



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD  
GANADERÍA**

## **INCLUSIÓN EN LA DIETA DE UN INÓCULO DE LACTOBACILOS Y LEVADURAS Y SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO DE CORDEROS LACTANTES**

**JOSÉ OCTAVIO LÓPEZ RODRÍGUEZ**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OPTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

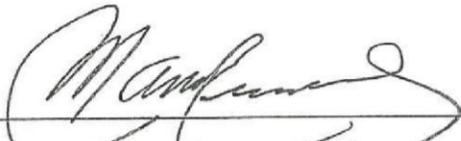
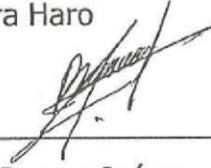
**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO**

**2015**

La presente tesis, titulada: **Inclusión en la dieta de un inóculo de lactobacilos y levaduras y su efecto en el crecimiento de corderos lactantes**, realizada por el alumno: **José Octavio López Rodríguez**, 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 GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD  
GANADERÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO	 _____
	Dr. Juan Manuel Cuca García
ASESOR	 _____
	Dr. José G. Herrera Haro
ASESOR	 _____
	Dr. Jesús Alberto Ramos Juárez
ASESOR	 _____
	Dr. Cándido Enrique Guerra Medina

Montecillo, Texcoco, Estado de México, julio de 2015

## RESUMEN

# INCLUSIÓN EN LA DIETA DE UN INÓCULO DE LACTOBACILOS Y LEVADURAS Y SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO DE CORDEROS LACTANTES

José Octavio López Rodríguez, MC.

Colegio de Postgraduados, 2015

Se realizó un estudio para evaluar el efecto de incluir un inóculo de lactobacilos y levaduras en el consumo de materia seca (CMS), ganancia diaria de peso (GDP), cambio de peso vivo (CPV), conversión alimenticia (CA), frecuencia de diarreas, pH, concentración de bacterias ácido lácticas, *E. coli* y levaduras en corderos lactantes. Se utilizaron 24 corderos, 12 machos y 12 hembras Pelibuey x Dorper con un peso vivo inicial de  $8.0 \pm 0.33$  kg, hijos de hembras de primer parto con 12 meses de edad. Los corderos fueron alojados en corrales de  $1 \text{ m}^2$ , con comederos y bebederos individuales. Se realizó un experimento usando seis corderos por tratamiento en un diseño de bloques completos al azar, en el cual se compararon cuatro diferentes niveles de un inóculo de lactobacilos y levaduras en el alimento: T1:  $0.0 \text{ mL kg PV}^{-1}$ , T2:  $3.0 \text{ mL kg PV}^{-1}$ , T3:  $6.0 \text{ mL kg PV}^{-1}$  y T4:  $9.0 \text{ mL kg PV}^{-1}$ . El experimento duró 87 días: 17 días de adaptación a la dieta y 70 días de evaluación. Los resultados de CMS, GDP, CPV y CA fueron similares entre tratamientos. La concentración de bacterias ácido lácticas y levaduras en T4 fue superior a los demás tratamientos; la concentración de *E. coli* fue menor en los animales donde se adicionó el inóculo con respecto al tratamiento testigo, diferencias debidas probablemente a una mayor colonización de microorganismo benéficos en el rumen.

**Palabras clave:** ovinos, crecimiento pre destete, probióticos.

## ABSTRACT

### INCLUSION OF LACTOBACILLI AND YEASTS INOCULUM INTO THE DIET AND ITS EFFECT ON THE GROWTH OF NURSING LAMBS

José Octavio López Rodríguez, MC.

Colegio de Postgraduados, 2015

A study was done to evaluate the effect of including a lactobacilli and yeasts inoculum on dry matter intake (DMI), daily weight gain (DWG), change of live weight (CLW), food conversion (FC), frequency of diarrhea, pH, concentration of lactic acid bacteria, *E. coli*, and yeasts in nursing lambs. We used 24 lambs, 12 male and 12 female, Pelibuey x Dorper, with an initial live weight of  $8.0 \pm 0.33$  kg, all from first birthing, 12-month old ewes. The lambs were kept in 1 m<sup>2</sup> pens with individual feeding troughs and water supply. The experiment was done using six lambs per treatment in a completely random block design. Four different levels of the lactobacilli and yeasts inoculum were compared: T1: 0.0 mL kg LW<sup>-1</sup>, T2: 3.0 mL kg LW<sup>-1</sup>, T3: 6.0 mL kg LW<sup>-1</sup> y T4: 9.0 mL kg LW<sup>-1</sup>. The experiment lasted 87 days: 17 days to adapt to the diet and 70 days for evaluation. The results in DMI, DWG, CLW, and FC were similar among the treatments. The concentration of lactic acid bacteria and yeasts in T4 was higher than in the other treatments; *E. coli* concentration was lower in the animals with the inoculum with respect to the control treatment. These differences were probably due to a greater colonization of beneficial microorganisms in the rumen.

**Key words:** sheep, pre-weaning growth, probiotics.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco principalmente a Dios por darme la vida y permitir compartir momentos maravillosos y felices con todos los seres vivos que me rodean.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por apoyarme económicamente para realizar mis estudios de maestría.

Al Colegio de Postgraduados (COLPOS) por darme la oportunidad de estudiar la maestría.

Agradezco al Dr. José G. Herrera Haro por su apoyo incondicional para realizar esta tesis de maestría, por brindarme su amistad, confianza, comprensión y por su capacidad de motivación para guiarme en el desarrollo de este trabajo y ser un mejor profesionista. Le agradezco también el haberme facilitado los medios para llevar a cabo las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis y consejos dados en este periodo.

Al Dr. Juan Manuel Cuca García por su importante participación en el desarrollo de esta tesis. Por brindarme su confianza, apoyo incondicional para facilitarme los medios para llevar a cabo este trabajo, disponibilidad, paciencia en mi formación académica y en la realización de la presente investigación.

Al Dr. Enrique Guerra Medina por su apoyo, su amistad, compañerismo, confianza, motivación para ser mejor en la vida, por su aporte de conocimientos y experiencias para mejorar esta tesis.

Al Dr. Jesús Alberto ramos Juárez por sus aportes importantes y conocimientos para realizar este trabajo.

Al Dr. Jaime Gallegos por facilitarme los animales e instalaciones para poder desarrollar la investigación.

Al Dr. Mario Antonio Cobos Peralta por su apoyo, conocimientos y facilidades para trabajar en el laboratorio del programa de ganadería.

Especialmente a mis amigos y compañeros de trabajo: Francisco Cigarroa, Alejandro Ernesto Ruíz Pereira, Gema Cruz, Yuridia Bautista, Danilo Granados, Luis Zenteno, Jorge, por brindarme su amistad que nunca olvidaré.

## DEDICATORIAS

A mis padres. Serafín López Castañeda e Irma Rodríguez Jiménez que siempre me han brindado su apoyo incondicional, confianza, enseñanzas, consejos que me han brindado y por haberme dado la vida.

A mi dulce, tierna y querida esposa Claudia Emilia Zúñiga Arrezola que es una mujer encantadora que siempre me ha acompañado en todo momento, apoyándose con sus consejos y motivación para realizar esta tesis.

A mi linda, tierna y pequeña hija Claudia Camila López Zúñiga que es un amor y que siempre me motiva para ser el mejor padre.

## CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	2
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b> .....	2
<b>HIPÓTESIS</b> .....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. Producción y demanda de carne de ovino en México .....	3
2.2. Sistemas de producción ovina en México .....	3
2.3. El sistema digestivo en el pre rumiante .....	4
2.4. Microbiología del sistema digestivo en pre rumiante .....	6
2.4.1. Desarrollo de la población bacteriana .....	6
2.4.2. Desarrollo de población de protozoarios .....	7
2.5. Factores de crecimiento para la flora microbiana del rumen .....	8
2.5.1. Limitación de nutrientes .....	8
2.5.2. Efectos de la dieta.....	8
2.5.3. Influencia de pH .....	9
2.5.4. Efecto de los antibióticos.....	9
2.5.5. Ácidos orgánicos.....	10
2.6. Requerimientos nutritivos en corderos .....	11
2.7. Importancia de la alimentación en corderos pre destete .....	12
2.8. Probióticos.....	13
2.9. Función y mecanismo de acción de los probióticos.....	14
2.10. Lactobacilos en pre rumiantes.....	16
2.11. Levaduras en pre rumiantes .....	17
2.12. Concentración de coliformes en heces, asociado a diarreas .....	18
2.13. Cultivo de microorganismos vivos en nutrición animal .....	19

2.14. Inóculo de lactobacilos y levaduras .....	20
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1. Localización del experimento .....	21
3.2. Animales y manejo .....	21
3.3. Tratamientos experimentales .....	22
3.4. Variables evaluadas. ....	24
3.4.1. Consumo de materia seca (CMS) .....	24
3.4.2. Ganancia diaria de peso (GDP) .....	25
3.4.3. Cambio de peso vivo (CPV) .....	25
3.4.4. Conversión alimenticia (CA) .....	26
3.4.5. Frecuencia de diarreas.....	26
3.4.6. pH ruminal.....	26
3.4.7. Conteo de bacterias ácido lácticas, <i>E. coli</i> y levaduras en heces .....	27
3.5. Análisis estadístico .....	29
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>31</b>
<b>V. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>40</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>41</b>

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Composición del alimento iniciador para corderos en etapa lactante. ....	23
Cuadro 2. Ingredientes utilizados para preparar el inóculo de lactobacilos y levaduras.	24
Cuadro 3. Composición química del alimento iniciador según variable. ....	31
Cuadro 4. Medias y errores estándar (EEM) de variables evaluadas en una prueba de crecimiento de corderos lactantes, según tratamiento (T) y periodo (P). ....	32
Cuadro 5. Concentración de bacterias ácido lácticas, <i>E. coli</i> y levaduras en heces frescas g <sup>-1</sup> de corderos lactantes. ....	39

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Corderos Pelibuey x Dorper utilizados en la Investigación.....	22
Figura 2. Corderos lactantes Pelibuey x Dorper consumiendo alimento .....	25
Figura 3. Lectura de pH del contenido ruminal de corderos lactantes.....	27
Figura 4. Consumo de materia seca de corderos Pelybuey x Dorper en etapa lactante suplementados con un inóculo de lactobacilos y levaduras .....	33
Figura 5. Ganancia diaria de peso en corderos Pelybuey x Dorper en etapa lactante suplementados con un inóculo de lactobacilos y levaduras .....	34
Figura 6. Conversión alimenticia de corderos Pelybuey x Dorper en etapa lactante suplementados con un inóculo de lactobacilos y levaduras .....	35
Figura 7. Frecuencia de diarreas en corderos lactantes suplementados con un inóculo de lactobacilos y levaduras .....	37
Figura 8. pH de líquido ruminal en corderos Pelibuey x Dorper lactantes suplementados con un inóculo de lactobacilos y levaduras .....	38

## I. INTRODUCCIÓN

La oferta de carne de ovino en México es insuficiente para cubrir su demanda, lo cual obliga al país a importar de manera sistemática, tanto ganado en pie para sacrificio como carne congelada, por lo tanto es necesario desarrollar estrategias que permitan intensificar los sistemas productivos. La producción de corderos para el abasto en confinamiento, con dietas altas en granos y cubriendo sus requerimientos nutricionales, representa una gran oportunidad para intensificar los sistemas de producción ovina, desde la cría hasta la finalización (Acero, 2002). Para que el sistema actual sea competitivo, es necesario cambiar los sistemas de alimentación tradicionales, mejorando el manejo, la nutrición y la salud de los animales. El periodo de crianza es una parte delicada del manejo de un rebaño debido a la mortalidad de corderos alrededor del parto, lo que ocasiona pérdidas económicas importantes. El impacto que la mortalidad neonatal ejerce sobre la productividad ha sido documentado en diversas condiciones productivas, en los sistemas intensivos existen evidencias de muertes de corderos antes del destete cercanas al 10% (Malik *et al.*, 1998), mientras que en sistemas extensivos, las pérdidas llegan a ser de 40% (Macedo *et al.*, 2010). Estudios mencionan que los procesos infecciosos (Hernández *et al.*, 1985; Sharif *et al.*, 2005; Aldomy y Abu Zeid, 2007), trastornos de tipo nutricional y metabólicos (Ramírez *et al.*, 2004) representan la principal causa de mortalidad. Por ello, en la actualidad se elaboran dietas que cubren las necesidades nutricionales de las diferentes etapas de los animales y se suministra también en forma directa, compuestos y microorganismos que modifican, fortalecen las condiciones del sistema digestivo, incrementan la utilización de los alimentos consumidos y reducen los efectos metabólicos desfavorables. Dentro de estos productos se encuentran los probióticos, que son aditivos elaborados como suplementos alimenticios

a base de microorganismos vivos (Cuca *et al.*, 2009). Con el fin de evaluar un inóculo a base de lactobacilos y levaduras en el crecimiento de corderos lactantes, en el presente estudio se planteó el siguiente objetivo.

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar un inóculo de lactobacilos y levaduras obtenido por fermentación líquida sumergida, en el crecimiento de corderos lactantes.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Conocer el efecto de un inóculo de lactobacilos y levaduras en variables productivas y frecuencia de diarreas de corderos lactantes.
2. Conocer el grado de colonización de bacterias ácido lácticas, *E. coli* y levaduras en el tubo gastrointestinal de corderos lactantes.

### **HIPÓTESIS**

La inclusión de un inóculo de lactobacilos y levaduras a corderos lactantes mejora las variables productivas y disminuye la frecuencia de diarreas.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Producción y demanda de carne de ovino en México**

La explotación ovina es común en todo el país, de ahí su importancia, sin embargo, la ovinocultura nacional no cubre la demanda de carne, debido a que los modelos productivos prevalecientes, en su gran mayoría tienen índices de producción muy bajos. Durante 2013 la producción de ovinos en pie fue de 113,342 toneladas, consecuencia de un incremento de 6.06% durante los últimos cinco años, que representó 7,019 toneladas de carne (SIAP, 2015). Este crecimiento obedece a la demanda actual de carne de borrego en los principales centros de consumo del país: Estado de México, Distrito Federal, Tlaxcala, Puebla, Hidalgo, Jalisco, Querétaro y Guanajuato. Esta demanda se cubre con importaciones de carne de menor calidad de Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos. En México existen las condiciones necesarias para ser eficiente la producción de ovinos, para ello es necesario la aplicación de nuevas tecnologías, utilización de ingredientes de alto valor nutritivo y asesoría técnica a los productores con el objetivo de cubrir la demanda nacional de carne de ovino (Acero, 2002).

### **2.2. Sistemas de producción ovina en México**

La ovinocultura se realiza en sistemas de producción extensivo, intensivo y semi intensivo (Arteaga, 2003). El sistema extensivo, es el que predomina en México, el cual consiste en el pastoreo de animales en agostaderos, cuya inversión de capital en alimentación, sanidad e infraestructura es mínima y generalmente se cuenta con la participación de mano de obra familiar, lo que permite bajos costos de producción por kilogramo de cordero. En este sistema las prácticas de suplementación alimenticia son

nulas, la ingesta de minerales es deficiente, el valor nutricional de los pastizales y esquilmos agrícolas es bajo, los periodos largos de sequía provocan desequilibrios nutricionales que llegan a causar mortalidad de los animales, lo cual se agudiza debido a malas y escasas prácticas sanitarias y de alimentación. En el sistema intensivo, se cuenta con una importante inversión de capital en infraestructura y equipos, el valor de la tierra es elevado y la mano de obra es asalariada. La alimentación se caracteriza por realizarse en confinamiento total, desde el nacimiento del cordero hasta la engorda en corral. Este sistema, hasta hace 10 años era poco común, sin embargo, hoy en día es una de las actividades que se practica con mayor frecuencia, cuya alimentación se basa en dietas altas en granos y se proporcionan ingredientes de alto valor proteínico, que cubren sus requerimientos nutricionales. Este sistema se caracteriza por la aplicación de programas definidos de medicina preventiva, reproducción, alimentación y en muchas ocasiones de mejora genética (Arteaga, 2008).

### **2.3. El sistema digestivo en el pre rumiante**

El aparato digestivo de los rumiantes al nacer funciona muy parecido al de los no rumiantes, debido a que el rumen no está desarrollado fisiológicamente. Anatómicamente el rumen se desarrolla a partir de la porción no secretora del estómago (Church, 1979). El desarrollo del rumen implica, la implantación de la masa microbiana y la capacidad de absorción de nutrientes. El tiempo que tardan los animales en desarrollar anatómica y funcionalmente el rumen determina el ritmo al que los procesos digestivos pasan a depender de las enzimas producidas por el animal, a la relación simbiótica que se establece con los microorganismos ruminales (Ørskov, 1988). La absorción de los

productos finales de la fermentación depende del correcto desarrollo de las papilas del epitelio y de una abundante circulación capilar.

El contacto continuo de los ácidos grasos volátiles (AGVs), especialmente del butírico y el propiónico, con el epitelio estratificado del rumen estimula el desarrollo de las papilas y junto con la presencia del dióxido de carbono, estimulan el flujo sanguíneo hacia el epitelio (Booth y McDonald, 1988). En corderos recién nacidos las dimensiones de los pre-estómagos representan aproximadamente el 40%, no llegan a superar a las del abomaso, la población de microorganismos fermentativos es casi nula, el desarrollo de las papilas retículo-ruminales y las láminas omasales es muy lento. Esto es debido a una falta de desarrollo de los pre-estómagos en el recién nacido, que es considerado un no rumiante mientras sea lactante. La leche pasa directamente desde el esófago hacia el canal omasal gracias a una estructura funcional ubicada en la pared del retículo: la gotera esofágica o surco reticular. Esta estructura, formada por dos labios que se cierran formando un canal, permite que en el momento en que el cordero se alimenta, la leche fluya directamente hacia el omaso y abomaso, sin caer en el retículo rumen. Los componentes de la leche (lactosa, caseína) son degradados por enzimas presentes en la saliva, abomaso e intestino.

Church (1993) menciona que los órganos del conducto digestivo aumentan de peso en sus tejidos desde el momento de la primera diferenciación en el embrión hasta que el animal es adulto. Durante el inicio del crecimiento fetal el desarrollo del pre-estomago es mayor que el abomaso, sin embargo, al aproximarse el momento del nacimiento el peso del abomaso es igual a los tres pre-estómagos, el tejido del aparato digestivo representa el 2.4% del peso corporal del feto ovino próximo al nacimiento,

posteriormente aumenta hasta 5.7% a las 9 semanas de edad y disminuye 3.6 % en un animal adulto. Los órganos que aumentan con mayor rapidez durante las primeras semanas de vida son el pre-estómago y el intestino delgado, el resto de los demás órganos del aparato digestivo aumentan de peso con menor rapidez. El aumento de tamaño del rumen y retículo del pre rumiante depende del consumo de alimento sólido en las primeras semanas de vida. El pre-estómago del cordero aumenta de 0.4% a 1.7% y el intestino delgado de 1.1% a 2.6% del peso corporal entre el nacimiento y 9 semanas de edad. Oh *et al.* (1972) mencionan que el crecimiento rápido del pre-estomago comienza en el momento que el pre rumiante comienza a ingerir alimentos sólidos, el rumen del pre rumiante al nacer es pequeño y flácido con papilas rudimentarias que le confieren a la mucosa una textura lisa, el retículo es un pequeño saco elástico, el omaso es una pequeña estructura bulbosa con papilas cónicas y rudimentarias, sin embargo, el abomaso aparece bien desarrollado al nacer con presencia de pliegues característicos de un animal adulto. El desarrollo normal del pre-estomago depende de la disponibilidad e ingestión de alimentos sólidos y un crecimiento rápido es consecuencia de la expansión del pre-estomago, desarrollo epitelial e iniciación de la rumia, lo cual se logra al introducir a él rumen cereales y subproductos de fácil fermentación Church (1993).

## **2.4. Microbiología del sistema digestivo en pre rumiante**

### **2.4.1. Desarrollo de la población bacteriana**

El rumiante recién nacido queda expuesto a muchas poblaciones microbianas diferentes durante el parto y contribuyen al establecimiento de una población microbiana gastro-intestinal, estas bacterias y protozoarios se encuentran en: la vagina de la madre, bolo alimenticio, estiércol, lugar de alojamiento, flora ambiental, ubre, leche y alimento.

Alimentos ingeridos y contacto de animal con animal son de los factores más importante para el establecimiento de una población microbiana en el rumen, (Ducluzeau, 1983). Estudios realizados con corderos por Mueller *et al.* (1984) encontraron que *Streptococcus bovis* fue la bacteria predominante en el rumen de los corderos de una semana de edad, *Bacteroides fragilis* y *Clostridium* representando el 15- 20%, a la semana 2 *Streptococcus bovis* disminuyó hasta 15% y *Bacteroides sp.* Aumentó 55%. *Butyrivibrio fibrisolvens* aparecen en 25% a las dos semanas de edad. *Selenomonas ruminantium* y *Ruminococcus flavefaciens* se encuentran a las 4 semanas de edad, *Bacteroides ruminicola* y *Succinivibrio dextrinosolvens* aparecen a la 6 semana de edad. Al igual que terneros el cambio de especies predominantes en rumen se desarrolla en corderos a la 6 semana de edad.

#### **2.4.2. Desarrollo de población de protozoarios**

El establecimiento de la población de protozoarios ciliados depende especialmente de la presencia de otros animales que ya los contengan en el rumen, la transferencia normal en los animales jóvenes se realiza mediante la transmisión con saliva, bolos alimenticios, consumo de alimento o a través del aire. Se han detectado en animales jóvenes con una semana de edad, aunque su establecimiento permanente tarda más tiempo en producirse, el retraso de establecimiento se debe a las características ácidas de la fermentación. Los protozoarios son sensibles a pH bajo, el consumo de alimentos con menor capacidad para fermentar (forrajes) incrementa la secreción de saliva, ocasionando que el pH del rumen se vuelva alcalino y pueden establecerse. *Entodinia* se establece a pH de 6.0, *Holotricos* y *Ophryoscolecidos* requieren un pH mínimo de 6.5. Los niveles de protozoarios correspondientes a un animal adulto se

alcanzan en el rumen entre las 5 y 9 semanas de edad dependiendo del alimento ingerido (Yokoyama y Johnson, 1993).

## **2.5. Factores de crecimiento para la flora microbiana del rumen**

### **2.5.1. Limitación de nutrientes**

En el rumen se pueden presentar periodos con limitación de nutrientes, los microorganismos que habitan en el rumen muestran distinta capacidad de supervivencia, algunos mueren rápidamente, especialmente protozoarios y pueden desaparecer de la población del rumen. Cuando se produce agotamiento de energía, *Selenomonas ruminantium* tiene un tiempo de supervivencia de 2.5 h, tiempo para que el 50% de la población viable inicial sea no viable, mientras que *Megasphaera elsdenii* tiene tiempo de supervivencia de 3-5 h. La presencia de materiales que se degradan lentamente, como celulosa y hemicelulosa podrían mantener a muchas especies. Cuando la energía es el factor limitante, *Selenomonas ruminantium* cambian su metabolismo hacia mayores rendimientos de energía, determinando la producción de lactato, propionato y acetato, sin embargo, cuando el N es el factor limitante hay mayor gasto de energía para incorporar N. Las especies bacterianas predominantes tienen bajas constantes de saturación por amoníaco y son eficientes en la utilización del mismo (Schaefer *et al.*, 1980).

### **2.5.2. Efectos de la dieta**

EL cambio de dieta impone al animal un periodo de transición en la población microbiana del rumen, por lo que las proporciones entre las distintas especies del rumen cambiarán su equilibrio para adaptarse mejor al cambio de dieta, esto es conocido como una adaptación en la población. Los cambios frecuentes en la población del rumen y en

la fermentación son debido a la inclusión de grandes cantidades de carbohidratos que fermentan con facilidad. El consumo de dietas altas en carbohidratos determina una serie de cambios en la población microbiana del rumen durante el periodo de adaptación, de forma específica en bacterias que producen y utilizan lactato. Las bacterias que utilizan lactato sensible a pH ácido, como *Veillonella* y *Selenomonas*, son remplazadas por otras que utilizan lactato y son resistentes al ácido tales como *Anaerovibrio*, *Propionibacterium* y *Megasphaera*. Las bacterias amilolíticas, como *Bacteroides*, son sustituidas por otras productoras de lactato como *Lactobacillus*, *Eubacterium* y *Streptococcus* (Yokoyama y Johnson, 1993).

### **2.5.3. Influencia de pH**

El pH en el rumen es uno de los factores más variable que puede influir sobre la población microbiana. El crecimiento de las bacterias predominantes en el rumen variará con pH (Therion *et al.*, 1982). Las bacterias celulolíticas y metanógenas se afectan cuando el pH del rumen desciende por debajo de 6. También protozoarios del rumen se afectan por el descenso del pH determinado por un consumo excesivo de concentrados en la dieta, manteniendo un pH arriba de 5.5 pueden aparecer en el rumen protozoarios, principalmente *Isotricha* y *Entodinia*. *Holotricos* son más susceptibles a descensos de pH.

### **2.5.4. Efecto de los antibióticos**

Muchos antibióticos tienen efecto sobre el número de bacterias que habitan en el rumen, la administración de tilosina a ovejas ha demostrado que duplica la concentración de protozoos en el rumen, disminuye el número de bacterias y concentración total de ácidos grasos volátiles. Los ionóforos se utilizan para alterar la fermentación en el rumen y mejorar la eficiencia de utilización del alimento, influyen sobre la fermentación del rumen

al incrementar la proporción molar de propionato, reducir la metanogénesis, e inhibir la proteólisis. Bajas concentraciones de ionóforos inhiben bacterias gram-positivas (*Ruminococcus albus*, *R. flavefaciens* y *Butyrivibrio fibrisolvens*). La avoparcina, un antibiótico glicopéptido, ejerce un efecto similar a la de los ionóforos sobre la población microbiana del rumen (Church, 1993).

### **2.5.5. Ácidos orgánicos**

Los ácidos orgánicos forman parte de los tejidos del animal, debido a que son productos intermedios de ciclos metabólicos y algunos de ellos son también producidos en el aparato digestivo de los animales durante los procesos de fermentación. En los animales rumiantes, los hidratos de carbono de la ración se degradan en el rumen hasta transformarse en piruvato que es utilizado por los microorganismos para producir ácidos grasos volátiles, principalmente acético, propiónico y butírico. Los ácidos fumárico y málico son productos intermedios de una de las vías metabólicas por las cuales el piruvato se transforma en ácido propiónico, el cual es absorbido en el rumen y transportado al hígado, donde se sintetiza la glucosa. En estudios *in vitro* (Russell y Van Soest, 1984) observaron que los microorganismos ruminales son capaces de fermentar concentraciones 7.5 mM de malato en menos de 24 horas. Nisbet y Martin (1990a, 1991b) observaron que la adición de fumarato y malato (10 mM) a cultivos puros de *Selenomonas ruminantium* duplicaba su crecimiento. Esta bacteria puede llegar a representar hasta la mitad del total de bacterias viables en el rumen de animales que reciben dietas con proporciones altas de concentrados además, muchas de sus subespecies pueden utilizar ácido láctico como fuente de energía y en algunos estudios se observó que, tanto el fumarato como el malato, favorecen la captación y utilización del ácido láctico por *S.*

*ruminantium* (Nisbet y Martin, 1990a). En otro estudio *in vitro* se observó disminución de concentraciones de ácido láctico al utilizar fumarato o malato como aditivos (Carro *et al.*, 1999; López *et al.*, 1999; Carro y Ranilla, 2003) y aumento de pH. *S. ruminantium* metaboliza el ácido láctico hasta ácido propiónico. En corderos de cebo, Garín *et al.* (2001) observaron mejor conversión alimenticia al incluir como aditivo una mezcla de levaduras y malato sódico. Flores (2004) observó que la suplementación con malato, a niveles del 0.2% en el alimento de corderos, aumentó la ganancia de peso y mejoró la conversión alimenticia en animales consumiendo cereales granulados, con altos niveles de maíz, cebada y paja *ad libitum*, también al incluir el malato redujo la gravedad de la paraqueratosis ruminal, aumentó el número de las papilas ruminales y la digestibilidad del alimento. Sin embargo, Carro *et al.* (2006) no observaron efectos de la suplementación con malato, a niveles del 0.4 y 0.8%, en corderos de engorda que recibían alimento con 50% de cebada. En experimentos *in vitro*, se ha observado que la respuesta varía en función de las características de la dieta (García-Martínez *et al.*, 2005; Tejido *et al.*, 2005).

## **2.6. Requerimientos nutritivos en corderos**

La etapa de crecimiento es una etapa muy importante debido a que si se tiene una buena alimentación será mejor el desarrollo de los animales, si se cubren los requerimientos nutricionales se mejorará el crecimiento y así mismo será más eficiente el sistema de producción. Bach *et al.* (2010) recomiendan para la crianza de pequeños rumiantes en etapa lactante, requerimientos de proteína de 17.26% niveles máximos de fibra (FND) de 14% y concentración de energía neta de ganancia (ENg) de 3.6 Mcal/kg. Zanton y Heinrich (2008) describen que las necesidades de proteína para animales en

crecimiento deben ser de 200 g por kilogramos de materia seca, Fredericksen *et al.* (1971) mencionan que los corderos alimentados con dietas conteniendo 18% de proteína, ganan mayor peso comparados con corderos alimentados con 15%. Sin embargo, Chipman *et al.* (1971) reportan resultados similares en experimentos con corderos alimentados desde los 11 hasta 27 Kg de peso vivo, consumiendo dietas granuladas con 14, 17 y 20% de proteína bruta y niveles de energía de 2.64, 3.08 y 3.52 Mcal/Kg. De acuerdo con los requerimientos nutricionales para ovinos descritos por el NRC (2007) menciona que para corderos en crecimiento se debe incluir a la dieta 20% de proteína, 1.74 de EM (Mcal/día), Ca 5.1 g/día y P 3.5 g/día.

## **2.7. Importancia de la alimentación en corderos pre destete**

El crecimiento pre destete está determinado por la alimentación de los corderos, de la etapa de crecimiento a una edad superior no se puede mantener sólo con la producción de leche de las borregas. Por lo tanto, la alimentación es el inicio para mejorar el crecimiento, la maduración anatómica y fisiológica del tracto gastro-intestinal de los corderos (Al-Bakkour *et al.*, 1991). La alimentación pre destete consiste en ofrecer a los corderos nutrimentos esenciales para mejorar su producción. “El creep feeding” es una suplementación pre destete para el cordero y consiste en ofrecer una alimentación rica en nutrientes y palatable, se refiere al método por el cual se suministra alimento mediante una trampa en donde sólo los corderos tienen acceso al alimento. Sus principales ventajas son: los corderos desarrollan el rumen más rápido; el destete se puede realizar entre los 60 y 75 días con mejores pesos y pueden ingresar a un programa de engorda intensiva sin necesidad de tener un periodo de adaptación. El consumo de alimento en las primeras semana de edad será muy bajo, pero en estudios realizados se ha

observado que el consumo mínimo llega a ser de 500 g, sin embargo, con esta mínima cantidad se obtienen mejores resultados en variables productivas. Se debe utilizar ingredientes energéticos, proteicos y la dieta debe contener cuando menos 15% de proteína, siendo los mejores niveles entre 17% y 19%, estos porcentajes se alcanzan principalmente utilizando ingredientes con alto valor energético (granos de cereales, aceites, grasas) y subproductos que proporcionen buena calidad y cantidad de proteína (pasta de soya, pasta de canola, gluten de maíz), los granos deben ser molidos y de preferencia rolados o en pellet, que han mostrado un buen funcionamiento todavía más si se asocian dos o tres cereales (Franco, 2010).

## **2.8. Probióticos**

Los probióticos se han descritos como una alternativa al uso de antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. Aunque existen muchas definiciones, todas coinciden en señalarlos como microorganismos vivos que ejercen un efecto benéfico para el tubo digestivo intestinal, sin perturbar las funciones fisiológicas normales. Dentro de los microorganismos que se han empleado en la alimentación animal se pueden distinguir diferentes grupos de bacterias probióticas (*Bacillus cereus*, *Bacillus cereus toyoi*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus facíminis*, *Pediococcus acidilactici*) y entre las levaduras el género más común es *Saccharomyces cerevisiae* (Van der Aa Kühle *et al.*, 2005). Todas estas cepas han demostrado efectos positivos en diferentes especies tales como rumiantes, aves, porcinos, peces y conejos (Breul, 1998). Algunos microorganismos benéficos, conocidos como probióticos, así como ciertas biomoléculas y compuestos derivados, se suministran directamente a los animales para mejorar su metabolismo, salud y producción

(Wiedmeier *et al.*, 1987; Cole *et al.*, 1992; Glade y Biesik, 1986). Cuca *et al.* (2009) mencionan que los probióticos son cultivos de microorganismos vivos compuestos de bacterias y levaduras que se usan en la alimentación animal de forma benéfica para mantener una flora intestinal sana y en equilibrio, *Lactobacillus* y levaduras son los que más se usan.

## **2.9. Función y mecanismo de acción de los probióticos**

El empleo de los probióticos se ha asociado con los siguientes efectos benéficos potenciales: Mejoran la digestión de lactosa, reducen inflamación intestinal e incidencia de diarrea, estimulan el sistema inmune y mejoran la resistencia a las infecciones (Ouwehand *et al.*, 2002). El establecimiento de microorganismos benéficos para controlar los patógenos se llama manipulación de la población microbiana (Palencia *et al.*, 2005). Sin embargo, Guerrero y Hoyos (1991) al mecanismo de acción de los probióticos lo denominan como exclusión competitiva. (Costerton *et al.*, 1983) mencionan que la bacteria prolifera sobre la superficie del tubo digestivo, por lo que los microorganismos ingeridos posteriormente tendrán gran dificultad para establecerse. Witchell y Kenworthy (1976) indican que las bacterias acidolácticas tienen efecto inhibitor sobre otros microorganismos.

Dentro de las principales funciones atribuidas a los probióticos se encuentran las siguientes: efecto hipocolesterolémico, actividad antienzimática relacionada con los sistemas que producen y activan sustancias carcinógenas (efecto antitumoral), incrementan la utilización digestiva de los alimentos a través de sus propias enzimas, reducen la absorción de sustancias tóxicas como NH<sub>3</sub>, aminas, indol, mercaptanos, y sulfitos, se consideran biorreguladores nutricionales que mejoran el desarrollo y la salud

animal, Mejoran actividad enzimática del huésped por la persistencia de un pH ácido en el TGI, los ácidos orgánicos actúan como agentes quelantes, mejorando así la absorción de minerales, participan en síntesis de vitaminas y en la pre digestión de proteínas (Havenaar y Huis int'veld, 1992 ; Sainsbury, 1992,1993 y Fooks *et al.*, 1999). Los probióticos tienen gran importancia en la respuesta inmunológica, siendo esta una de las funciones más importantes en la producción animal estas funciones son: Neutralización de toxinas bacterianas (principalmente de *E. coli.*) y prevención de colonización a patógenos mediante la adhesión a la superficie intestinal, saturando los receptores en el epitelio, previniendo que los patógenos se unan a esos sitios. La microflora intestinal puede influir en el estado inmunológico del hospedero y a su vez ejercer control sobre la composición de la microflora (Kimura *et al.*, 1997; Pulverer *et al.*, 1997).

Entre los mecanismos de acción que realizan los probióticos se puede mencionar los siguientes: producen sustancias antimicrobianas como ácido láctico, peróxido de hidrógeno, diacetilo y bacteriocinas, estos compuestos reducen el número de células patógenas viables, afectando el metabolismo bacteriano y la producción de toxinas (Isolauri *et al.*, 1998); disminuyen el pH intestinal favoreciendo el crecimiento de microorganismos favorables (Alander *et al.*, 1999); aumentan la resistencia de colonización por competir con patógenos para unirse a sitios de adhesión en la superficie del epitelio gastrointestinal (Isolauri *et al.*, 2001); compiten por nutrientes (Adelantado *et al.*, 2006); estimulan la producción de IgA (Inmunoglobulina A), activando macrófagos e incrementando la concentración del interferón gamma (Collado *et al.*, 2007). El efecto benéfico de los probióticos se atribuye a mecanismos de acción diferentes que a su vez pueden deberse a varias causas: a) A la exclusión competitiva de bacterias nocivas, ya sea por: competencia por nutrientes, competencia por sitios de fijación en el intestino y

aumento de la respuesta inmunológica del hospedero. b) Aportes benéficos al proceso digestivo del hospedero, a través de: aporte de macro y micronutrientes para el hospedero y aporte de enzimas digestivas (Hassan y Frank, 2001).

## **2.10. Lactobacilos en pre rumiantes**

Las bacterias ácido lácticas son un grupo de microorganismos representadas por varios géneros con características morfológicas, fisiológicas y metabólicas en común, son cocos o bacilos Gram positivos, no esporulados, no móviles, anaeróbicos, microaerófilos, carecen de citocromos y producen ácido láctico como principal producto de la fermentación de carbohidratos solubles como almidón y azúcares (Carr *et al.*, 2002; Vázquez *et al.*, 2009). El mecanismo de acción propuesto por Amores *et al.* (2004) menciona que *Lactobacillus acidophilus* tiene acción antagonista sobre el crecimiento de diferentes tipos de bacterias patógenas: *S. aureus*, *Salmonella typhimurium* y *E. coli*. Las cuales producen peróxido de hidrogeno ( $H_2O_2$ ) y dos bacteriocinas: Lactacina B y Lactacina F. las cuales tienen actividad antibiótica. Las bacteriocinas tienen efecto sobre la reducción de gastroenteritis producidas principalmente por cepas *Escherichia Coli* y *Campylobacter ssp.* (Gagnon *et al.*, 2004). En estudios realizados por Montero *et al.* (2009) informan resultados similares en ganancia diaria de peso al incluir suero de leche fermentado con *Lactobacillus casei* a becerros lactantes, valores por encima de  $500\text{ g d}^{-1}$  reporta Timmerman *et al.* (2005) al utilizar lactobacilos como probióticos en becerros del nacimiento a ocho semanas de edad y sin diferencia entre el grupo testigo, pero los becerros sin probiótico requirieron más tratamientos terapéuticos contra diarreas y neumonías. Cruywagen *et al.* (1996) mencionan que el uso de lactobacilos en leche y sustitutos de leche beneficia a la salud de becerros en las primeras etapas de crecimiento,

disminuyendo enfermedades causadas por diarreas y previniendo mortalidad en los animales.

### **2.11. Levaduras en pre rumiantes**

Levaduras como *Saccharomyces cerevisiae* mejoran la estabilidad del pH en el rumen (Desmond, 2006), digestibilidad de la fibra del alimento y el consumo de materia seca (Tang *et al.*, 2008), así como la producción de AGVs debido a cambios favorables para el crecimiento de los microorganismos ruminales (Dolezal *et al.*, 2005). *Saccharomyces cerevisiae* remueve el oxígeno presente en el ambiente ruminal, incrementando la viabilidad de las bacterias anaerobias estrictas (Miller-Webster, 2002), Hession *et al.* (1992) describen que el crecimiento de las levaduras en el rumen es limitada, sin embargo, promueve factores de crecimiento como vitaminas y micronutrientes que ayudan a estimular el crecimiento de las bacterias ruminales (Newbold *et al.*, 1995), mejoran la digestibilidad de materia seca, fibra detergente neutro y Flujo de N microbial (Oeztuerk *et al.*, 2005; Miller-Webster *et al.*, 2002; Carro *et al.*, 1992; Williams *et al.*, 1991), optimiza la utilización del ácido láctico por las bacterias (Callaway y Martin, 1997), con la reducción de ácido láctico se obtiene mayor estabilización de pH ruminal, induciendo a un mayor crecimiento de bacterias celulolíticas (Yoon y Stern, 1995), reduce la concentración de amoníaco en rumen y maximiza la producción de proteína microbiana (Carro *et al.*, 1992, Erasmus *et al.*, 1992). Rodríguez *et al.* (2007) reportan valores similares de ganancia diaria de peso en corderos lactantes de la raza Black belly al incluir 1 g día<sup>-1</sup> de levaduras, (207 g) comparado con el tratamiento testigo (177 g). El uso de levaduras en dietas para rumiantes modifica algunos procesos digestivos y metabólicos (Díaz *et al.*, 2009). Reséndiz *et al.* (2012) al estudiar

el efecto de incluir *Saccharomyces cerevisiae* en dietas para borregos en crecimiento reportan mejores ganancia diaria de peso (277 g). Según Rodríguez *et al.* (2011), mencionan que la inclusión de Se y Cr orgánicos quelados con levadura a dietas para ovinos en engorda no afecta ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y características de la canal, pero mejoran la eficiencia parcial de utilización del alimento.

## **2.12. Concentración de coliformes en heces, asociado a diarreas**

*Escherichia coli* es una bacteria patógena que causa trastornos en el intestino de corderos. *E. coli* habita de forma normal en el intestino de los animales, pero bajo determinadas circunstancias pueden desarrollarse cepas patógenas que causan Colibacilosis en los corderos: Colibacilosis diarreica, septicémica y endotóxica. La Colibacilosis diarreica es la forma más conocida y frecuente que se presenta en los corderos recién nacidos, se caracteriza por excreción de heces fluidas y abundantes, de color amarillento que manchan la zona perineal y que induce rápidamente a la deshidratación y muerte del animal, el intestino de estos animales presenta intensa enteritis catarral con contenido fluido y amarillento, colibacilosis septicémica se debe a cepas de *E. coli* con capacidad enteroinvasiva y con facilidad para sobrevivir y multiplicarse en el torrente sanguíneo, los animales pueden presentar muertes sin diarrea y con sintomatología nerviosa y colibacilosis endotóxica es producida por cepas de *E. coli* enterotoxigénicos capaces de adherirse a la superficie de las células intestinales y eliminar toxinas, dañan la mucosa intestinal, alteran la permeabilidad de los vasos sanguíneos y son altamente neurotóxicas su aparición está en relación con dos factores:

deficiente toma de calostro (baja cantidad y calidad del calostro) e infección temprana por *E. coli* García (2000).

### **2.13. Cultivo de microorganismos vivos en nutrición animal**

El inóculo de lactobacilos y levaduras es un producto que se ha estudiado en los últimos años con la finalidad de evaluar el efecto que tiene al incluirlo en dietas para animales y mejorar la eficiencia al utilizarlo como un producto probiótico. Gutiérrez *et al.* (2012) encontraron mayor consumo de materia seca en cabras alimentadas con heno de *Brachiaria brizanta* al incluir 6 mL kg PV<sup>-1</sup> de un inóculo microbiano, 325 g más comparado con el tratamiento testigo. Calderón *et al.* (2006) en un estudio realizado con ovinos en crecimiento reportan mejores pesos vivos finales en animales que recibieron como suplemento miel fina y pollinaza inoculada con un aditivo microbiano. González (2009) informa que hay mayor ganancia diaria de peso en cerdos lactantes, con la inclusión de un aditivo microbiano. Beruvides y Elías (2012) reportan mayor ganancia diaria de peso y menor conversión alimenticia en cerdos de engorda que recibieron 15 mL kg PV<sup>-1</sup> de un aditivo microbiano y también fue menor la incidencia de diarreas en comparación con los animales del tratamiento testigo ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, Blardony (2010) al utilizar un producto a base de lactobacilos y levaduras en la alimentación de corderos pre destete en pastoreo, no encontró diferencia ( $p > 0.05$ ) en ganancia diaria de peso.

## **2.14. Inóculo de lactobacilos y levaduras**

Es un producto biológico obtenido por fermentación líquida sumergida, compuesto de bacterias lácticas , levaduras y sus metabolitos que funciona como probiótico, capaces de producir cantidades apreciables de ácidos orgánicos de cadena corta como láctico, acético, propiónico, succínico y pirúvico, vitaminas y enzimas. Es un activador de la fermentación que estimula la producción de ácidos orgánicos, disminuye el pH, incrementa y estabiliza la proteína, aumenta la digestibilidad de la materia seca (Elías y Herrera, 2014 en prensa).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización del experimento

La Investigación se realizó en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México en los meses de mayo - septiembre 2014. Sus coordenadas geográficas son 19° 30' N y 98° 53' O, a una altitud de 2250 m. El clima es templado con lluvias en verano, temperatura media anual de 15.2 °C y precipitación media anual de 636.5 mm (García, 2004).

#### 3.2. Animales y manejo

Se utilizaron 24 corderos (12 machos y 12 hembras) recién nacidos de diferentes cruzas de razas Pelibuey x Dorper descendientes de borregas de primer parto con edad de 12 meses. Los corderos fueron identificados con collar y número, cada uno fue alojado en corral individual de 1 m<sup>2</sup>, piso de tierra, con comedero y bebedero, al tercer día después del nacimiento y posteriormente al mes de edad se les aplicó de forma subcutánea 0.3 mL de acetato de d-alfa tocoferol (Vitamina E) y selenito sódico (MU-Se). El experimento tuvo una duración de 87 días; 17 días de adaptación y 70 días en evaluación. En el periodo de adaptación, los primeros 10 días los corderos permanecieron todo el día con sus madres para garantizar la ingestión del calostro y reconocimiento de la cría y después 7 días fueron alojados aleatoriamente en corrales individuales a cada uno de los tratamientos. El periodo de evaluación tuvo cinco periodos de muestreo de 14 días cada uno. El experimento se desarrolló con 6 corderos por tratamiento a los cuales se les ofreció diariamente 80% de alimento iniciador + 20% de alfalfa molida (*ad libitum*), se dio de tomar leche por amamantamiento controlado, el cual

consistió en apartar los corderos de sus madres y amamantarlos media hora, por la mañana (9:00 a.m.) y media hora por la tarde (5:00 p.m.).



**Figura 1. Corderos Pelibuey x Dorper utilizados en la Investigación**

### **3.3. Tratamientos experimentales**

Para conocer el efecto de incluir un inóculo de lactobacilos y levaduras a corderos lactantes se utilizaron cuatro tratamientos con diferente nivel de inclusión del inóculo. Los tratamientos evaluados fueron: T1: 0.0 mL kg PV<sup>-1</sup>, T2: 3.0 mL kg PV<sup>-1</sup>, T3: 6.0 mL kg PV<sup>-1</sup> y T4: 9.0 mL kg PV<sup>-1</sup>.

El inóculo de lactobacilos y levaduras se administró diariamente por vía oral en el primer mes del experimento, para lo cual se utilizó una jeringa dosificadora y de un mes al destete se suministró en el alimento según tratamiento, todos los corderos recibieron un alimento iniciador (Cuadro 1) formulado con el programa computacional NUTRION para ganancia diaria de peso mayor a 300 gramos por animal por día de

acuerdo con los requerimientos nutricionales de NRC de ovinos (2007). Se analizó el contenido de materia seca, fibra cruda, cenizas, nitrógeno proteínico del alimento por el método de microkjeldahl (AOAC, 2012).

Cuadro 1. Composición del alimento iniciador para corderos en etapa lactante.

Ingrediente	% (g por cada 100 g)
Maíz molido	27.0
Sorgo molido	27.0
Pasta de soya	24.0
Sustituto de leche §	1.0
Premezcla mineral y vitaminas ¶	2.0
Aceite vegetal	2.0
Melaza	5.0
Gluten de Maíz	5.0
Salvado de trigo	7.0
<b>Valor nutricional calculado</b>	
Proteína cruda (%)	19.4
ENg (Mcal/kg)	2.8
Calcio (%)	0.5
Fosforo (%)	0.3
FC º (%)	3.6

§Humedad 5.0 %, proteína 25.0%, grasa 10.0%, fibra cruda 2.5%, cenizas 8.0% E.L.N. 49.5. ¶calcio 24.0%, cloro 12.0%, fósforo 3.0%, magnesio 2.0%, potasio0.50%, azufre 0.50, sodio 8.0%, zinc 5000 mg, cobalto 60 mg, cromo 5 mg, hierro 2000 mg, manganeso 4000 mg, selenio 30 mg, yodo 100 mg, vitamina A 500,000 UI, vitamina D 300,000 UI, vitamina E 1000 UI, ENg energía neta de ganancia. ºFibra cruda.

En el cuadro 2 se observan los ingredientes utilizados en la elaboración del inóculo de lactobacilos y levaduras, lo cual consistió en dos fases, en la primera se preparó una mezcla con 20 litros de ingredientes, en dos cubetas con capacidad de 20 litros y se agitó constantemente durante 3 días consecutivos. En la segunda fase,

después de los tres días de fermentación líquida, el contenido de las cubetas se pasó a un tanque y se agregaron de nuevo 100 litros de ingredientes (Cuadro 2) a excepción del yogurt que solo se utilizó para obtener el inóculo principal y se agitó de nuevo durante otros 3 días consecutivos. Después de los seis días, el inóculo de lactobacilos y levaduras se empezó a incluir en la alimentación de los animales.

Cuadro 2. Ingredientes utilizados para preparar el inóculo de lactobacilos y levaduras.

Ingredientes, (%)	Fase 1	Fase 2
Melaza	15.0	15.0
Pasta de soya	4.0	4.0
Pulido de arroz	4.0	4.0
Sales minerales	0.5	0.5
Sulfato de magnesio	0.32	0.32
Urea	0.48	0.48
Yogurt natural marca Yoplait**	5.0	-----
Agua (litros)	70.7	75.7
Análisis proximal		
pH		4.34
Proteína cruda (%)		25.65
Lactobacilos * (UFC mL <sup>-1</sup> )		5.76 x 10 <sup>5</sup> ± 0.11
Levaduras * (UFC mL <sup>-1</sup> )		3.65 x 10 <sup>6</sup> ± 0.53

\*UFC mL<sup>-1</sup> a dos días de fermentación\*\* El yogurt se le adiciona al inicio como inóculo de lactobacilos

### 3.4. Variables evaluadas.

#### 3.4.1. Consumo de materia seca (CMS)

La medición de consumo de materia seca se realizó diariamente por cordero, para lo cual se pesó el alimento ofrecido (g de acuerdo al consumo de manera *ad libitum*), asignando 20% más y se pesó el rechazo 24 horas después con una balanza digital, el CMS se obtuvo por la diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado.



**Figura 2. Corderos lactantes Pelibuey x Dorper consumiendo alimento**

### **3.4.2. Ganancia diaria de peso (GDP)**

Se pesaron los corderos individualmente por la mañana (antes de ofrecer el alimento y tomar leche) al inicio de la fase experimental y posteriormente cada 14 días, hasta llegar al destete. La GDP se obtuvo por diferencia de peso vivo final menos el peso vivo inicial entre el número de días transcurridos de las dos pesadas.

### **3.4.3. Cambio de peso vivo (CPV)**

Para esta variable se registró el peso de los corderos al término de la fase experimental y se restó el peso vivo inicial.

#### **3.4.4. Conversión alimenticia (CA)**

Para obtener esta variable se tomó en cuenta los resultados de los datos de CMS/GDP, esta práctica se realizó cada 14 días para cada uno de los animales durante los cinco periodos de muestreo.

#### **3.4.5. Frecuencia de diarreas**

Para registrar los datos de frecuencia de diarreas, se realizó de forma visual por tratamiento, a los corderos que presentaron diarreas se les tomó temperatura para saber si pudiera tratarse de una diarrea tipo infecciosa o mecánica, la medida se desarrolló diariamente por el número de corderos de cada tratamiento (1/6).

#### **3.4.6. pH ruminal**

Para medir el pH ruminal, se obtuvieron 200 mL de líquido, de la parte media ventral del rumen, por medio de una sonda esofágica, 3 horas después de haber ofrecido el alimento y se filtró con tela de manta para evitar el paso excesivo de partículas de alimento. La lectura de pH se realizó en el último día del periodo 5 de muestreo, debido a que para esa etapa el muestreo es muy agresivo y se afectaría el CMS y la GDP si se hubiera realizado cada 14 días. Para realizar la lectura se utilizó un potenciómetro de mesa calibrado a dos valores de pH (4.0 y 7.0).



**Figura 3. Lectura de pH del contenido ruminal de corderos lactantes**

#### **3.4.7. Conteo de bacterias ácido lácticas, *E. coli* y levaduras en heces**

La determinación de conteo de microorganismos en heces frescas de corderos lactantes se realizó al término del último periodo del experimento en el laboratorio de microbiología ruminal del programa de ganadería, Colegio de Postgraduados, campus Montecillos, el recuento de organismos unicelulares se realizó por conteo de NMP (número más probable). Se realizaron diluciones apropiadas de una población bacteriana y se sembró en un medio de agar favorable para su crecimiento.

##### **Preparación de medios de cultivo.**

Para la preparación de Agar almidón papá se disolvieron 39 g; Agar Mac Conkey (50 g) y Agar MRS (70 g) del medio de cultivo en un litro de agua destilada, se remojó durante 10-15 minutos, se calentó agitando frecuentemente y se hirvió durante 1 minuto, para el medio de cultivo almidón papá también se agregaron 14 mL de una solución de ácido tartárico al 10% (se disolvieron 10 g de ácido tartárico en 90 mL de agua destilada).

Después se ajustó a pH de  $3.5 \pm 0.2$  para el medio de cultivo almidón papá,  $7.1 \pm 0.2$ . Mc Conkey y  $6.5 \pm 0.2$  MRS. Posteriormente se esterilizó en autoclave a  $121^{\circ}\text{C}$  durante 15 minutos, una vez esterilizado se enfrió a temperatura de  $40-45^{\circ}\text{C}$  y se vaciaron 15 mL en cajas de Petri.

### **Recolección de heces.**

Después de dos horas de haber ofrecido el alimento se tomaron heces frescas de cada tratamiento a través de palpación rectal, de cada cordero se tomó aproximadamente 5.0 g utilizando un guante estéril para la extracción de cada muestra.

### **Técnica de conteo de microorganismos en placa por número más probable (NMP).**

Preparación de la solución mineral:

- Se prepararon 1.2 litros de solución mineral para hacer las diluciones, se utilizó 300 mL por tratamiento.
- Para preparar 1.2 litros de solución, se utilizaron 1.08 litros de agua destilada, y se agregaron 60 mL de solución mineral 1, más 60 mL de solución mineral 2 y se agitó.
- Se preparó una solución acuosa de Agar selectivo para la determinación de microorganismos y se agregaron aproximadamente 15 mL en cada caja de Petri.
- Se esterilizó en autoclave todo el material utilizado junto con la solución mineral, a  $121^{\circ}\text{C}$ , 15 PSI durante 20 minutos.
- Para hacer el proceso de dilución y sembrado de muestras, se realizó en la campana de Gauss, como medio estéril para evitar contaminación en los medios de cultivos.
- Se pesaron 0.5 g de cada muestra de heces frescas, se pusieron en un tubo de ensayo que contenía 4.5 mL de solución mineral y se agitó 5 min en Vortex. Después de la primera solución, se tomaron 0.5 mL y se realizaron diluciones de  $10^1$  a  $10^{12}$  y también se agregó un tubo en blanco para garantizar que la técnica se realizó adecuadamente.

- Después se tomaron 10  $\mu$ L de cada dilución y se sembraron en las cajas de Petri, sembrando 4 diluciones por caja, dando un total de 3 cajas por cada muestra y se incubaron 24-72 horas a 28-37 °C dependiendo el microorganismo.
- Después de incubar se realizó el conteo de las colonias de cada caja de petri por NMP (número más probable) tomando como positivo en las cajas donde hubo crecimiento.

### **Incubación.**

El Agar M.R.S. fue desarrollado para un medio que pudiera evidenciar crecimiento de lactobacilos y bacterias ácido lácticas. Después de la preparación del medio, fue vaciado en cajas de petri estériles, se incubó a 28 °C por 48 horas y posteriormente se procedió a realizar el conteo.

El Agar Mac Conkey es un medio que permite realizar el conteo de *E. coli*, después de preparar el medio fue vaciado en cajas de Petri, se sembró y después se incubo a 37 °C por 48 horas.

El Agar dextrosa papa (PDA) permite realizar el conteo de UFC de levaduras, después de haber sembrado PDA, se incubo a 37 °C durante 72 horas.

### **3.5. Análisis estadístico**

Los datos obtenidos de las variables CMS, GDP, cambio de peso vivo, CA fueron analizados usando medidas repetidas ( $MMC \pm EEM$ ) con el procedimiento MIXED de SAS (2003) con un diseño de Bloques Completos al Azar. El modelo incluyó los efectos principales de bloques, tratamientos, periodos y la interacción tratamiento x periodo. La estructura de covarianza apropiada para cada variable se determinó probando diferentes estructuras. Los datos fueron expresados como medias de mínimos cuadrados  $\pm EEM$ . Previo a análisis de varianza, se probó la normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de

varianzas (Bartlett), de las variables frecuencia de diarreas y conteo de bacterias y se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman y la transformación  $\log_{10}(Y)$  respectivamente.

El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + t_j + \varphi_{ij} + P_k + \tau P_{jk} + \xi_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta

$\mu$  = Media general

$R_i$  = Efecto del i-ésimo bloque o repetición ( $i=1,2,\dots,6$ )

$t_j$  = Efecto del i-ésimo tratamiento ( $1,2,\dots,4$ )

$\varphi_{ij}$  = Efecto de la repetición en tratamiento (Error A).

$P_k$  = Efecto del kj-ésimo periodo de prueba

$\tau P_{jk}$  = Interacción tratamiento x periodo

$\xi_{ijkl}$  = Error aleatorio;  $\xi_{ijkl} \sim N(0, \sigma^2)$

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del análisis químico proximal del alimento iniciador para corderos en etapa lactante fue de 20.13% de proteína cruda (PC) como se muestra en el Cuadro 3, similar a lo recomendado por el NRC (2007), el contenido de proteína es superior a los resultados obtenidos en otros estudios (Hinojosa *et al.*, 2009; Macedo y Arredondo, 2008; Tribedi *et al.*, 2005), Schichowski *et al.* (2008) 19.5% y Abou -Ward *et al.* (2008), valores de 19.1% así como también 3.1% de grasa cruda y 4.4% de fibra cruda al incluir granos de cereales y subproductos de industria a la dieta, por el contrario Mireles *et al.* (2010) y Montaldo *et al.* (2011) reportan valores mayores de 23.5% y 24.0% de PC, respectivamente. El incremento de proteína se debe a la utilización de ingredientes con alto valor proteico, como pasta de soya y gluten de maíz y el contenido de fibra cruda es bajo debido a que no se incluyeron ingredientes fibrosos.

Cuadro 3. Composición química del alimento iniciador según variable.

Variable	%
Humedad	14.04
Proteína Cruda	20.13
Grasa Cruda	2.62
Fibra Cruda	3.49
Cenizas	5.1

#### Evaluación de características de crecimiento

En el Cuadro 4 se muestran los resultados de variables productivas de corderos lactantes suplementados con un inóculo de lactobacilos y levaduras, los resultados obtenidos de consumo de materia seca (CMS) indican que no hubo diferencia entre

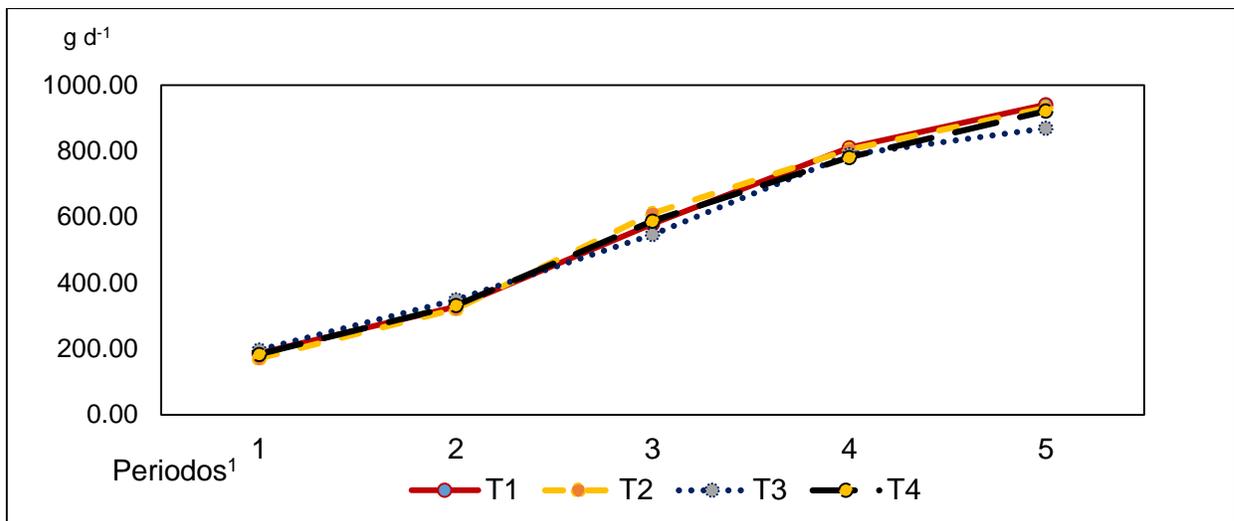
tratamientos ( $p>0.05$ ), se observa que el inóculo de lactobacilos y levaduras no afectó el CMS. En el primer periodo el CMS fue muy bajo, debido a la edad de los corderos en esa etapa, lo cual indica que existió un mayor consumo de leche.

Cuadro 4. Medias y errores estándar (EEM) de variables evaluadas en una prueba de crecimiento de corderos lactantes, según tratamiento (T) y periodo (P).

Variable	Tratamientos					Periodos <sup>1</sup>						P>F		
	1	2	3	4	EEM	1	2	3	4	5	EEM	T	P	T*P
CMS (g)	569.4	567.8	550.4	561.2	49.8	184.7	332.6	581.4	796.4	915.8	29.8	0.99	<.0001	0.98
GDP (g)	233.2	254.5	257.0	241.8	14.1	192.7	215.3	288.9	272.0	264.1	12.1	0.61	<.0001	0.44
CPV(kg)	17.44	18.40	18.57	17.98	0.75	10.9	13.9	17.97	21.78	25.48	0.42	0.79	<.0001	0.99
CA (kg)	2.42	2.13	2.13	2.32	0.16	1.10	1.52	2.05	3.0	3.61	0.13	0.51	<.0001	0.50

CMS. Consumo de materia seca (g día<sup>-1</sup>). GDP, Ganancia diaria de peso (g día<sup>-1</sup>). CPV, Cambio de peso vivo. CA, conversión alimenticia. <sup>1</sup> cada periodo fue de 14 días. EEM, error estándar de la media. T: (0.0, 3.0, 6.0 y 9.0 mL kg PV<sup>-1</sup> de un inóculo de lactobacilos y levaduras).

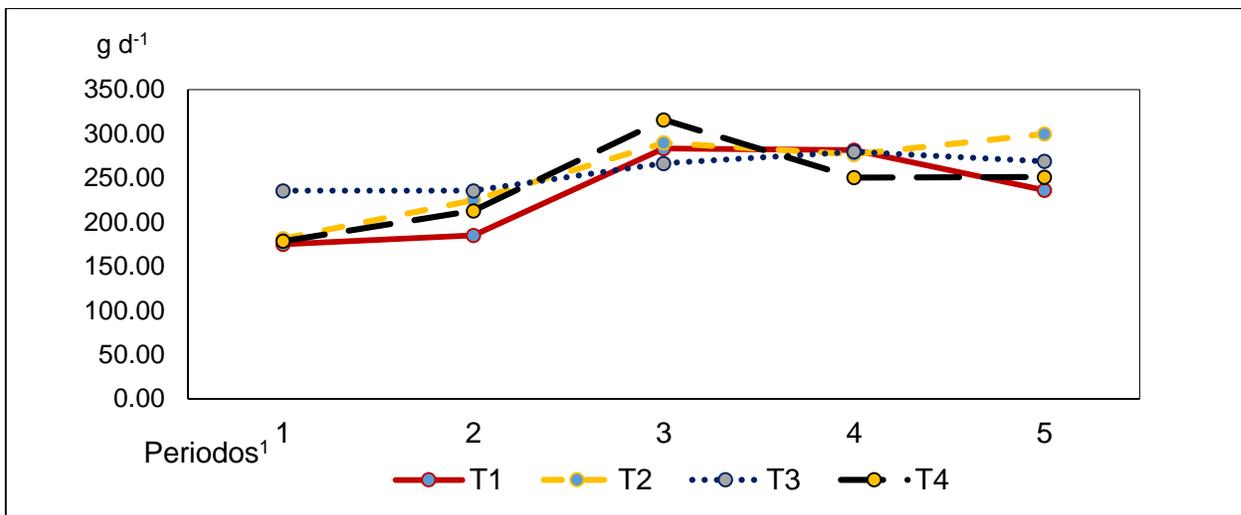
Los resultados de CMS son similares a los reportados por Velázquez *et al.* (2011) quienes incluyeron en la dieta para corderos en crecimiento, rastrojo de maíz y subproductos de industria y obtuvieron un mayor consumo (614.6 g día<sup>-1</sup>) cuando se incluyó 40% de vainas molidas de *Acacia Farnesiana*. Bustamante (2002) reporta valores inferiores de CMS (277 y 256 g día<sup>-1</sup>) en corderos de la raza Pelibuey. Arroyo *et al.* (2000) mencionan que al utilizar amamantamiento controlado 30 minutos (por la mañana y tarde) el cordero consume más leche producida por la madre y también es mayor el consumo de alimento sólido. El amamantamiento controlado utilizado en este estudio, pudo haber ocasionado que los animales fueran más independientes de las madres, este hecho estimula el consumo de materia seca.



<sup>1</sup> Cada periodo fue de 14 días. T1: 0.0, T2: 3.0, T3: 6.0 y T4: 9.0 mL kg PV<sup>-1</sup> de un inóculo de lactobacilos y levaduras.

**Figura 4. Consumo de materia seca de corderos Pelybuey x Dorper en etapa lactante suplementados con un inóculo de lactobacilos y levaduras**

La ganancia diaria de peso (GDP) fue similar entre tratamientos ( $p > 0.05$ ). Los resultados obtenidos son superiores a los informados por Ríos *et al.* (2014) quienes encontraron GDP en corderos: Dorper x Blackbelly de 102 g, Dorper x Pelibuey (97 g), Katahdin x Blackbelly (95 g), Katahdin x Pelibuey (104 g), Pelibuey x Blackbelly (85 g) y Pelibuey (93 g) respectivamente. Hinojosa *et al.* (2009; 2012) en diferentes razas y cruzamientos entre corderos obtuvieron resultados de; 169 y 139 g día<sup>-1</sup> para raza pelibuey, 161 g día<sup>-1</sup> corderos Dorper, 179 día<sup>-1</sup> Katahdin, 176 g día<sup>-1</sup> Pelibuey x Dorper y 132 g día<sup>-1</sup> en animales Pelibuey x Katahdin. Macedo y Arredondo (2008) reportaron ganancias de peso de 180.50 g día<sup>-1</sup> en corderos Pelibuey. Sin embargo, Mata (2013) informa ganancias diarias de peso similares a las del tratamiento 2 y 3, en corderos de la raza Charoláis (257 g) y mayores en corderos Dorset (357 g día<sup>-1</sup>) y Texel (314 g día<sup>-1</sup>). Los resultados obtenidos para GDP en otros estudios con ovinos, varían con la raza y con las poblaciones parentales de cada cruce, consecuencia de diferentes tallas y de los efectos del vigor híbrido o heterosis.



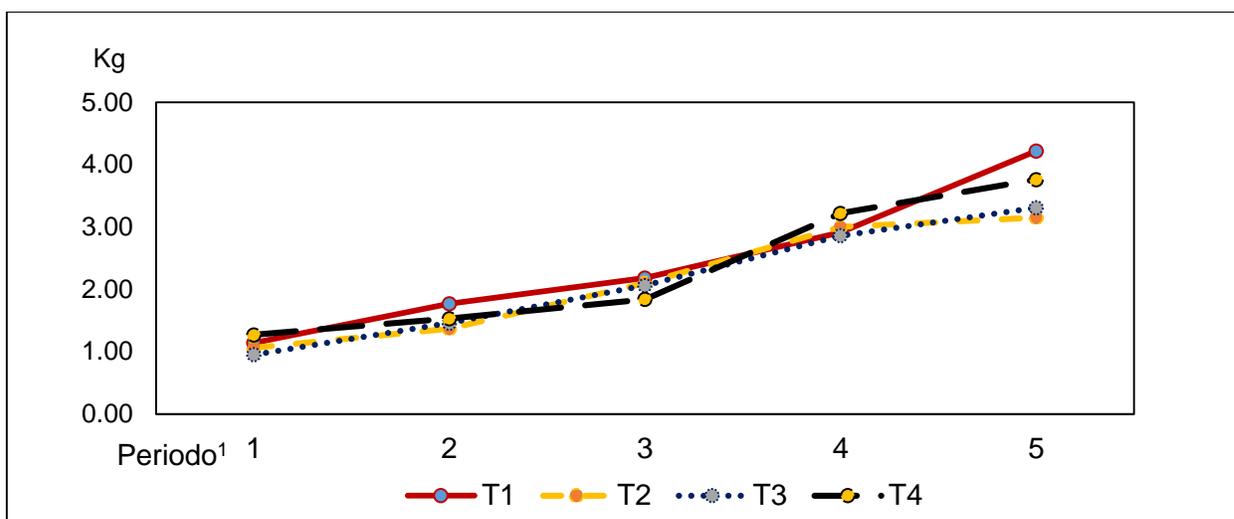
<sup>1</sup> Cada periodo fue de 14 días. T1: 0.0, T2: 3.0, T3: 6.0 y T4: 9.0 mL kg PV<sup>-1</sup> de un inóculo de lactobacilos y levaduras.

**Figura 5. Ganancia diaria de peso en corderos Pelybuey x Dorper en etapa lactante suplementados con un inóculo de lactobacilos y levaduras**

Los resultados de cambio de peso vivo muestran que no hubo diferencia entre tratamientos ( $p > 0.05$ ). Al compararlos con otros estudios, estos resultados son similares a los informados por Macedo y Arredondo (2008) quienes reportan cambios de peso de 18.07 kg en corderos Pelibuey, Montaldo *et al.* (2011) obtuvieron 18.78 kg en corderos Poll Dorset y valores mayores de 20.63 kg en corderos Suffolk, sin embargo, De Lucas *et al.* (2003) reportaron resultados inferiores al presente estudio, cambio de peso vivo de 15.8 kg en corderos de la raza Columbia. Este cambio de peso vivo se puede atribuir al tiempo de lactancia y nutrición que se da a los corderos.

En la conversión alimenticia de corderos lactantes no hubo diferencia entre tratamientos ( $p > 0.05$ ). Con respecto a los periodos se observa que la conversión alimenticia fue baja en el periodo 1 y 2 en todos los tratamientos, debido a que para esa etapa el consumo de materia seca fue bajo, sin embargo, la mejora en sus ganancias de peso se asocia con un mayor consumo de leche. La diferencia de CA que se observa entre los tratamientos se debe a que el consumo de materia seca fue similar en todos los

periodos, pero la ganancia diaria de peso fue baja para el tratamiento 1 y 4. Si se compara los resultados de la CA con los de otros estudios, se observa que es mayor a la conversión alimenticia reportada por Duarte y Pelcastre (2000), CA 1.45:1 y similar a la mencionada por Bustamante (2000) 2.1:1. La variación de CA de corderos en diferentes estudios se puede deber a la edad al destete, alimentación y raza. Los resultados en características de crecimiento muestran que no hay diferencias ( $P>0.05$ ) entre tratamientos y tratamiento x periodo ( $p>0.05$ ) para las variables CMS, GDP, CPV y CA, sin embargo se observa (Cuadro 3.) que existen diferencias entre periodos ( $p<0.05$ ) debido al crecimiento de los animales entre periodos de muestreo.

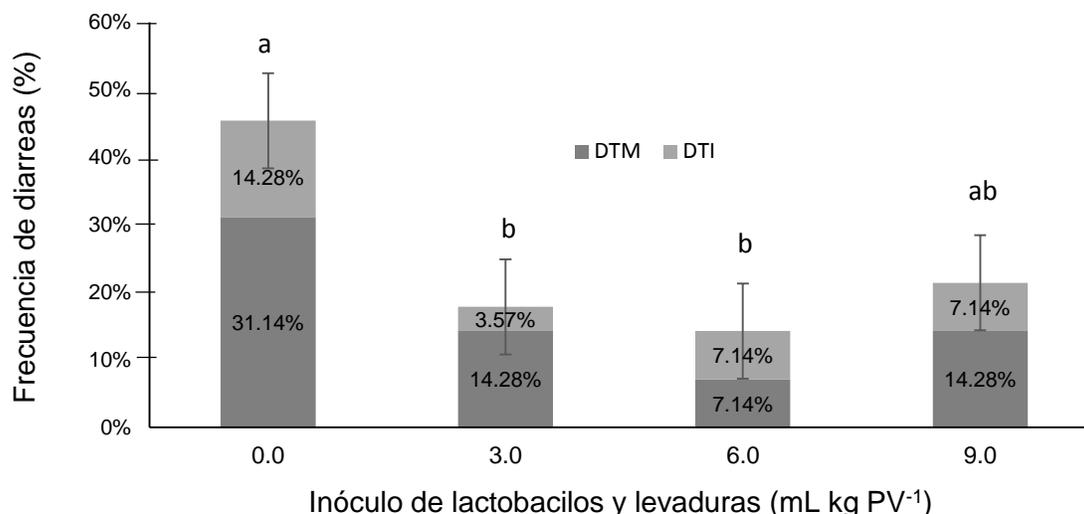


<sup>1</sup> Cada periodo fue de 14 días. T1: 0.0, T2: 3.0, T3: 6.0 y T4: 9.0 mL kg PV<sup>-1</sup> de un inóculo de lactobacilos y levaduras.

**Figura 6. Conversión alimenticia de corderos Pelybuey x Dorper en etapa lactante suplementados con un inóculo de lactobacilos y levaduras**

## Diarrea en corderos lactantes

En la Figura 7 se muestra que hubo diferencias estadística entre tratamientos ( $p < 0.05$ ) en frecuencia de diarrea de corderos lactantes, hubo mayor frecuencia de diarrea en los dos primeros periodos del experimento, probablemente a esa edad no están establecidos los microorganismos que ayudan a digerir los alimentos ingeridos y quedan expuestos a patógenos que causan enfermedades y diarreas, en los tratamientos donde se adiciono el inóculo de lactobacilos y levaduras se presentó menor frecuencia de diarrea comparados con el tratamiento testigo ( $p < 0.05$ ), fue menor después de las 6 semanas de edad, lo cual indica que para esa edad su aparato digestivo es similar al de un rumiante. La diarrea neonatal en animales recién nacidos representa un problema grave ya que puede causar muerte en los animales. Romero *et al.* (2001), reportaron que el 25% de los animales evaluados tuvieron incidencia de diarreas, las cuales se presentaron entre la primera y sexta semana de vida, los cuadros clínicos fueron según la edad de los terneros y su relación con la carga parasitaria (*Coccidia* spp.), Palencia *et al.* (2005), estudiaron el efecto de yogurt como probiótico en terneros recién nacidos hasta 30 días de edad, suministrando 20 mL de yogurt natural por ternero, a las 6 h de nacidos, a los 10 y 30 días, comparado con el tratamiento testigo, obtuvieron 1% vs 10% de incidencia de diarreas para los terneros que recibieron el yogurt, contra los que no recibieron. Según resultados encontrados por Zapata (2011), reporta diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en frecuencia de diarreas al incluir un producto biológico a base de lactobacilos y levaduras en el crecimiento de terneros lactantes.

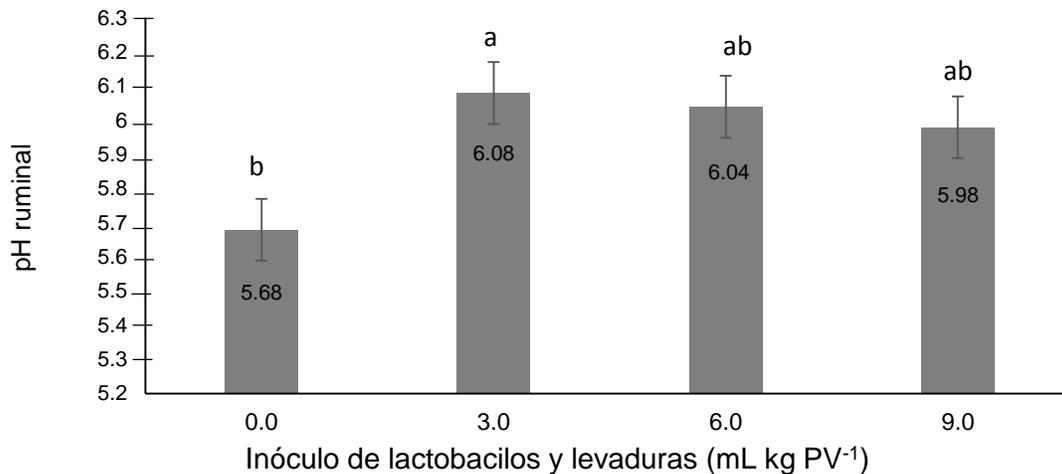


Diarrea tipo mecánica (DTM), diarrea tipo infecciosa con temperatura mayor a 39° (DTI). a, b, medias con distinta literal en una barra indica que son diferentes ( $p < 0.05$ ).

**Figura 7. Frecuencia de diarreas en corderos lactantes suplementados con un inóculo de lactobacilos y levaduras**

En relación con el pH del líquido ruminal de corderos lactantes (Figura 8) se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos ( $p < 0.05$ ). El pH del líquido ruminal depende del contenido de fibra y granos en la dieta, ya que al haber incremento del consumo de fibra, hay mayor producción de saliva provocando que el pH se vuelva alcalino, en dietas con alto contenido de granos el pH desciende a causa de la producción de ácido láctico en rumen, en este estudio el resultado del pH fue similar al de borregos alimentados con dietas altas en grano. Mora *et al.* (2002) reportan valores de pH de 6.09 al incluir 30% de fibra en la dieta, Reséndiz *et al.* (2012) quienes incluyeron 0.15% de levadura *Sacharomice cerevisiae* ( $1 \times 10^{10}$  levaduras  $g^{-1}$ ) en dietas para borregos en crecimiento, reportan valores superiores a 6.0, similares al tratamiento 2 y 3, esto probablemente se deba que al introducir levaduras en las dietas hay remoción de

oxígeno, se incrementa la cantidad y viabilidad de bacterias, se reduce la producción de lactato y se estabiliza el pH del rumen (Desmond, 2006).



a, b, media con distinta literal en una barra indica que son diferentes ( $p < 0.05$ ).

**Figura 8. pH de líquido ruminal en corderos Pelibuey x Dorper lactantes suplementados con un inóculo de lactobacilos y levaduras**

En el Cuadro 5 se observa que los valores encontrados en la concentración de bacterias ácido lácticas, *E. coli* y levaduras fueron diferentes entre tratamientos ( $p < 0.05$ ), al consumir una dieta alta en carbohidratos y al incluir un inóculo de lactobacilos y levaduras se incrementó el contenido de bacterias ácido lácticas en los animales, los resultados encontrados son superiores a los informados por Brown *et al.* (2006) donde reportan concentraciones de  $10^8$  células/g en rumen de ovinos y Fraga (2010)  $10^7$  a  $10^8$  células/g en fluido ruminal de bovinos. El resultado para levaduras es inferior en el tratamiento testigo, de manera que al haber mayor crecimiento de levaduras y lactobacilos en los demás tratamientos ayudo a reducir enterobacterias a través de exclusión

competitiva comparados con el tratamiento testigo (Brashears *et al.*, 2003). Sin embargo, el contenido de levaduras es mayor a los resultados que reportan, Hespell (1987), Fondevila *et al.* (1990) y Miron *et al.* (2001) quienes mencionan que la concentración de levaduras en rumen es de  $10^5$ . La familia Enterobacteriaceae habitan de forma natural en los intestinos de los animales, *Escherichia coli*, es importante en la salud de los animales debido a que puede causar diarreas, dando lugar a importantes pérdidas económicas, pocos estudios informan de la influencia de la dieta sobre la prevalencia de bacterias enteropatógenas en el medio ambiente ruminal (Callaway *et al.*, 2009). Tkalcic *et al.* (2000) al evaluar la influencia de la dieta sobre la concentración de *E. coli* en el rumen de terneros, encontraron una población similar en animales comparando dietas con altos niveles de granos y forraje. Freitas *et al.* (2014) reportan resultados similares al tratamiento 1 ( $10^5$  UFC mL<sup>-1</sup>) en vacas y en terneras encontraron mayor concentración de  $10^6$  consumiendo una dieta a base de ensilado de sorgo. Sin embargo, la concentración de *E. coli* es menor a los resultados encontrados por, Allison (1975)  $10^6$  a  $10^{10}$ , Jordan y McEwen (1998) y Hovde *et al.* (1999)  $10^6$  y Scott *et al.* (2000) reportan UFC mL<sup>-1</sup> de  $10^6$  a  $10^8$ .

Cuadro 5. Concentración de bacterias ácido lácticas, *E. coli* y levaduras en heces frescas g<sup>-1</sup> de corderos lactantes.

Microorganismo	T1	T2	T3	T4	EEM	P>F
Ácido lácticas	1.4 x 10 <sup>9c</sup>	4.3 x 10 <sup>9b</sup>	1.6 x 10 <sup>9c</sup>	9.2 x 10 <sup>9a</sup>	1.1 x10 <sup>8</sup>	<.0001
<i>E. coli.</i>	3.5 x 10 <sup>5a</sup>	3.7 x 10 <sup>4c</sup>	3.3 x 10 <sup>4c</sup>	9.1x 10 <sup>4b</sup>	4.8 x10 <sup>9</sup>	<.0001
Levaduras	5.4 x 10 <sup>10d</sup>	2.4 x 10 <sup>11b</sup>	1.1 x 10 <sup>11c</sup>	3.5 x 10 <sup>12a</sup>	5.4 x10 <sup>9</sup>	<.0001

T1:0.0, T2:3.0, T3:6.0 y T4: 9.0 mL kg PV-1 de un inóculo de lactobacilos y levaduras. <sup>a, b, c, d</sup>. Medias con distinta letra en una hilera son estadísticamente diferentes (p<0.05). EEM error estándar de la media.

## V. CONCLUSIÓN

Al incluir un inóculo de lactobacilos y levaduras en la dietas para corderos en etapa lactante no mejoró variables productivas ( $p>0.05$ ), sin embargo, en variables fermentativas y microbiológicas fueron diferentes entre tratamientos ( $p<0.05$ ). El inóculo de lactobacilos y levaduras se puede utilizar como un probiótico debido a que incrementa el contenido de bacterias beneficiosas en rumen y disminuye la concentración de enterobacterias a través de exclusión competitiva

El tratamiento testigo fue el que presentó la mayor frecuencia de diarrea ( $p<0.05$ ), por lo que se recomienda usar el inóculo de lactobacilos y levaduras para controlar las diarreas en los corderos y mejorar su salud.

## VI. LITERATURA CITADA

- Abou-Ward, G. A., M.A. Tawila, M. Sawsan, A.A. Gas, Albedo and El-Naggar. 2008. Effect of Weaning Age on Lamb's Performance. *World Journal of Agricultural Sciences* 4 (5): 569-573.
- Acero CH., M. 2002. Posicionamiento de la carne ovina en el mercado mundial. En: Memoria II Taller sobre sistemas de producción ovina del noroeste y Golfo de México. Universidad Autónoma de Tamaulipas. 26 - 29 de noviembre Cd. Victoria, Tamaulipaas. México. pp. 78-100.
- Adelantado, C., M. Carrión, M. Rodríguez, N. Guiu, C. Shiva, L. Arosemena and M. A. Calvo. 2006. Evaluation of the inhibitory activity of lactic acid bacteria strains isolated from natural sources. Presentation to 20th International ICFMH Symposium food safety and food biotechnology: diversity and global impact. Bologna (Italia), 29 de agosto al 2 de septiembre de 2006.
- Aldomy, F. and N. Abu-Zeid. 2007. Neonatal mortality of small ruminants in Jordan. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*. 10:195-199.
- Alander, M., R. Satokari, R. Korpela, M. Saxelin, T. Vilpponen-Salmela, T. Mattila-Sandholm and A. V. Wright. 1999. Persistence of Colonization of Human Colonic Mucosa by a Probiotic Strain, *Lactobacillus rhamnosus* GG, after Oral Consumption. *Applied and Environmental Microbiology*. 65 (1):351–354.
- Al-Bakkour, J., M. Al-Meziad, F. Al-Jassin, M. Ulbrich and M. Hoffmann. 1991. Effect of weaning age and creep feeding on fattening of grazing Awassi lambs. *Nutr. Abstr. Rev. (B series)* 64: 199, Abstr. No.1371.
- Allison, M.J., I.M. Robinson, R.W. Dougherty and J.A. Bucklin. 1975. Grain overload in cattle and sheep: changes in microbial populations in the cecum and rumen. *Amer. J. Vet. Res.* 36:181-185.
- Amores, R., A. Calvo, J.R. Maestre y D. Martínez. 2004. Probióticos. *Rev Esp Quimioterap*, Vol. 17 (2): 131-139.
- AOAC, International. *Official Methods of Analysis*. 19th Ed. Off. Agric.Chem; 2012, Washington, D.C., U.S.A.

- Arteaga, C. J. 2003. La industria ovina en México. Memorias. Primer Simposium Internacional de ovinos de carne. Pachuca de Soto, Hidalgo. Méx. SAGARPA-INIFAP. P.1-7.
- Arteaga, C. J. 2008. Situación Actual de la Ovinocultura en México. AMCO. II Foro de Rentabilidad Ovina. Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos [www.cnog.com.mx](http://www.cnog.com.mx).
- Arroyo, L. J., P. Pérez, A.I. Porras, H. Vázquez, A. Pro y J. Gallegos. 2000. Amamantamiento y concentración sérica de progesterona (P4) posparto en ovejas pelibuey. Rev. Chapingo 3: 47-54.
- Bach, A., C. Fernández y M. Terre 2010. Necesidades nutricionales para: Rumiantes de recría. FEDNA. pp. 28-59.
- Beruvides, R. A. y A. Elías. 2012. Efecto de la inclusión de diferentes niveles de vitafert en el comportamiento productivo y de salud en la ceba porcina. Cd de monografías. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos. pp. 1-5.
- Blardony, R. K. 2010. Utilización de Vitafert en corderos de pelo durante la lactancia y su efecto en el postdestete. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Cárdenas Tabasco. México. pp. 44.
- Booth, H. U. N. and L. E. E. McDonald. 1988. Veterinary Pharmacology and Therapeutics 6<sup>a</sup> Edition. Iowa State University Press/Ames.
- Brashears, M. M., D. Jaroni and J. Trimble. 2003. Isolation, selection and characterization of lactic acid bacteria for a competitive product to reduce shedding of *Estericha coli* 0157; H7 in cattle. J. Food Prot. 66:355-363.
- Breul, S. 1998. Les probiotiques en alimentation animale. Med. Chir. Dig., 27: 89-91.
- Brown, M. S., C. H. Ponce and R. Pulikanti. 2006. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. J. Anim. Sci. 84:25–33.
- Bustamante, G. J. de J. 2002. Crecimiento y finalización de corderos con dietas a base de granos. Instituto nacional de investigaciones forestales agrícolas y pecuarias centro de investigación regional del pacifico centro campo experimental “el verdineño” Folleto Científico Núm. 1 Santiago Ixcuintla, Nayarit. pp. 1-14.
- Calderón, A., O. Jesús y A.E. Iglesias. 2006. Contribución de la suplementación ovina con pollinaza fermentada (vitafert) y cuatro niveles de melaza. REDVET. Revista electrónica de veterinaria. 7 (9): pp. 1-7.

- Callaway, T.R., M.A. Carr, T.S. Edrington, R.C. Anderson and D. J. Nisbet. 2009. Diet, *Escherichia coli* O157:H7, and cattle: a review after 10 years. *Curr Issues Mol Biol* 11: 67-79.
- Callaway, E. S., and S. A. Martin. 1997. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* culture on ruminal bacteria that utilize lactate and digest cellulose. *J. Dairy Sci.* 80:2035-2044.
- Carr, F. J., D. Chill and N. Maida. 2002. The lactic acid bacteria: A literature survey. *Critical Reviews in Microbiology.* 28(4):281-370.
- Carro, M. D., P. Lebzien, and K. Rohr. 1992. Effects of yeast culture on rumen fermentation, digestibility, and duodenal flow in dairy cows fed a silage based diet. *Livest. Prod. Sci.* 32:219.
- Carro, M.D., S. López, C. Valdés and F.J. Ovejero. 1999. Effect of DL-malate on mixed ruminal microorganism fermentation using the rumen simulation technique (RUSITEC). *Anim. Feed Sci. Technol.* 79: 279-288.
- Carro, M. D. and M. J. Ranilla. 2003. Effect of the addition of malate on in vitro rumen fermentation of cereal grains. *Br. J. Nutr.* 89:181-188.
- Carro, M.D., M.J. Ranilla, F.J. Giráldez and A.R. Mantecón. 2006. Effects of malate on diet digestibility, microbial protein synthesis, plasma metabolites and performance of growing lambs fed a highconcentrate diet. *J. Anim. Sci.* 84: 405-410.
- Church, D. C. 1979. *Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants.* OSU Book Stores Inc. Oregon.
- Church, D. C. 1993. *El rumiante fisiología digestiva y nutrición.* Ed. Acribia, Zaragoza pp. 3-68.
- Chipman, G. H., K. R. Fredricksen, R. C. Bull and D. A. Price. 1971. *Proc. West. Sec. Amer. Soc. Animal Sci.* 22:215.
- Cole, N. A., C.W. Purdy and D.P. Hutcheson. 1992. Influence of yeast culture on feeder calves and lambs. *J. Anim. Sci.* 70:1682–1690.
- Collado, M.C., J. Meriluoto and S. Salminen. 2007. Role of commercial probiotic strains against human pathogen adhesion to intestinal mucus. *Letters in Applied Microbiology.* 45: 454-460.
- Costerton, J. W., R. R. Rozec and K. J. Cheng. 1983. Colonization of particulates mucous and intestinal tissue. *Proc. Fed. Nutr. Sci.* 7:91-105.

- Cruywagen, C. W., INA. Jordaan and L. Venter. 1996. Effect of *Lactobacillus acidophilus* supplementation of milk replacer on preweaning performance of calves. J. Dairy Sci. 79:483-486.
- Cuca, G. M., E. Ávila. y A. Pro. 2009. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección de patronato Universitario Departamento de Zootecnia. México. 120 p.
- De Lucas, T. J., L. A. Zarco, E. Gonzales, J. Tórtora, A. Villa-Godoy y C. Vázquez. 2003. Crecimiento pre destete de corderos en sistemas intensivos de pastoreo y manejo reproductivo en el altiplano central de México. Vet. Méx. 34 (3).
- Desmond, C. 2006. The effect of Yea-sacc supplementation on the rumen physiology of lactating dairy cows. Lyons Research Farm. Alltech Pub. Paris, Francia. pp. 317.
- Díaz, A. R., J. Galindo, R. Bocourt, A. I. Aldana, O. Moreira y L. Sarduy. 2009. Efecto de un hidrolizado enzimático de *Saccharomyces cerevisiae* y sus diferentes fracciones en la dinámica fermentativa ruminal del pasto estrella (*Cynodon lemfuensis*) en condiciones in vitro. Rev. Cub. Ciencia Agríc. 43(3): 251-257.
- Dolezal, P., J. Dolezal and J. Trinacty. 2005. The effect of *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal fermentation in dairy cows. Czech. J. Anim. Sci. 50:503-510.
- Duarte, V. F. y O. A. Pelcastre. 2000. Efecto de la suplementación predestete a corderos en condiciones tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Región Península de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. Livestock Research for Rural Development. Vol. 13 (3).
- Ducluzeau, R. 1983. Implantation and development of the gut flora in the newborn. Ann. Rech. Vet. 14:354-359.
- Elías, I, A., y F.R. Herrera, F. R. 2014. Producción de alimento para animales a través de procesos biotecnológicos sencillos con el empleo de Microorganismos Eficientes Benéficos Activados (MEBA). Vitafert. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba (En prensa).
- Erasmus, L.J., P.M. Botha and A. Kistner. 1992. Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation and duodenal nitrogen flow in dairy cows. J. Dairy Sci. 75:3056-3065.

- Flores, C. 2004. Mejora de la producción de ganado ovino mediante enzimas fibrolíticas en ovejas lecheras y malato en corderos de engorde. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Fondevila, M., C. J. Newbold, P. M. Hotten and E. R. Orskov. 1990. A note on the effect of *Aspergillus oryzae* fermentation extract on the rumen fermentation of sheep given straw. Anim. Prod. 51:422.
- Fooks, L., R. Fuller and G. Gibson. 1999. Prebiotics, probiotics and human gut microbiology. International Dairy Journal. 9: 53-61.
- Fraga, C. M. 2010. Microbiota ruminal: estrategias de modulación con microorganismos fibrolíticos. Tesis de maestría en biotecnología. Facultad de ciencias. Universidad de la Republica.
- Franco, M. M. 2010. Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos. Recuperado el 28 de diciembre de 2010, de Manejo de los Corderos: <http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/empezar/corderos1.html>
- Fredericksen, K. R., D. A. Price and T. D. Bell. 1971. Proc. Wes. Sec. Amer. Soc. Animal Sci. 22:199.
- Freitas, C.E.S., P. N.M. Almeida, E. R. Duarte, F.O. Abrão, R. Careli and L.C. Geraseev. 2014. Aerobe and anaerobe facultative Gram-negative bacteria rod-shaped in the ruminal fluid of dairy cattle fed with different diets containing tropical forages. Arch Med Vet 46: 457-462.
- Gagnon, M., E.E. Kheadr, L.B. Gwenaëlle and I. Fliss. 2004. In vitro inhibition of *Escherichia coli* O157:H7 by bifidobacterial strains of human origin. International Journal of Food Microbiology. 92: 69-78.
- García-Martínez, R., M.J. Ranilla, M.L. Tejido and M.D. Carro. 2005. Effects of disodium fumarate on in vitro rumen microbial growth, methane production and fermentation of diets differing in their forage:concentrate ratio. Br. J. Nutr. 94:71-77.
- García, de J. C. J. A. 2000. Diarreas en corderos y cabritos. Pequeños Rumiantes. 1: 18-14.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía. México. 91 p.

- Garin, D., G. Caja and J. Mesià. 2001. Effects of the use of Gustor XXI, as a substitute of growth promoters in the intensive fattening of lambs. *Cah. Options Mediterr.* 54: 181-184.
- Glade, M.J. and L.M. Biesik. 1986. Enhanced N retention in yearling horses supplemented with yeast culture. *J. Anim. Sci.* 62: 1635–1640.
- González, D. 2009. Empleo de un producto biológicamente activo (Vitafert) en las reproductoras y crías porcinas. Tesis de Maestría. Producción Animal para la Zona Tropical. ICA. La Habana.
- Gutiérrez, D., A. Elías., R. García., F. Herrera., H. Jordán. y L. Sarduy. 2012. Efecto del aditivo microbiano VITAFERT en el consumo de la materia seca y fibra neutro detergente en cabras Saanen alimentadas con heno de *Brachiaria brizantha*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 46: pp. 267-271.
- Guerrero, R. y G. Hoyos. 1991. Utilización de los probióticos en pollos alimentados con dietas contaminadas con aflatoxinas. *Bacteriología en la industria de la alimentación animal.* Vol. 2. pp. 108.
- Hassan, A.N. and J.F. Frank. 2001. Starter cultures and their use. In: Marth E.H., Steele J.L. (eds): *Applied Dairy Microbiology.* Marcel Dekker, Inc., New York: 151–206.
- Hernández, Z. J. S., P. J. Tórtora, M.A. Martínez y A.P. Pijoan. 1985. Determinación de las causas principales de mortalidad de corderos en explotaciones intensivas del Estado de México. Reunión Anual de Investigación Pecuaria. INIFAP. México D.F. p.110.
- Havenaar, R. and Huis in't Veld, M.J.H.: Probiotics: A general view. In: *Lactic acid bacteria in health and disease* (Ed.: Wood, J.B.J.). Vol 1. Elsevier Applied Science Publishers, Amsterdam (1992).
- Hespell, RB. 1987. Biotechnology and modifications of the rumen microbial ecosystem. *Proc Nutr Soc* 46:407-413.
- Hession, A. O., R. S. Tung, E. M. Kreck and L. Kung, Jr. 1992. Effect of adding live yeast cultures on in vitro ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.* 70 (Suppl. 1):309. (Abstr.).
- Hinojosa, C. J. A., A. F. de M. Regalado y H.J. Oliva. 2009. Crecimiento prenatal y pre destete en corderos Pelibuey, Dorper, Katahdin y sus cruces en el sureste de México. *FCV-LUZ Vol. 19.* (5) pp. 522 – 532.

- Hinojosa, C. J. A., H.J. Oliva, H.G. Torres, C.J.C. Segura, I.E.M. Aranda y C.J.M. González. 2012. Factores que afectan el crecimiento pre destete de corderos Pelibuey en el trópico húmedo de México. *Rev. Universidad y Ciencia trópico húmedo*. 28 (2):163-171.
- Hovde, C.J., P.R. Austin, K.A. Cloud, C.J. Williams and C.W. Hunt. 1999. Effect of cattle diet on *Escherichia coli* O157:H7 acid resistance. *Appl. Environ. Microbiol.* 65:3233-3235.
- Isolauri, E., E. Salminen and S. Salminen. 1998. Lactic acid bacteria and immune modulation. En el libro: *Lactic acid bacteria: microbiology and functional aspects* (S. Salminen, A. von Wright y A. Owehand,). 255-268 pp.
- Isolauri, E., Y. Siitas, P. Kankaanpaa, H. Arvilommi and S. Salminen. 2001. Probiotics: effects on immunity. *American Journal of Clinical Nutrition*. 73 (suppl): 444S–450S.
- Jordan, D. and S.A. McEwen. 1998. Effect of duration of fasting and a short-term high-roughage ration on the concentration of *Escherichia coli* biotype 1 in cattle feces. *J. Food Prot.* 61:531-534.
- Kimura, K., A. McCartney, M. McConell and G. Tannock. 1997. Analysis of fecal populations of bifidobacteria and lactobacilli and investigation of the immunological response of their human hosts to predominant strains. *Ross Tech. Boletín Técnico* 99/37.
- López, S., C. Valdés, C.J. Newbold and R.J. Wallace. 1999. Decreased methane production and altered fermentation in response to the addition of fumaric acid to the rumen simulation technique (Rusitec). *Br. J. Nutr.* 81: 59-64.
- Macedo, R. y V. Arredondo. 2008. Efecto del sexo, tipo de nacimiento y lactancia crecimiento de ovinos Pelibuey en manejo intensivo. *Archivos de Zootecnia*. 57 (218) pp. 219-228.
- Macedo, R., V. Arredondo, J. Rodríguez, J. Ramírez y B. López B. 2010. Efecto del sistema de producción, de la época de nacimiento y del sexo sobre la mortalidad neonatal de corderos Pelibuey *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 12 (1) pp. 77-84.
- Malik, R. C., M. A. Razzaque, M.A.T. Aali, N.M. Al- Khozam, T.A. Al-Mutawa and S. Abbas. 1998. Factors affecting preweaning lamb survival in continuously housed sheep. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 38:795-799.

- Mata, E. A. 2013. Evaluación de tres razas ovinas paternas en el comportamiento productivo de coderos del nacimiento al peso de sacrificio. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo, Texcoco, Edo. De México.
- Miller-Webster, T.K., J.H., Herbein and C.E. Polan. 2002. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids in continuous culture fermenters during digestion of orchardgrass or red clover with three levels of ground corn supplementation. *J. Anim. Sci.* 81:1611-1627.
- Mireles, M. E. J., MT. Valencia y I. Gutiérrez. 2010. Parasitosis gastrointestinal natural y la ganancia diaria de peso de corderos lactantes en el trópico seco de Guerrero, México. *REDVET.* 11(1): 1-9.
- Miron, J., D. Ben-Ghedalia and M. Morrison. 2001. Invited Review: Adhesion mechanisms of rumen cellulolytic bacteria. *J Dairy Sci* 84:1294–1309.
- Montaldo, H, H., C. Serrano, Y. Sulaiman, J. Osorios, A. Ortiz y R.B. Angulo. 2011. Crecimiento y comportamiento reproductivo de ovinos Poll Dorset y Suffolk bajo condiciones intensivas. *Revista Mexicana Ciencia Pecuaria Vol. 2 (4):* 359-369.
- Montero, L.M., F.I. Juarez y H.S. Garcia. 2009. Suero de leche fermentado con lactobacilos para la alimentación de becerros en el trópico. *Agrociencia* 43 (6): 585-593.
- Mora, J.G., R. Bárcena, G. D. Mendoza, S. S. González y José G. Herrera. 2002. Respuesta productiva y fermentación ruminal en borregos alimentados con grano de sorgo tratado con amilasas. *Agrociencia* 36: 31-39.
- Muller, R. E., J. M. Asplund and E. L. Lannotti. 1984. *Appl. Environ. Microbiol.* 47:715.
- Newbold, C. J., R. J. Wallace, X. B. Chen and F. M. McIntosh. 1995. Different strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers in vitro and sheep. *J. Anim. Sci.* 69:4628-4633.
- Nisbet, D.J. and S.A. Martin. 1990a. Effect of dicarboxylic acids and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on lactate uptake by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. *Appl. Environ. Microbiol.* 56:3515-3518.
- Nisbet, D.J. and S.A. Martin. 1991b. Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on lactate utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. *J. Anim. Sci.* 69: 4628-4633.

- NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. National Research Council Sheep, goats and cervids and new world camelids. National Academy Press. Washington, D. C. pp. 362.
- Oeztuerk, H., B. Schroeder, M. Beyerbach, and G. Breves. 2005. Influence of living and autoclaved yeast of *saccharomyces boulardii* on vitro ruminal microbial metabolism. J. Dairy Sci. 88. 2594-2600.
- Oh, J. H., I. D. Hume and D. T. Torrell. 1972. Journal animal Sci. 35:450.
- Ørskov, E. R. 1988. Nutrición proteica de los rumiantes. Ed. Acibia, S.A. Zaragoza, España.
- Ouwehand, A. C., S. Salminen y E Isolauri (2002) Probiotics: an overview of beneficial effects. Ant Van Leeuw 82:279–289.
- Palencia, S. S., L. Cespedes, Y. Nuviola, I. Reyes, R.R. Arnol, O. Vallejo, Y. Rodríguez, V. Soto, A. Blanco. 2005. La cepa del yogur como probiótico, una alternativa en la salud y mejora del ternero. Revista electrónica de veterinaria REDVET. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Granma, Cuba. 6 (9):5-10.
- Pulverer G., K. Lioe and J. Beuth. 1997. Microflora-associated defense stimulating factors. Scand. J. Gastroenterol. Suppl. 228(3): 107-111.
- Ramírez, B. E., E. Hernández, L.M. Hernández y J.L. Tórtora. 2004. Efecto de un suplemento parenteral con selenito de sodio en la mortalidad de corderos y los valores hemáticos de selenio. Agrociencia. 38:43-51.
- Reséndiz, H. M., J.R. Bárcena, M.M. Crosby, M. Cobos, J. Herrera, P. A. Hernández y L. Carreón. 2012. Efecto del selenio y cromo orgánico y *saccharomyces cerevisiae* en la degradación in situ de la dieta, fermentación ruminal y crecimiento de borregos. Agrociencia 46 (8): 745-755.
- Rios, U. Á., R. Calderón, J. Lagunes y J. Oliva. 2014. Ganancia de peso predestete en corderos Pelibuey y sus cruces con Blackbelly, Dorper y Katahdin. Nova Scientia. 6 (12): 272-286.
- Rodríguez, G. J. A., S.G. Bernal, B.A. Aguilera, S.T. Reis, M.J. Guerrero. 2007. Productividad de ovinos blackbelly durante la etapa de lactancia suplementados con cultivos de levadura de *saccharomyces cerevisiae*. XII Congreso bienal amena, Veracruz. Dr. Alberto Rivera Brechu.

- Rodríguez A., L. C., G. D. Mendoza, N. Mota, A. I. Osorio, H. Lee y P. A. Hernández. 2011. Efecto del selenio y cromo orgánicos sobre el comportamiento de ovinos en finalización. Nota técnica. *Revista Científica*. 11(2): 152-155.
- Romero, M. R. D., P.R.H. Pedrozo y E. Vera, 2001. La cryptosporidiosis en los terneros recién nacidos. Su etiología, patogenia, síntomas, tratamiento y profilaxis. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. *Revista de Ciencia y Tecnología*. UNA. 1(3).
- Russell, J.B. and P.J. Van Soest. 1984. In vitro ruminal fermentation of organic acids common in forage. *Appl. Environ. Microbiol.* 47: 155-159.
- Sainsbury D. 1992. Protecting Against Stress. *Probiotics Boots Natural Resistance*. *World Poultry*. 8 (10): 59-61.
- Sainsbury D. 1993. Protecting against stress. *Probiotics boots natural resistance*. *Pigs*. January/February, pag. 32.
- SAS. 2003. The SAS system for Windows. Release 9.1.3. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.
- Schichowski, C., E. Moors and M. Gauly. 2008. Effects of weaning lambs in two stages or by abrupt separation on their behavior and growth rate. *J. Anim. Sci.* 2008. 86: 220–225.
- Schaefer, D. M., C. L. Davis and M. P. Bryant. 1980. Ammonia saturation constants for predominant species of rumen bacteria. *J. Dairy Sci.* 63(8):1248.
- Scott, T., C. Wilson, D. Bailey, T. Klopfenstein, T. Milton, R. Moxley, D. Smith, J. Gray and L. Hungerford. 2000. Influence of diet on total and acid resistant E. coli and colonic pH. *Nebraska Beef Rep.* 39-41.
- Sharif, L., J. Obeidat, and F. Al-Ani. 2005. Risk factors for lamb and kid mortality in sheep and goat farms in Jordán. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*. 8 (2):99-108.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2015. <http://www.siap.gob.mx>.
- Tang, S. X., G. O. Tayo, Z.L. Tan, Z. H. Sun, L. X. Shen, C. S. Zhou, W. J. Xiao, G. P. Ren, X. F. Han and S. B. Shen. 2008. Effects of yeast culture and fibrolytic enzyme supplementation on in vitro fermentation characteristics of low-quality cereal straws. *J. Anim. Sci.* 86: 1164-1172.

- Tejido M.L., M.J. Ranilla, R. García-Martínez and M.D. Carro. 2005. In vitro microbial growth and rumen fermentation of different diets as affected by the addition of disodium malate. *Anim. Sci.* 81:31-38.
- Therion, J. A., A. Kistner and J. H. Kornelius. 1982. *Appl. Environ. Microbiol.* 44:428.
- Tkalcic, S., C. A. Brown, B. G. Harmon, A.V. Jain, E.P. Mueller, A. Parks, K.L. Jacobsen, S.A. Martin, T. Zhao and M.P. Doyle. 2000. Effects of diet on rumen proliferation and fecal shedding of *Escherichia coli* O157:H7 in calves. *J Food Prot* 63:1630-1163.
- Timmerman, H. M., L. Mulder, H. Everts, D. C. van Espen, E. van der Wall, G. Klaassen, S. M. G. Rouwers, R. Hartemink, F. M. Rombouts, and A. C. Beynen. 2005. Health and growth of veal calves fed milk replacers with or without probiotics. *J. Dairy Sci.* 88:2154–2165.
- Trivedi, M. M., S. Parnerkar and A.M. Patel. 2005. Effect of Feeding Non-conventional Creep Mixtures on Growth Performance of Pre-weaned Lambs. *International journal of agriculture & biology.* 7(2): 176-179.
- Van der Aa Kühle, A., K. Skovgaard and L. Jespersen. 2005. In vitro screening of probiotic properties of *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* and food-borne *Saccharomyces cerevisiae* strains, *Int. J. Food Microbiol.* 101 (1): 29–39.
- Vázquez, S.M., H. Suárez y S. Zapata. 2009. Utilización de sustancias antimicrobianas producidas por bacterias ácido lácticas en la conservación de la carne. *Revista Chilena de Nutrición.* 36(1):64-71.
- Velázquez, A.J., M. González., J. Perezgrovas., J. Bórquez, y I. Domínguez. 2011. Producción, digestibilidad y rentabilidad en corderos de dietas con vainas de *Acacia farnesiana*. *Archivos de Zootecnia.* 60 (231):479-488.
- Wiedmeier, R. D., M. J. Arambel and J. L. Walters. 1987. Effect of yeast culture and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on ruminal characteristics and nutrient digestibility. *J. Dairy Sci.* 70:2063.
- Williams, P.E.V., C.A.G. Tait, G.M. Innes and C.J. Newbold. 1991. Effects of the inclusions of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet dairy cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of steers. *J. Anim. Sci.* 69:3016-3026.

- Witchell, I. G. y R. Kenworthy. 1976. Investigations on a metabolite from *Lactobacillus bulgaricus*, which neutralizes the effect of enterotoxin from *Escherichia coli* pathogenic for pig. J. Appl. Bacterid. 41: 163-174.
- Yokoyama, M. T and K.A.Johnson. 1993. Microbiología del rumen e intestino. Citado por Church, D. C. 1993. El ruminante fisiología digestiva y nutrición. Ed. Acribia, Zaragoza pp. 146-148.
- Yoon, I.K. and M.D. Stern. 1995. Influence of direct-fed microbials on ruminal fermentation and performance of ruminants: A review. Austr. Asian J. Anim. Sci. 8:533-555.
- Zanton, G. I. and A. J. Heinrich. 2008. Analysis of nitrogen utilization and excretion in growing dairy cattle. J. Dairy Sci. 91: 1519-1533.
- Zapata, M.C. 2011. Valoración de los efectos del cultivo de lactobacilos (vitafert) en la cría de terneros en Tabasco. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco.

