaño corporal, diferencias en la conformación y en el grado de engrasamiento, entre sexos debido a una mayor tasa de crecimiento. El mayor grado de desarrollo muscular del macho es importante desde el punto de vista de producción de carne, es

debido a la acción anabólica de las hormonas masculinas. Sin embargo los machos presentan mayor proporción de cuello y espalda mientras que las hembras no (Partida *et al.*, 2009).

**Edad y peso.** La edad es una de las características muy ligadas al peso, como también al estado de engrasamiento. Con la edad el grado de rendimiento, peso de la canal y engrasamiento son mayores (Jaramillo *et al.*, 2008). La cantidad total de hueso y músculo de la canal aumenta con el peso de la misma, aunque no ocurre lo mismo con la proporción de estos tejidos con respecto a la canal, que para ambos va disminuyendo a medida que aumenta el peso (Partida y Martínez, 2010).

## **2.14 Rigor mortis**

La rigidez cadavérica o rigor mortis constituye la fase inicial en la transformación de músculo a carne. Transcurre después del sacrificio del animal, la carne es el resultado de dos cambios bioquímicos, el establecimiento del rigor mortis y la maduración (Zapata *et al.*, 2000). Esta consiste en la unión irreversible de miosina y actina para formar el complejo actomiosina. Esta unión puede ir acompañada o no de contracción muscular, pero se manifiesta por una rigidez cadavérica característica (Acevedo, 2004).

La acidificación muscular es el principal proceso que se lleva a cabo durante el establecimiento del rigor mortis, ya que en un músculo en reposo, el adenosíntrifosfato (ATP) sirve para mantener el músculo relajado (Cañeque, 2000). Después

de la muerte del animal, hay una interrupción del flujo sanguíneo y por tanto cesa el aporte sanguíneo de oxígeno y nutrientes al musculo. A su vez el musculo trata de mantener la temperatura y la contracción muscular agotando el adenosíntrifosfato (ATP), el descenso de los niveles de ATP comienza a impedir la relajación muscular debido al aumento de  $Ca^{2+}$  del retículo sarcoplásmico, la temperatura baja limita además la eficacia de la bomba de  $Ca^{2+}$ , y como consecuencia de las uniones actina-miosina se establece el estado de rigor mortis (Forrest *et al.*, 2001). El ATP formado se obtiene a través de la degradación de glucógeno en ácido láctico. Este último ya no puede ser retirado por el sistema sanguíneo, por lo tanto va a provocar el descenso del pH muscular (Warris, 2003).

### **2.15 Canal caliente y canal fría**

Se define canal caliente cuando el animal ha sido sacrificado y despojado de piel, patas, cabeza y vísceras, y canal fría es cuando han transcurrido 24 horas después del sacrificio y esta ha sido refrigerada (Surak, 1996). La NMX-FF-106-SCFI-2006 clasifica las canales de ovinos en tres grupos: excelente, buena y deficiente.

Según la norma oficial mexicana NOM 009 ZOO (1994), la carne de las especies animales, autorizadas para consumo humano, es definida como una estructura compuesta por fibras musculares estriadas, acompañada o no de tejido conjuntivo elástico, grasa, fibras nerviosas, vasos linfáticos y sanguíneos. El contenido de grasa, color, humedad, sabor, aroma y textura son atributos que se deben tomar

en cuenta para evaluar su calidad, sin adulteraciones y sin residuos tóxicos (Torres, 1998; Gay, 2000). La valoración de las canales es importante, en todas las etapas de la cadena comercial de la carne. El detallista tiene que vender cortes de carne con el tamaño, apariencia y composición adecuada, para satisfacer al consumidor, mientras que el mayorista o empacador compra el ganado de los productores, que reúne las características que satisfagan la necesidad del detallista. Por su parte, el ganadero cría y finaliza ganado, que la totalidad de la cadena productiva demande.

## **2.16 Capacidad de retención de agua (CRA)**

Es la propiedad de la carne para conservar agua cuando se somete a factores externos como corte o presión, calentamiento, trituración y prensado. Es una propiedad funcional importante de calidad, ya que esta influye sobre la carne antes y durante la cocción. Valores altos de CRA tienden a mantener la carne jugosa y con ello mejora el rendimiento en el procesamiento (López y Casp, 2004).

Otros factores como el color, textura, firmeza de la carne cruda, así como la jugosidad y blandura de la carne cocinada dependen, en parte, de la CRA. Cuando los tejidos tienen valores bajos de CRA, las pérdidas de humedad y peso, durante su almacenamiento, es grande y se presenta en la superficie muscular de la canal expuesta a la atmosfera. La CRA puede verse afectada por factores como: reducción del pH *postmortem*, pérdida de ATP, establecimiento del *rigor*

*mortis* y cambios en la estructura miofibrilar asociados parcialmente con la actividad proteolítica (Young *et al.*, 2004).

Existe una mayor pérdida de humedad principalmente en cortes de carne, como consecuencia de la gran superficie muscular expuesta al aire. La palatabilidad, valor nutritivo y la pérdida de peso constituyen problemas graves para la industria; en la cual la CRA determina dos importantes variables económicas: el rendimiento y la calidad de los productos obtenidos (Hulot y Ouhayoun, 1999), cuando se pierden grandes cantidades de jugos cárnicos se pierde peso; perdiendo también palatabilidad, vitaminas, minerales y proteínas solubles.

Las propiedades físicas más importantes de la carne como lo es el color y la textura están estrechamente relacionadas con la CRA, la cual tiene efecto directo durante el almacenamiento, cuando los tejidos tienen poca CRA, las pérdidas de humedad y, consecuentemente, la pérdida de peso son mayores (Forrest *et al.*, 2001).

## **2.17 Color**

La primera impresión que el consumidor recibe de un alimento se establece mediante el sentido de la vista y entre las propiedades que observa destacan el color, la forma y las características de su superficie (Behrends *et al.*, 2003; Hui *et al.*, 2006). El color ocupa un lugar importante en la calidad de un alimento, ya que este puede ser rechazado por esta característica sin valorarse otras propiedades, como aroma, textura o sabor (Grunert, 2004) o influir en la decisión de compra

(Ranken, 2003). El color aceptable para la carne fresca es un rojo brillante o color rojo cereza, discriminándose aquellos cortes de carnes que carecen apariencia fresca y de aquellos que han empezado a descolorarse, aún si la reducen en precio.

La carne tiene un color rojizo por la presencia del pigmento mioglobina, la cual es una proteína conjugada con un grupo prostético llamado hemo (Peñuñuri *et al.*, 2007). Este pigmento se presenta en varias formas: la oximioglobina, de color rojo brillante, la metamioglobina de color café y la mioglobina reducida de color rojo púrpura; las altas concentraciones de oximioglobina son muy deseables ya que imparten el color rojo brillante asociado a la carne de óptima calidad (Ranken, 2003).

El color de la carne se debe principalmente a tres pigmentos. La deoximioglobina (DeoxyMB) es el pigmento púrpura que se observa en los cortes de carnes frescas. Una vez la DeoxyMb se expone al aire ésta se comienza a oxigenar a oximioglobina (OxyMb), la cual le da el color característico a la carne de rojo brillante o cereza. Después de algunas horas y días expuestas al aire, la OxyMb se convierte en metamioglobina (MetMb), en la cual una molécula de agua sustituye la molécula de oxígeno y produce un color marrón. Ambas moléculas, la DeoxyMB y OxyMb. Son hemoproteínas, en donde el hierro existe en forma ferrosa ( $Fe^{+2}$ ), mientras la MetMb la posee en la forma férrica ( $Fe^{+3}$ ). La

conversión de la forma ferrosa a la férrica es el resultado del proceso de oxidación (Aberle *et al.*, 2001; Mancini *et al.*, 2005; Hui *et al.*, 2006).

## **2.18 Textura**

La textura de la carne se define como la dificultad o la facilidad con la que una carne se puede cortar o masticar (Hui *et al.*, 2006). Es la resistencia resultante de dos fuerzas: la relacionada con el tejido conectivo y la relacionada con el tejido miofibrilar (Aberle *et al.*, 2001). Esta es una de las características sensoriales que contribuyen a la calidad de la carne, siendo la más importante durante su consumo, siendo esta la que determina en gran medida su aceptación o rechazo por parte del consumidor. (Kannan *et al.*, 2002). Lo anterior da como resultado la satisfacción en la percepción de esta característica, la cual incluye el sabor y aceptación general, por parte de los consumidores, los cuales van a adquirir el producto a pesar de su valor económico siempre y cuando se les garantice un producto tierno (Ruizet *al.*, 2005).

La textura de la carne depende de factores biológicos intrínsecos del animal, principalmente de la información genética del animal, raza, edad, sexo, alimentación y tipo de músculo, así como también de su madurez fisiológica al momento del sacrificio. Otros de los factores relacionados con la ternura son los relacionados con el manejo de los animales antes de su sacrificio y de las condiciones *postmortem* de la canal y de la carne (Hui *et al.*, 2006).



## 2.19 pH

El pH del tejido muscular es uno de los factores importantes que determinan su calidad, en el ganado ovino, este desciende durante las primeras horas, posteriormente al sacrificio, por un proceso llamado glucólisis hasta que se establece el *rigor mortis*. Existe una relación estrecha entre el pH, la capacidad de retención de agua (CRA) y la textura, mostrando un incremento de la CRA y una disminución en la dureza, aumentando el pH final. El pH puede verse alterado por factores como el manejo antes del sacrificio (Sañudo *et al.*, 2004) y el método de sacrificio, estos pueden alterar el pH normal de la carne y llevar a la formación de carne pálida, suave y exudativa (PSE) o carne oscura, firme y seca (DFD) (Hui *et al.*, 2006).

La disminución del pH en el músculo es debido a la acumulación de ácido láctico, también esta depende del tipo de fibra que predomina en el musculo y de una actividad muscular antes del sacrificio. Una disminución normal de pH en músculos empieza gradualmente de 7.4 que tiene un músculo vivo a 5.6 – 5.7 en 6 a 8 horas y 5.3 – 5.7 en 24 horas *postmortem* (Aberle *et al.*, 2001; Hui *et al.*, 2006). Los músculos con fibras de contracción rápida (blanca) tienen valores finales de 5.5, mientras que los músculos con fibras de contracción lenta (rojas) tienen valores de 6.3, mencionando que los músculos que realizan mayor trabajo son los que presentan un pH elevado después del sacrificio (Cañeque y Sañudo, 2005).

El desarrollo del pH en el musculo, se logra antes de que el calor producido por el metabolismo del cuerpo sea disipado por el enfriamiento de la canal, causando la

desnaturalización de las proteínas del musculo (Aberle *et al.*, 2001; Hui *et al.*, 2006). Las características organolépticas de la carne se ven afectadas por la velocidad de caída del pH durante el proceso de transformación de musculo a carne, así como también el valor final del pH después del sacrificio.

Cañeque y Sañudo (2005) mencionan que el pH muscular resulta ser una medida importante para conocer el nivel de reserva energética en el musculo. El proceso de acidificación en las diferentes especies tiene una duración aproximadamente de 4-5 horas en porcinos, 12-24 horas en ovinos y 15 a 36 horas en vacunos, en los cuales el pH tiende a descender de 7 a 5.5 en las primeras 6 a 12 horas postmortem.

## **2.20 Ultrasonografía**

La ecografía o ultrasonografía es una herramienta de diagnóstico, no invasiva ni destructiva, la cual se puede utilizar para conocer la composición corporal de ovinos vivos y así predecir características de la canal, antes de ser llevados a sacrificio. Es por ello, la utilización de esta herramienta resulta un excelente instrumento en la selección de ejemplares reproductores de razas cárnicas. Esta tecnología proporciona al productor un criterio de selección basada en la calidad y cantidad de carne que produce el animal en sus diferentes etapas de desarrollo, garantizando seleccionar los mejores animales con base en su potencial de producción de carne para después utilizarlos como sementales.

La utilización de esta herramienta principalmente en ovinos de razas laneras como medio para predecir características de la canal y posteriormente encontrar relaciones de interés con la producción, como por ejemplo la determinación de la grasa en animales vivos y la cantidad de la grasa de la canal, como puede ser también en relación a los componentes de la canal y algunas características del músculo en especial el *longissimus dorsi* que se localiza entre 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla (Simm *et al.*, 2001). Los ovinos de lana son los principales en utilizar el ultrasonido, pero también es necesario utilizarlo en razas de pelo, ya que los depósitos de grasa en ovinos son diferentes entre razas, además que se tienen diferencias en cuanto a las características de la canal (Jones *et al.*, 2006).

Las mediciones que se realizan principalmente con ultrasonido se encuentran en la región de las costillas, zona lumbar del animal y el esternón. Debido a la estructura ósea que presentan estas regiones, los puntos anatómicos de elección son fácilmente identificables a la palpación y las imágenes obtenidas son fácilmente interpretables. Estas regiones anatómicas han sido normalmente utilizadas para evaluar el estado de carnes de los animales de abasto. Hui *et al* (2006) menciona que la puntuación de la condición corporal utilizando la palpación, demuestra la gran utilidad de las regiones anatómicas como predictor de los diferentes depósitos adiposos del cuerpo de los animales. Estas medidas comprenden el espesor de la grasa subcutánea, área de la grasa, profundidad, anchura y área del músculo *longissimus dorsi*, medida entre la 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del área de estudio

El experimento con animales se realizó en los corrales de engorda de ovinos y en el Laboratorio de Nutrición Animal, del Posgrado de Ganadería del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, localizado en el Km. 36.5 de la carretera México-Texcoco, en Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, a una altitud de 2240 m y con un clima templado subhúmedo, lluvias en verano, época seca en invierno, temperatura promedio anual de 15.2 °C y precipitación media anual de 635.5 mm (García, 2004).

#### 3.2 Animales y alimentación

Se utilizaron 23 corderos machos Suffolk x Hampshire cuyo peso inicial fue de  $25.27 \pm 3.22$  kg, los cuales recibieron agua y paja de avena a libre acceso antes del inicio del experimento; posteriormente fueron desparasitados, vacunados y vitaminados (Figura 1).



**Figura 1. Recepción de los animales: a) Administración de paja y agua, b) Productos utilizados para desparasitación, vacunación y vitaminado, c) Aplicación de vacuna.**

El experimento tuvo una duración de 80 d; 20 d de adaptación a la dieta experimental y 60 d en evaluación; en ese tiempo, los corderos fueron alojados en corraletas individuales, acondicionadas con techo de lámina, piso de cemento, bebederos automáticos y comederos semi-fijos (Figura 2). El ADM se administró a los animales con el alimento, proporcionándose dos veces al día. Los corderos se pesaron cada 15 días con una báscula (colgante CRS 200 DH, Torrey), el peso se registró desde el principio hasta el final de la engorda.



**Figura 2. Corrales utilizados: a y b) Corrales individuales, c) Elaboración de alimento.**

Para la desparasitación se aplicaron 4 ml de Closantil 5%, en forma oral (Laboratorio Chinoín). La vitamina (ADE, Vigantol fuerte de Bayer) fue aplicada en dosis de 1 mL por animal de vitaminas A, D y E. En la vacunación se aplicaron 2.5 mL por animal<sup>-1</sup> de Bobact 8Toxoide. Previo al sacrificio los animales se dietaron por 16 horas, ofreciendo únicamente agua a libre acceso.

Cuadro 2. Composición química de la dieta experimental

<b>Ingredientes</b>	<b>Proporción</b>
<b>Maíz molido</b>	41
<b>Sorgo molido</b>	14
<b>Pasta de soya</b>	9
<b>Melaza</b>	5
<b>Paja avena</b>	30
<b>Minerales*</b>	1
<b>Composición química</b>	
<b>Materia seca %</b>	90.24
<b>PC%</b>	11.75
<b>FDA%</b>	16.28
<b>FDN%</b>	27.48
<b>EM Mcal kg</b>	2.58
<b>Extracto etereo %</b>	4.87
<b>Ca %</b>	0.52
<b>P %</b>	0.32

\*Ca, 24%; Cl, 12%; Mg, 2%; P, 3%; K, 0.50%; Na, 8%; S, 0.50%; Cr, 5 mg kg MS<sup>-1</sup>; Co, 60 mg kg MS<sup>-1</sup>; I, 100 mg kg MS<sup>-1</sup>; Fe, 2000 mg kg MS<sup>-1</sup>; Mn, 4000 mg kg MS<sup>-1</sup>; Se, 30 mg kg MS<sup>-1</sup>; Zn, 5000 mg kg MS<sup>-1</sup>; Lasolacida, 2000 mg kg MS<sup>-1</sup>; Vitamina A, 500 000 UI kg<sup>-1</sup>; Vitamina D, 150 000 UI kg<sup>-1</sup>; Vitamina E, 1000 UI kg<sup>-1</sup>.

### **3.3. Elaboración del aditivo microbiano (ADM)**

Para la elaboración del ADM, primeramente se prepararon 10 L de inóculo el cual consistió en mezclar los ingredientes descritos en el Cuadro 3. Posteriormente se preparó un sustrato de 100 L, con los mismos ingredientes excepto el yogurt. Tanto el inóculo como el sustrato se agitaron durante 5 minutos cada 2 horas y se dejó fermentar en un intervalo de 48 a 72 horas, hasta que alcanzaron un pH óptimo (3.8 – 4.0).

**Cuadro 3. Ingredientes para la elaboración del aditivo microbiano**

<b>Ingredientes</b>	<b>Inclusión (10 L) %</b>	<b>Composición química</b>	<b>%</b>
<b>Melaza</b>	15	<b>Materia seca</b>	9.7
<b>Urea</b>	0.40	<b>Proteína bruta</b>	4.8
<b>Minerales</b>	0.50	<b>Proteína verdadera</b>	2.8
<b>Agua</b>	65.80	<b>Cenizas</b>	5.2
<b>Sulfato de magnesio</b>	0.30	<b>Calcio</b>	1.2
<b>Pulido de arroz</b>	4	<b>Fosforo</b>	0.2
<b>Pasta de soya</b>	4		
<b>Yogurt natural (Yoplait)</b>	10		

### **Variables evaluadas**

**Ganancia diaria de peso (GDP):** Se obtuvo de la diferencia entre el peso final menos el peso inicial, dividido entre el número de días en engorda.

**Conversión alimenticia (CA):** Se obtuvo dividiendo el consumo total del alimento entre la ganancia total de peso de cada animal por tratamiento.

**Consumo diario de alimento (CDA):** Consumo total de alimento durante el periodo experimental dividido entre los días de la engorda.

Al finalizar la engorda, se sacrificaron 4 animales por tratamiento para evaluar las características de la canal y la carne: Rendimiento en canal caliente, capacidad de retención de agua (CRA), pH, textura, color, grasa dorsal, área del ojo de costilla (AOC). De cada canal, se tomó una muestra de 500 g de carne del área del músculo *Longissimus dorsi*; éstas fueron colocadas en una hielera a 4 °C y transportadas al laboratorio donde se mantuvieron en congelación hasta su análisis.

Los procedimientos que se utilizaron para determinar estas variables fueron:

**Rendimiento en canal caliente.** Se obtuvo dividiendo el peso de la canal caliente entre el peso vivo del animal, expresado en porcentaje.

**Capacidad de retención de agua (CRA).** Se utilizó una muestra de 5 g de carne, la cual se colocó en un vaso de licuadora especial para hacer papillas, y se agregaron 16 mL de solución de cloruro de sodio (NaCl) 0.6 N. La muestra se molió durante 30 segundos. Posteriormente el contenido se vació en tubos y se centrifugó, para después colocarlos en un contenedor con hielos durante 30 min, con el fin de hidratar las miofibrillas. Los tubos que contuvieron la mezcla fueron agitados cada 10 min y posteriormente se centrifugaron durante 15 min a una velocidad de 10,000 rpm usando una centrífuga (JS-HS, Beckman). Los tubos fueron retirados de la centrífuga, obteniendo una separación completa de la parte sólida (carne) de la parte líquida, se vació esta última en una probeta para su medición (Figura 3). El volumen de solución con la carne retenida fue reportado como la cantidad de agua retenida. (Guerrero *et al.*, 2002).



**Figura 3. Realización de la técnica de CRA: a) Preparación de la muestra, b) Enfriamiento de la muestra, c) Mezclado de la muestra.**



**pH.** Se midió de acuerdo al método propuesto por Guerrero *et al.* (2002), utilizando un potenciómetro portátil (HANNA, Mod. HI99163), equipado con un electrodo de penetración en el músculo *Longissimus dorsi* en el espacio intercostal entre la 12va y 13va costilla, directamente en la canal, se midió inmediatamente al sacrificio y 24 h después (pH *posmortem*).

**Textura.** Fue determinada en un equipo texturómetro (Texture Analyser, modelo: TAXT2i, Scarsdale, N.Y.) equipado con una navaja sencilla de Warner-Bratzler, operado con una velocidad de ensayo de 5 mm/s, una distancia de ruptura de 40 mm, una fuerza de corte de 0.918 N en un tiempo de 2 s (Figura 4). La muestra de carne se colocó bajo la navaja de tal forma que las fibras musculares quedaran perpendiculares a la navaja (Guerrero *et al.*, 2002).



**Figura 4. Pruebas de textura en carne: a) Calibración del texturómetro, b) Obtención de la muestra, c) Evaluación de textura en carne.**

**Color.** Se utilizó un colorímetro Minolta (Chroma Meter CR- 200, Tokio, Japón) en el que se determinó el color de la carne (Figura 5). Para esto, se obtuvo un corte de carne del músculo *Longissimus dorsi* de aproximadamente 1 cm de grosor y 7

cm de diámetro. La carne se dejó oxigenar por alrededor de 30 minutos y después se colocó en un vaso de precipitados de 20 mL hasta cubrir por completo el fondo con la carne. El vaso con la muestra dentro se colocó en el colorímetro y se realizaron tres lecturas girando el vaso 90 grados para cada una de estas. Los valores se reportaron en  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . Donde  $L^*$  representa el brillo de la carne,  $a^*$  brinda la tonalidad que va de rojo a verde y  $b^*$  indica los colores de amarillo a azul (Guerrero *et al.*, 2002).



**Figura 5. Evaluación de color en carne: a) Preparación de la muestra b) Calibración del equipo c) Lectura de color en carne.**

**Grasa dorsal y área del ojo de costilla.** Se utilizó un transductor de un equipo de ultrasonografía (Sonovet 600, Universal Medical System, Inc. Transductor de 7.5 Mhz) directamente sobre el animal, el cual fue inmovilizado, se rasuró al costado derecho entre la 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla donde se localiza el músculo *longissimus dorsi* (Figura 6).



**Figura 6. Medición de grasa dorsal y área del ojo de la costilla en corderos:**  
**a) Rasurado del área de lectura de grasa dorsal y área del ojo de la costilla**  
**b) Realización de prueba c) Resultados obtenidos de la evaluación.**

### **3.4 Análisis estadístico**

Los datos de la prueba de crecimiento incluyeron las mediciones de peso, ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de 23 corderos con un peso vivo inicial a la prueba de  $25.27 \pm 3.22$  kg, los cuales fueron distribuidos en cuatro tratamientos con seis repeticiones por tratamiento en un diseño completamente al azar, considerando como covariable el peso de los corderos al inicio del experimento, los tratamientos estudiados fueron T1) dieta base con 11.97% de PC y 2.58 Mcal, EM  $\text{kg}^{-1}$  MS; conteniendo 41% maíz molido, 14% de sorgo, 9% de pasta de soya, 5% de melaza, 1% de minerales y 30% de avena; T2) dieta base más  $5 \text{ mL kg}^{-1}$  PV del ADM, T3) dieta base más  $10 \text{ mL kg}^{-1}$  PV del ADM, T4) dieta base más  $15 \text{ mL kg}^{-1}$  PV del ADM. Se usó el procedimiento GLM de SAS (SAS, 2003). Se obtuvieron las medias de mínimos cuadrados y fueron comparadas usando la prueba de Tukey ajustada. El análisis de varianza se realizó usando un modelo de un solo criterio de clasificación y las medias fueron comparadas usando la prueba de Tukey.

## Modelo estadístico asociado al diseño

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta(X_{ij} - X_{i.}) + \xi_{ij} \quad i=1, \dots, 4 ; j=1, \dots, 7$$

donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta (GDP, CDA, CA, RCC, CRA, COLOR, TEX, pH, );  $\mu$  = Media general;  $\tau_i$  = Efecto de la adición del nivel  $i$ -ésimo del aditivo microbiano a la dieta ( $i=1,2,3,4$ );  $\beta$  = Coeficiente de regresión;  $(X_{ij} - X_{i.})$  = Covariables (peso inicial);  $\xi_{ij}$  = Error aleatorio;  $\xi_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la prueba de crecimiento de corderos Suffolk-Hampshire al adicionar un aditivo microbiano (ADM) compuesto de levaduras y lactobacilosa la dieta, obtenido en forma artesanal por fermentación líquida, se presentan en el Cuadro 4.

**Cuadro 3. Comportamiento productivo de corderos Suffolk x Hampshire suplementados con ADM (medias y errores estándar)**

	T1	T2	T3	T4	EEM	PROMEDIO
<b>Peso inicial (kg)</b>	25.867	25.317	23.37	26.2	0.68	25.19
<b>Peso final (kg)</b>	42.32 <sup>a</sup>	42.44 <sup>a</sup>	42.12 <sup>a</sup>	45.31 <sup>a</sup>	0.78	43.05
<b>Ganancia total (kg)</b>	17.05 <sup>a</sup>	17.17 <sup>a</sup>	16.86 <sup>a</sup>	20.04 <sup>a</sup>	0.79	17.78
<b>Ganancia diaria (g d<sup>-1</sup>)</b>	284 <sup>b</sup>	286 <sup>ab</sup>	281 <sup>b</sup>	334 <sup>a</sup>	0.013	296.25
<b>Consumo total (kg)</b>	99.87 <sup>a</sup>	100.48 <sup>a</sup>	93.45 <sup>a</sup>	101.96 <sup>a</sup>	2.19	98.94
<b>Conversión alimenticia</b>	5.9 <sup>a</sup>	5.9 <sup>a</sup>	5.6 <sup>ab</sup>	5.0 <sup>b</sup>	0.2	5.60

<sup>a, b</sup>, Medias con diferente literal en la misma hilera, son diferentes, ( $P \leq 0.05$ ); EEM= error estándar de la media. T1: 0 mL ADM kg<sup>-1</sup> de peso vivo (PV); T2: 5 mL de ADM kg<sup>-1</sup> PV; T3: 10 mL de ADM kg<sup>-1</sup> PV; T4: 15 mL de ADMkg<sup>-1</sup> PV.

#### **Ganancia diaria de peso**

La ganancia diaria de peso (GDP) de corderos Suffolk x Hampshire suplementados con ADM varió de 281 a 334 g d<sup>-1</sup>, no encontrando diferencias ( $P > 0.05$ ) entre el grupo testigo (0 mL kg<sup>-1</sup> PV del ADM) y los tratamientos donde se adicionaron 5 y 10 mL kg<sup>-1</sup> PV del ADM (Cuadro 4; Figura 7); sin embargo, cuando se suplementó con 15 mL kg<sup>-1</sup> PV del ADM la GDP fue mayor ( $P \leq 0.05$ ) con relación al grupo testigo con 15 mL kg PV<sup>-1</sup> del ADM. Díaz (2010), al evaluar el

efecto del ADM sobre la ganancia diaria de peso en ovinos de pelo, concluyó que este no tuvo respuesta en esta variable. Sin embargo, este estudio mostró que conforme aumentó la dosis, la ganancia de peso también se incrementó. Mientras que Cruz-Colin *et al*, (2006) al realizar pruebas de comportamiento para comparar razas ovinas puras: Hampshire, Dorset y Suffolk, encontraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) en GDP que favorecieron a las razas Suffolk y Hampshire (420 g y 450 g d<sup>-1</sup> respectivamente), las cuales son superiores a las obtenidas en este estudio, probablemente por ser un material seleccionado. Sin embargo las ganancias encontradas en este estudio fueron similares a las reportadas por Núñez *et al*, (2009) en genotipos Suffolk-Hampshire donde obtuvieron un promedio de 327 g d<sup>-1</sup>. Así mismo, Torres (2013) reportó valores de ganancia diaria de peso entre 336 y 374 g d<sup>-1</sup> con dietas altas en granos, que son similares a las evaluadas en este estudio y fueron obtenidas en corderos del mismo genotipo y en condiciones ambientales similares.



**Figura 7. Ganancia diaria de peso (g d<sup>-1</sup>) de corderos Suffolk-Hampshire adicionando un aditivo microbiano ADM en la dieta**

## **Consumo de alimento**

El consumo total de alimento (CDA) varió de 93.45 a 101.96 kg (Cuadro 4), no encontrando diferencias ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos evaluados. Se observó una disminución en el consumo de alimento en el tratamiento adicionado con 10% de ADM. En un estudio realizado por Torres (2013) obtuvo valores que varían entre 103.6 a 105 kg utilizando dietas maíz-sorgo en corderos Suffolk-Hampshire, similares al obtenido con el nivel alto de ADM. Este aditivo es una alternativa económica para la alimentación de rumiantes, ya que favorece el ambiente ruminal, y con ello, mejorando el comportamiento productivo de los animales.

## **Conversión alimenticia**

Para la variable conversión alimenticia (Cuadro 4; Figura 8) el testigo, y los tratamientos con 5 y 10 mL kg PV<sup>-1</sup> de ADM no mostraron diferencias ( $P>0.05$ ), cuyas medias variaron entre 5.6 a 5.9, al igual, los tratamientos con 10 y 15 mL kg PV<sup>-1</sup> de ADM no mostraron diferencias ( $P>0.05$ ), sin embargo el tratamiento con 15 mL kg PV<sup>-1</sup> de ADM mostro diferencias ( $P\leq 0.05$ ) respecto al tratamiento con 0 y 5 mL kg PV<sup>-1</sup> de ADM. Blardony, (2010) probó el efecto de un ADM en corderos, suplementados con *Saccharomyces cerevisiae* y sorgo como dieta base, encontrando un comportamiento similar, ya que la suplementación con el ADM no mejoró la conversión alimenticia. Mejoras en la conversión alimenticia fueron informados por Núñez (2009) con promedio de 4.86 y Torres (2013) con valores entre 4.6 y 5.1, pero similares a los de Romero (2011) cuyos valores oscilan entre

4.7 y 5.8, diferencias probablemente atribuibles al contenido de proteína en la dieta experimental, ya que en la presente investigación se utilizó menor contenido de proteína en la dieta, dado que ambas pruebas de comportamiento se utilizaron genotipos Suffolk-Hampshire.



**Figura 8. Conversión alimenticia de corderos Suffolk-Hampshire adicionando un ADM en la dieta**

### **Características de la canal y de la carne**

Los resultados del análisis del rendimiento en canal y características de carne en corderos Suffolk-Hampshire, finalizados a 6 meses de edad, los cuales fueron alimentados con dietas adicionadas con un ADM, se presentan en el Cuadro 5.



## **Rendimiento en canal caliente**

El rendimiento en canal caliente (Cuadro 5) no se encontraron diferencias entre tratamientos ( $P>0.05$ ), cuyas medias fueron 47.32, 48.30, 46.53 y 47.32% respectivamente. Estos resultados son similares a los encontrados por Calderón et al. (2006) quienes reportaron valores de 45.57% en ovinos de pelo suplementados con ADM, de igual manera Frías et al (2011) informaron rendimientos de 42.04% cuando se les suplementó caña de azúcar fermentada con ADM a ovinos Pelibuey. Torres (2013) obtuvo rendimientos entre 50 y 52 % usando dietas de finalización basadas en granos en corderos Suffolk-Hampshire, mientras que Romero (2011) obtuvo rendimientos de 45 a 53% cuando adicionó Ractopamina a la dieta de ovinos. Los resultados de este estudio son superiores, atribuible probablemente al contenido de proteína en las dietas experimentales, ya que en la presente investigación el contenido de proteína es menor a los de Torres (2013) y Romero (2011).

## **Capacidad de retención de agua (CRA).**

No se encontraron diferencias ( $P>0.05$ ) en la capacidad de retención de agua entre el grupo testigo y los tratamientos con 5, 10 y 15 mL  $\text{kg}^{-1}$  PV de ADM (Cuadro 5), cuyas medias variaron entre 31.5 a 32.7 mL  $100 \text{ g}^{-1}$  de carne respectivamente, esto concuerda con los valores reportados por Frías et al., (2011) y con los observados por De la Fuente et al (2013), quienes informaron valores similares a los del presente estudio (33.93 y 32.2 mL  $100 \text{ g}^{-1}$ ) en ovinos

de lana suplementado con ADM, ellos concluyen que suplementación de este aditivo microbiano no afectó la CRA en carne, más bien se asoció al tipo de estrés generado en los animales antes de la matanza, lo cual repercutió en su capacidad de retención de agua.

**Cuadro 4. Características de la canal y de la carne de corderos Suffolk x Hampshire suplementados con un aditivo microbiano ADM.**

	T1	T2	T3	T4	EEM	Promedio
<b>Peso canal caliente (kg)</b>	19.25	19.35	18.293	21.175	0.533	19.5
<b>Peso canal fría (kg)</b>	18.975	19	17.9	20.738	0.511	19.2
<b>Rendimiento canal caliente (RC) (%)</b>	47.323	48.305	46.535	47.323	0.431	47.4
<b>Rendimiento canal fría (%)</b>	46.65	47.445	45.553	46.773	0.399	46.6
<b>Grasa dorsal 12° costilla (GD) (mm)</b>	3.33	3.33	3.2	3.17	0.093	3.3
<b>Área del ojo de la costilla (AOC) (cm<sup>2</sup>)</b>	10.25	10.69	10.71	11.24	0.275	10.7
<b>Fuerza de corte (kg cm<sup>2</sup>)</b>	1.81	1.7	1.69	1.53	1.25	1.68
<b>pH (frio)</b>	5.78	5.88	5.89	5.84	0.032	5.9
<b>Capacidad de retención de agua (CRA)</b>	33.5	32.75	32.5	31.75	3.499	32.6
<b>Color</b>						
<b>L*</b>	41.35	38.61	42.52	40.08	0.783	40.6
<b>a*</b>	19.11	19.24	19.43	19.5	0.2	19.3
<b>b*</b>	4.28	3.98	4.73	3.77	0.241	4.2
<b>Componentes de la canal</b>						
<b>Sangre (kg)</b>	2.3	2.43	2.44	2.32	0.058	2.4
<b>Cabeza (kg)</b>	2.12	2.13	2	2.2	0.052	2.1
<b>Piel (kg)</b>	4.05	4.33	3.88	4.71	0.15	4.2
<b>Patatas (kg)</b>	1.08	1.07	1.02	1.2	0.04	1.1
<b>Vísceras rojas(kg)</b>	1.07	1.08	1.02	1.14	0.03	1.1

<sup>a, b</sup>, Medias con diferente literal en la misma hilera, son diferentes, ( $P \leq 0.05$ );

EEM= Error estándar de la media. T1) 0 mLADM kg<sup>-1</sup>PV; T2) 5 mLADM kg<sup>-1</sup>PV; T3)

10mLADM kg<sup>-1</sup>PV; T4) 15 mLADM kg<sup>-1</sup>PV.

## **pH**

Respecto a los valores de pH, estos no mostraron diferencias ( $P>0.05$ ), cuyas medias de tratamientos fueron: 5.78, 5.88, 5.89 y 5.84 para los tratamientos con 0, 5, 10 y 15 mL kg<sup>-1</sup>PV de ADM (Cuadro 5), respectivamente. Estos valores coinciden con los encontrados por Frías et al. (2011), quienes reportan valores de pH de 5.49 en ovinos de pelo alimentados con caña de azúcar fermentada con ADM. Miranda et al. (2011) afirmaron que el pH en la carne de ovinos está influenciado por la cantidad de estrés que sufren los animales antes de la matanza y no al tipo de alimentación, ya que al someter a un animal a un estrés intenso y en corto tiempo, se favorecen los pH bajos, debido a una glucólisis acelerada antes de su muerte (Bianchi *et al.*, 2006), propiciando la formación de ácido láctico postmortem; mientras que un estrés prolongado, al agotar las reservas de glucógeno en el musculo de los animales, ocasiona una menor formación de ácido láctico pos mortem, resultando en pH altos en carne, que variaron de 6.5 a 6.8 (Zhang *et al.*, 2005; Rodríguez *et al.*, 2008).

## **Textura**

La resistencia al corte en la carne de los ovinos en estudio varió de 1.53 a 1.81 kg.cm<sup>-2</sup> (Cuadro 5), no mostrando diferencias entre los tratamientos ( $P>0.05$ ). Estos valores coinciden con lo encontrado en otros experimentos (Texeira *et al.*, 2012; Curzaynz, 2013) los cuales reportan datos de resistencia al corte, en ovinos de lana, de 1.60 a 1.78 kg.cm<sup>-2</sup> al suplementar con granos secos de destilería en la dieta. Existen muchas variables que puedan afectar la resistencia al corte en

ovinos, como la raza, cantidad de grasa dorsal, subcutánea e intramuscular, y cantidad de tejido conjuntivos (Alfonso, 2000). Sin embargo, gran parte de los estudios señalan que la resistencia al corte está más asociada al tiempo de maduración de la carne que al tipo de alimentación proporcionada durante la engorda (Shorthouse *et al.*, 1986; Vergara y Gallego, 2000).

## **Color**

Respecto a los valores de color ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ), no hubieron diferencias ( $P > 0.05$ ), entre los tratamientos evaluados (Cuadro 5), encontrando valores de luminosidad de 38.61 a 42.52, mientras que para índice de rojo  $a^*$  variaron de 19.11 a 19.50 y para el índice de amarillo de 3.77 a 4.73, dando como resultado coloraciones que tienden a oscuras, rojizas y opacas. De la Fuente *et al.* (2010) menciona que el color puede variar de acuerdo a la cantidad de ácido láctico formado en la carne después de la matanza, causado por algún tipo de estrés, ya sea intenso en corto tiempo o prolongado. Si un pH es menor a 5.4, cercano al punto isoeléctrico de algunas proteínas, las cuales se caracterizan por dar el color de la carne, como la mioglobina, cuando estas se desnaturalizan, la intensidad de rojo es menor.

## **Espesor de la grasa dorsal**

La grasa dorsal no mostró diferencias ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos, cuyas medias variaron de 3.17 a 3.33 mm (Cuadro 5). Estos valores son menores a los reportados por Lara y Gutiérrez (2004) en ovinos Suffolk y Hampshire (4.56 y 5.44

mm) y también son menores respecto a los obtenidos por Cruz-Colin *et al.* (2006) quienes reportaron medias de 5.0 y 8.3 mm en ovinos Hampshire y Suffolk.

### **Área del ojo de costilla**

Los valores del área del ojo de la costilla ( $\text{cm}^2$ ) en la carne de ovino Suffolk-Hampshire para los 0, 5, 10 y 15  $\text{mL kg PV}^{-1}$  de ADM fueron; 10.25, 10.69, 10.71 y 11.24 ( $\text{cm}^2$ ) respectivamente, no mostrando diferencias entre ellos ( $P > 0.05$ ). Estos valores son similares a los reportados por Vázquez *et al.* (2011) quienes obtuvieron 15.51  $\text{cm}^2$  en ovinos Suffolk x Katahdin, mientras Cruz-Colin *et al.* (2006) reportaron valores de 14.4 en Hampshire y 15.1 en Suffolk.

## V. CONCLUSIONES

El efecto de la inclusión en la dieta de corderos en finalización de un aditivo microbiano líquido, a base de levaduras y lactobacilos, produjo mayores ganancias diarias de peso y mejores conversiones alimenticias, cuando la dosis del aditivo superó los 10 mL kg<sup>-1</sup> de peso vivo.

El rendimiento y las características fisicoquímicas de la carne en canal de corderos Suffolk-Hampshire no se modificaron, cuando se usó un aditivo microbiano, a base de levaduras y lactobacilos, en la dieta.

## VI. LITERATURA CITADA

Aberle, E, J. Forrest, D. Gerrad y E. Mills. 2001. 4th edition. Principles of Meat Science. Kendall/Hunt Publishing Company. USA. 250 pp.

Acevedo, S. M. 2004. Evaluación de los atributos principales de la calidad de la carne de res de origen local e importado según se ofrece al consumidor. Tesis de maestría. Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico. 81 p.

Alarcón, R. A. D. 2005. Industrialización de la carne de ovino. Cría de ovinos productores de carne en el norte de México. Tecno publicaciones S DE R.L.MI. 354 pp.

Alfonso, M. 2000. Caracterización sensorial y aceptabilidad de la carne de doce tipos ovinos representativos de distintos sistemas de producción europeos. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. 300p.

Arbiza, S. 2008. Base para la clasificación de las canales ovinas. [www.rumela.org/modules.php?news&file=article&sid=217](http://www.rumela.org/modules.php?news&file=article&sid=217).

Arteaga C., J. de D. 2003. La industria ovina en México. *In*: Memorias del primer simposium internacional de ovinos de carne. Desafíos y oportunidades para la ovinocultura en México ante los nuevos esquemas de mercado abierto. Pachuca de Soto, Hgo. 1-7 pp.

Arteaga, C.J de D. 2006. La industria ovina en México. Disponible en <http://www.inifap.gob.mx/noticia/> Memoria-Simposio ovino. 225 p

- Auclair E., 2001. Yeast as an example of the mode of action of probiotics in monogastric and ruminant species. In Brufau J. (ed). Feed manufacturing in the Mediterranean region. Improving safety: From feed to food. Zaragoza. 45-53 p.
- Bavera Ruiz, A. 2002. La industria cárnica ovina. Manual para la educación agropecuaria. Editorial Océano. México, D.F. p. 102-123.
- Beerman, D.H., T.F. Robinson, D.E. Hogue. 1995. Impact of composition manipulation on lean lamb production in the United States. J. Anim Sci. 73:2493-2502 pp.
- Beermann, D.H., 2009. ASAS Centennial paper: a century of pioneers and progress in meat science in the United States leads to new frontiers. J. Anim. Sci. 87: 1192– 1198 pp.
- Behrends J.M., W.B. Mikel, C.L. Armstrong y M.C. Newman. 2003. Color stability of Semitendinosus, semimembranosus, and biceps femoris steaks packaged in a high-oxygen modified atmosphere. Journal of Animal Sc. 81: 2230-2238 pp.
- Bianchi, G; Garibotto, G; Feed, O.; Bentancur, O; Franco, J. (2006). Efecto del peso al sacrificio sobre la calidad de la canal y de la carne de corderos Corriedale puros y cruza. Archivos de Medicina Veterinaria, vol. 38, núm. 2, 2006, pp. 161-165 pp.
- Blardony R. K. 2010. Utilización del ADM en corderos de pelo durante la lactancia y su efecto en el postdestete. Tesis de Maestría Colegio de Postgraduados.
- Bores Q., R. F. y C. A. Vega y M. 2003. La investigación pecuaria ante los retos y desafíos de la ovinocultura en México. Desafíos y oportunidades para la ovinocultura en México ante los nuevos



esquemas de mercado abierto. 17-19 de noviembre. Pachuca de Soto,Hgo. Pp: 80-95 pp.

Bourdon,R.M.1997.UnderstandingAnimalBreeding.PrenticeHall.UpperLadleRiver, Nj, USA. 523 p.

Calderón Agüero Jesús O. y Elías Iglesia Arabel., 2006. Contribución a la Suplementación Ovina con Pollinaza Fermentada (ADM) y cuatro niveles de Melaza. Instituto de Ciencia Animal (ICA). San José de la Lajas. Apt. 24. La Habana. Vol. VII, N° 10, Octubre/2006.

Cano, B. J., T. J. De Lucas, y R. G. Valenzuela. 2001. Crecimiento comparativo entre corderos alimentados en pastoreo y en corral de engorda. Memoria del segundo Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, XI Congreso Nacional de Producción Ovina. 22 al 25 de mayo. Mérida, Yucatán, México. 47 – 51 pp.

Cantú Basañez, J. E. 2007. La Rentabilidad de la Cría de ovinos en América Latina. Tercera Edición. Editorial Iberoamericana. Zaragoza. España. 34-45 pp.

Cañeque C. Sañudo C. 2005. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Madrid, España: Monografías INIA Serie Ganadera.130p.

Cañeque V. (2000). Metodología para el Estudio de la Calidad de la Canal y de la Carne en Rumiantes. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaría. Madrid. 81-90 pp.

- Consigli R. (2001) ¿Qué es la calidad de la carne?. 6ª Jornada El Negocio de la Carne. La Voz del Campo EEA INTA Manfredi. Universidad Católica de Córdoba. 5 p.
- Cuellar O. J. A. 2006. La producción ovina en México. Descripción general de la ovinocultura empresarial de occidente. Memorias de la Primera semana Nacional de ovinocultura en Tulancingo Hidalgo, México. 347 p.
- Curzaynz L. K. R. 2013. Calidad de la carne y comportamiento productivo de corderos alimentados con granos secos de destilería en la dieta. Tesis de Maestría Colegio de Postgraduados.
- De la Cruz, C. L., Torres H. G., Nuñez D. R., Becerril P. C. 2006. Evaluación de características productivas de corderos Hampshire, Dorset y Suffolk en pruebas de comportamiento, en Hidalgo, Mexico. *Agrociencia* 40:59-69 pp.
- De la Fuente Alvarado M., Díaz Tenorio L. M., Gassós Ortega L.E., Rivera Acuña F., Hernández Chávez J.F. 2013. Evaluación de dos métodos para la determinación de la capacidad de retención de agua en carne congelada de cordero producido en el estado de Sonora. In Memorias del II Congreso Nacional de Biotecnología y Ciencias Alimentarias”Hermosillo Sonora. 185-189 pp.
- De la Fuente J., M. Sánchez, C. Pérez, S. Lauzurica, C. Vleira, E. González de Chavarri, M. Díaz (2010). Physiological response and carcass and meat quality of suckling lambs in relation to transport time and stocking density during transport by road. *Animal*. 4(2): 250-258 pp.
- Díaz Q. V. 2010. Efecto del ADM en el comportamiento de ovinos en finalización en pastoreo suplementados con Sacchapulido. Tesis de Maestría Colegio de Postgraduados.

- Díaz-Arcos, F., J. Oliva-Hernández, J. A. Hinojosa- Cuellar. 2008. Efecto de la suplementación mineral con monensina sódica sobre la eficiencia productiva de corderas Pelibuey. En: Memoria XLIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Mérida, Yucatán, México. 201 p.
- Elías, A. y Herrera, F.R. 2008. Producción de alimentos para animales a través de procesos biotecnológicos sencillos con el empleo de microorganismos beneficiosos activados (MEBA). La Habana Cuba. 28 p.
- Elías, A., Ruiz, T., Castillo, E. & Hernández, J.B. 2005. Efecto del aumento en la presencia de leguminosas rastreras en un pastizal nativo sobre la fertilización y fracciones nitrogenadas en el rumen de toros en pastoreo. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 40, No. 3, 269 p.
- Esqueda, C. M.H. 2005. Producción de ovinos bajo condiciones de estabulación y pastoreo. Cría de ovinos productores de carne en el norte de México. Tecno publicaciones S DE R.L.MI. 152 p.
- Etherton, T.D., 2009. ASAS centennial paper: animal growth and development research, historical perspectives. J. Anim. Sci. 87: 3060–3064 pp.
- Forrest, J. C., E. D. Aberle, H. D. Hedrich, M. D. Hudge, and R. A. Merkel. 2001. Fundamentos de la ciencia de la carne. 2da Ed. Zaragoza, España. 365 p.
- Fox S., 1994. Probióticos en la nutrición animal. Mundo Porcino – No 17 Ene-Feb 1994. 28-32 pp.
- Frías J. C. Aranda., E. M. Ramos., J. A. Vázquez., Días P. (2011). Calidad y rendimiento en canal de corderos en pastoreo suplementados con

- caña de azúcar fermentada. *Avances en investigación agropecuaria*. 15(3):33-44 pp.
- Fuller R., 1989. Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bacteriol.* 66: 365-378 pp.
- García D., y F.J. Garza D. 2003. Efecto del Incremento de energía y/o proteína en dietas adicionadas con clorhidrato de zilpaterol para bovinos en finalización. XI Congreso AMENA y I del CLANA. Cancún, Quintana Roo, México. 436 p.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía. México. 91 p.
- Gay, J.F.R. 2000. V Curso de higiene y calidad de carne. Preservación de la calidad de la carne con manejo sanitario, eficiente en los animales destinados al abasto. División de Educación Continua. FMVZ. UNAM, México. 325 p.
- Geros, H., Cassio, F. & Leao, C. 2000. Utilization and transport of acetic acid in *Dekkera anomala* and their implications on the survival of the yeast in acidic environments. *J Food Prot* 63, 96–101 pp.
- Guillot J.F., 1998. Les probiotiques en alimentation animale. *Cahiers Agricultures*, 49-54 pp.
- Gómez, M. J. 2008. Alternativas de mercado para la carne ovina en México. Simposium Internacional, Producción de Carne Ovina. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 425 p.

- González, D. 2009. Empleo de un producto biológicamente activo (ADM) en las reproductoras y crías porcinas. Tesis presentada en opción al Título de Maestro en Producción Animal para la Zona Tropical. ICA. La Habana. 53 p.
- Goodwin, D. H. 1977. Producción y manejo del ganado vacuno para carne. Traducción de Pedro Ducar M. Editorial Acriva. Primera edición. Zaragoza, España. 218p.
- Grunert, K. G., Bredahl, L., BrunsÆ, K., 2004. Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector a review. *MeatSci.* 66:259- 272 pp.
- Guerrero, L. I., Ponce A. E, y M. L. Pérez. 2002. Curso práctico de tecnología de carnes y pescado. Universidad Metropolitana Unidad Iztapalapa. D.F., México. 171 p.
- Gutiérrez, B.R. 2005. Actividad probiótica de un producto biofermentado (VITAFER), en pollos de ceba. Tesis en Opción al Título de Maestro en Producción Animal para la Zona Tropical. ICA. La Habana. Cuba. 52 p.
- Gutiérrez, J. (2003). Carnes y derivados. En: Astiasaran, I.; Martínez, J., Alimentos. Composición y Propiedades. Madrid: Mc Graw Hill-Interamericana. 364 p.
- Hazan, R., Levine, A., &Abeliovich, H. 2004. Benzoic acid, a weak organic acid food preservative, exerts specific effects on intracellular membrane trafficking pathways in *Saccharomyces*. *Appl. Environ. Microbiol* 2004 vol. 70 no. 8 4449-4457 pp.

Herrera H. J. G., C. Lemus y A. Barreras. 2003. Mejoramiento genético animal. Un enfoque aplicado. 1ª edición. Colegio de postgraduados. Programa de ganadería. Montecillo. Texcoco, Edo de México. 151 p.

Higuera M.M. (2000) Variaciones en eficiencia productiva y rentabilidad de la empresa en tres explotaciones de ovino de pelo en Tamaulipas. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

[http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr\\_composition.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html).

Hui, Y. H, I. Guerrero y M. Rosmini. 2006. Ciencia y Tecnología de Carnes. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. Balderas 95, Mexico, DF. 634 pp.

Hulot, F. and J. Ouhayoun. 1999. Muscular pH and related traits in rabbits: a review. *WorldRabbitSci.* 7: 15-36 pp.

Jaramillo, L.E; Molinar, H.F; Leos, M. J.A; Hinojosa, A.M.C. 2008. Efecto de la dieta en corderos de lana y pelo sobre la ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y características de la canal. *Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ Volumen VI*, pp. 131-139 pp.

Johnson, B.J., K.Y. Chung, 2007. Alterations in the physiology of growth of cattle with growth-enhancing compounds. *Vet. Clin. Food Anim.* 23: 321–332 pp.

Jones, H.; Lewis, R.; Young, M. y Simm, G. 2006. Genetic parameters for carcass composition and muscularity in sheep measured by X-ray computer tomography, ultrasound and dissection *Livestock Production Science* 90 167–179 pp.

- Julián, R.M.C., Ramos Sánchez, R. L.B. 2007. Fermentación en estado sólido. Producción de alimento animal. Tecnología Química Vol. XXVII, No. 3. Universidad de Camagüey. 6 p.
- Kannan, G., C.B. Chawan, B. Kouakou y S. Gelaye. 2002. Influence of packaging Method and Storage Time on Shear Value and Mechanical Strength of Intramuscular Connective Tissue of Chevron. Journal of Animal Sc. 80: 2383-2389 pp.
- Kawas, G.J. 2005. Alimentación de ovinos en corrales de engorda. Memorias 3er ciclo de conferencia La producción ovina en Nuevo León. 176 p.
- Krishna C., 2005 Critical Solid-State Fermentation Systems-An Overview Reviewsin Biotechnology; ProQuest Agriculture Journals 30 p.
- Lara P., J., y A. Gutiérrez Y. 2004. IV Prueba de comportamiento en ovinos. Folleto. Asociación Ganadera Local de Ovinocultores de Querétaro. Querétaro, Qro. 9 p.
- Lehman, J.A. 1996. Performance Tested Ram Lambs. Bulletin.Iowa Ram Test Association.Purebred and ComercialEweLambs.Eldora, Iowa. 10 p.
- Lilly D.M., Stillwell RH., 1965. *Probiotics*.Growth promoting factors produced bymicro-organisms. Science 147:747–8.
- LjunghÅsa, WadströmTorkel E., 2009. Lactobacillus Molecular Biology: FromGenomics to Probiotics. CaisterAcademicPress. 206 p.
- López, R. V., y A. V. Casp. 2004. Tecnología de los mataderos. 1ra Ed. México, D. F. 430 p.

- Macedo R.E., Y. Castellanos (2004) Rentabilidad de un sistema intensivo de producción ovino en el trópico. *Avances en Investigación Agropecuaria* 8: 39-50 pp.
- Macías, C. U., V. F. D. Álvarez, G. J. Rodríguez, C. A. Correa, O.N. G. Torrentera, R. L. Molina y R. L. Avendaño. 2010. Crecimiento y características de canal en corderos Pelibueypuros y cruzados F1 con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. *Archivos de Medicina Veterinaria* 42 (3): 147-154. ISSN: 0301-732 pp. Valdivia, Chile.
- Mancini, R.A. y M.C.Hunt. 2005. Current research in meat color. *Meat Sc.* 71:100-121 pp.
- Medrano J. 2000. Recursos animales locales del centro de México. *Arch Zootec.* 49, (187): 385-390 pp.
- Miranda de la Lama, G.C., P. Monge, M. Villarroel, J.L. Olleta, S. Garcíabelenguer, G. A. María (2011) Effects of road type during transport on lamb welfare and meat quality in dry hot climates. *Tropical Animal Health Production* 43(5): 915-922 pp.
- Mitchell, D. A., Berovic M., Krieger, n., 2002, Overview of solid state bioprocessing. *Biotechnology Annual Review.* 8;183–225 pp.
- Nigam, P., Robinson, T., 2004. Solid state fermentation: An overview. *Handbook of fungal biotechnology.* CRC Press 2003. Print ISBN: 978-0-203-02735- 6.
- Olazarán J. S., Rojas R. O. 2001. Sistemas de producción con ovinos. En: *Simposios de la Reunión nacional de investigación pecuaria en México.* 2001:35-47 pp.



- Oliván, M.; Mocha, M.; Martínez, M.; García, M.; Noval, G.; Osorio, K. 2000. Análisis químico de la carne **In:** Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes Monografías INIA N.1 Madrid España.182-185 pp.
- Pandey, A., y Sumitra, R. 2005. Process Developments in Solid-State Fermentation for Food Applications.FoodBiotechnology, Second edition. CRC Print ISBN: 978-0-8247-5329-0
- Pandey, A., Soccol C. R., Rodríguez-León, J. A. and Nigam, P. 2001. Solid-state fermentation in biotechnology.Fundamentals and applications.Asiatech Publishers, Inc.New Delhi.221 p.
- Parker, R. B. 1974.Probiotics, the other half of the antibiotic story.Anim. Nutr.Health. 29:4-8 pp.
- Partida P. J. A., D. Braña, L. Martínez (2009). Desempeño productivo y propiedades de la canal de ovinos Pelibuey y sus cruzas con Suffolk o Dorset. Revista Tecnica Pecuaria México 47 (3): 313-322 pp.
- Partida PJA, Martínez R. L. 2010. Composición corporal de corderos Pelibuey según la concentración energética de la dieta y el peso de sacrificio. Vet. Méx., 41 (3). 14 p.
- Peñuñuri MJF, Velázquez CJ, Corella RR, Torrescano UGR, Ortega GC (2007). Comportamiento productivo, características de la canal en corderos criollos alimentados en corral en Hermosillo, Sonora México [resumen]. Reunión nacionalde investigación pecuaria. 2007:237 p.
- Pérez P. M., Maino M. M., Köbrich C. G., Sol M. M. S., Pokniak P. R. 2007. efecto del peso de sacrificio y sexo sobre la canal de corderos

lactantes del cruce Suffolk down x merino precoz alemán. Revista científica, FCV-LUZ/Vol. XVII, N° 6, 621-626 pp.

Pérez, G.N., Torrado A. A., Lopez M.C., Pastrana, L. 2003. Main characteristics and applications of solid substrate fermentation. *Electronic journal of Environment, Agricultural and Food Chemistry*. ISSN : 1549-4377.

Pollmann D. S., 1992. Probiotics in swine diets. In: D.A. Leger and S. K. Ho (Ed.) *Proceedings of the International Round Table on Animal Feed Technology*. Biotechnology-Research and Scientific Regulation. AgricultureCanada, Ottawa. 65-74pp.

Ranken, M. D. 2003. Manual de la industria de la carne. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. 16 – 54 pp.

Rodríguez G. H., Susin I., Vaz A. P., Quirino C. M., Shibata F. U., Contreras C. J. C. 2008. Polpa cítrica emrações para cordeiro em confinamento: características da carcaça e qualidade da carne. *R. Bras. Zootec.*, 37(10)1869-1875 pp.

Roe, A. J., Byne, C., McLaggan, D. & Booth, I. R. 2002. Inhibition of *Escherichia coli* growth by acetic acid: a problem with methionine biosynthesis and homocysteine toxicity. *Microbiology*. 148:2215 p.

Romero M. A. M. 2011. Efecto del clorhidrato de ractopamina en el comportamiento productivo y características de carne de ovinos en finalización. Tesis de Maestría Colegio de Postgraduados.

Ruiz DE Huidobro, F.; Miguel, E.; Cañeque, V.; Velasco, S. 2005. Conformación, engrasamiento y sistemas de clasificación de la canal ovina In: Cañeque, V.; Sañudo, C. Estandarización de metodologías

para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en rumiantes. INIA. Madrid, España. 145-169 pp.

Ruiz F, Cañete V, Lauzurica S, Velasco S, Pérez C, Onega E (2005). Sensory characterization of meat texture in suckling lambs methodology. En: Libro de resúmenes de los trabajos publicados en la Facultad de Veterinaria de La Universidad Complutense de Madrid 245-256 pp.

Ruiz L, Rodríguez, J; Rodríguez H; Contreras, E. 2007. Diseño de birreactores para la fermentación en medio sólido. Revista Mexicana de ingeniería química. Volumen 6 Número 001 33-40pp.

SAGARPA, 2012. Producción Anual Pecuaria en México. Centro de Estadística Agropecuaria. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/publicacion.htm>.

Sancho, R. 2004. VI Taller de indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericana/Interamericano. Buenos Aire, Argentina. 39 pp.

Sanders M. E., 2003. Probiotics: considerations for human health. Nutr. Rev. 61:91-99 pp.

Sañudo, C.; Macie, E.S.; Olleta, J.L.; Villarroel, M.; Panea, B. and Albertí, P. (2004). The effects of slaughter weight, breed type and ageing time on beef meat quality using two different texture devices. Meat Science 66: 925-932 pp.

Sañudo, C., Sanchez, A., y alfonso, M. 1998a. Small Ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. In 44th International congress of Meat Science and Technology., pp. 20-47, Barcelona, Spain.

- Shorthose, W.R., Powell, V.H. and Harris, P.V. 1986. Influence of Electrical Stimulation, Cooling Rates and Aging on the Shear Force Values of Chilled Lamb. *Journal of Food Science* 51 (4): 889-893 pp.
- SIAP, 2012. Población ganadera. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=21&Itemid=330](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=21&Itemid=330).
- Sillence, M.N., 2004. Technologies for the control of fat and lean deposition in livestock. *Vet. J.* 167:242–257 pp.
- Simm G. 1992. Selection for lean meat production in sheep. In Speedy A. W. (Ed.) *progress in sheep and goat research*. C. A. B. International. Great Britain. Pp: 193-215 pp.
- Simm, G.; Lewis, R.; Collins, J.E. y Nieuwhof, G.J. 2001. Use of sire referencing schemes to select for improved carcass composition in sheep. *J. Anim. Sci.* 79 (E. Suppl.), E255- E259.
- Snowder, G.D., H.A. Glimp y R.A. Field. 1994. Carcass characteristics and optimal slaughter weights in four breeds of sheep. *J. Anim. Sci.* 72:932-937 pp.
- Solís, R. J. 2002. Pruebas de comportamiento genético en ovinos. Memorias del VII concurso base de cría ovina. AMTEO. 12 -14 septiembre. Toluca, edo. México. 1- 13 pp.
- Surak J. 1996. Un solo sistema no es suficiente para alcanzar la calidad total. *Carnetec* 5:24-27 pp.
- Teixeira L. D., G. C. Miranda-de la Lama, M. Villarroel, S. García-Belenguer, C. Sañudo, and G. María A. 2012. Effect of Straw on lamb welfare,

production performance and meat quality during the finishing phase of fattening. *Meat Science*. 92:829-836 pp.

Torres R. J. C. 2013. Pruebas de crecimiento y calidad de la carne de ovinos Hampshire-Suffolk y Pelibuey. Tesis de Maestría Colegio de Postgraduados.

Torres, V.A. 1998. 7<sup>a</sup>. Reunión Anual (CONASA), “La Sanidad Animal responsabilidad compartida de los mexicanos”. Seguridad e la producción de la carne y derivados. Septiembre, México. 124 p.

Vázquez E. T., Partida J. A., Rubio M. S. L., Méndez D. M. 2011. Comportamiento productivo y características de la canal en corderos provenientes de la cruce de ovejas Katahdin con machos de cuatro razas cárnicas especializadas. *Revista Mexicana Ciencia Pecuaria*. 2 (3):247-258 pp.

Vergara, H. y Gallego, L. 2000. Effect of electrical stunning on meat quality of lamb. *Meat Science* 56: 345 – 349 pp.

Villalobos, M. 2001. Estabulación y Semiestabulación de Ganado de Carne: Análisis Económico e Impacto Ambiental. Curso de Aspectos Socioeconómicos del Desarrollo Sostenible. San José C.R. Universidad de Costa Rica. Programa de Doctorado en Sistemas de Producción Agrícola Tropical Sostenible.

Warris PD. *Ciencia de la carne*. Zaragoza, España: Ed. Acribia; 2003. 320 p.

Young, J. F., A. H. Karlsson, and P. Henckel. 2004. Water-holding capacity in chicken breast muscle is enhanced by pyruvate and reduced by creatine supplements. *Poult. Sci*. 83: 400–405 pp.

Zapata, J.F.F., Seabra, L.M.J., Nogueira, C.M. 2000. Estudio de la calidad de carne de ovino en el Noreste de Brasil: propiedades físicas y

sensoriales. Ciencia y Tecnología de alimentos. V.20 N. 2, P. 274-277 pp.

Zhang, S.X., Farouk, M.M., Young, O.A., Wieliczko, K.J. and Podmore, C. 2005. Functional stability of frozen normal and high pH beef. Meat Sci. 69:765- 772 pp.