

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**Digestibilidad de materia seca *In Vitro* y contenido
energético de dietas adicionadas con IgY y
NUPRO**

**Por:
Rebeca González Dávila Treviño**

Tesis

Requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

Digestibilidad de materia seca *In Vitro* y contenido energético de dietas adicionadas con IgY y NUPRO

Por:

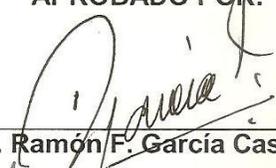
Rebeca González Dávila Treviño

Tesis

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADO POR:



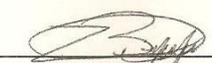
Dr. Ramón F. García Castillo

Director



M.C. Antonio Valdéz Oyervides

Co-Director



Ing. Teresa Bautista Castillo

Asesor



Ing. José Amando Rodríguez Galindo

Asesor



Dr. Ramiro López Trujillo

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila

Junio 2013

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme salud y fuerza para superar cada obstáculo en el camino. Por darme una familia extraordinaria de la que estoy agradecida.

A MIS PAPAS

Ricardo González Dávila Garay y María Luisa Treviño Galván porque confiaron en mí, me dieron el apoyo incondicional y me impulsaron en los momentos más difíciles de la carrera, dándome su ejemplo de esfuerzo, perseverancia, sacrificio y de no rendirme jamás. Por enseñarme desde pequeña lo que me encanta y es nuestro estilo de vida.

A MI ABUELO

Julio González Dávila porque a pesar de que no estuvo conmigo físicamente, siempre está ayudándome y poniéndome las cosas en el momento justo. Por dejar una gran historia de la que me siento orgullosa y de los valores que me ha transmitido.

AGRADECIMIENTO

A mis tías Elena González Dávila Garay y Rebeca Benita González Dávila Garay por ser las mejores y estar siempre presentes en cada proyecto de mi vida, son admirables.

A mis abuelos Jaime Treviño Martínez y María Luisa Galván Martínez; a mi abuela que está en cielo Elena Garay Tirado, por las eternas bendiciones que me brindaron y porque siempre estuve en sus oraciones.

A Diana Isabel Ramos Aguilar y Neva Denise Gutiérrez Ramírez por esa eterna amistad e infinitas vivencias. Por compartir esta estancia en Saltillo como solo nosotras pudimos disfrutar.

A Rogelio Humberto Reséndiz Garza por acompañarme en el trayecto y ayudarme a que todo fuera más fácil, por compartir conmigo las alegrías y fracasos sin importar las circunstancias.

Al Dr. Ramón F. García Castillo por su paciencia y colaboración en este trabajo; la ayuda, los consejos y la enseñanza de los que estoy agradecida.

A Teresa Bautista Castillo mi más sincero agradecimiento por su ayuda, sin ella este trabajo no se habría realizado.

MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA

La suscrita Rebeca González Dávila Treviño, estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula 293490 y autor de esta presente tesis, manifiesto que:

- 1.- Reconozco que el plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.
- 2.- Las ideas, opiniones datos e información publicadas por otros autores y utilizadas en la presente Tesis, han sido debidamente citadas reconociendo la autoría de la fuente original.
- 3.- Toda la información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redactado según su criterio y apreciación, de tal manera que no se ha incurrido en el "copiado y pegado" de dicha información.
- 4.- Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía y manifiesto no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.
- 5.- Entiendo que la función y alcance de mi Comité de Asesoría, está circunscrito a la orientación y guía respecto a la metodología de la investigación realizada por la siguiente Tesis, así como del análisis e interpretación de los resultados obtenidos, y por lo tanto eximo de toda responsabilidad relacionada al plagio académico a mi Comité de Asesoría y acepto que cualquier responsabilidad al respecto es únicamente por parte mía.

 ATTE

Rebeca González Dávila Treviño

Tesista de Licenciatura/UAAAN

Resumen

Se evaluaron cuatro tratamientos. El T1 o testigo solo contenía el concentrado alimenticio para los corderos, el T2 contenía el concentrado y la adición de inmunoglobulina (IgY) al 1.25%; el T3 Núcleo proteico (NUPRO) al 4%; y el T4 conteniendo ambos aditivos al 1.25% y 4% respectivamente. Con esto se formaron 4 tratamientos y se sometieron a una prueba de Digestibilidad *In Vitro* de materia seca (DIVMS). Se estudio la DIVMS y el contenido energético de las dietas. Se utilizó un análisis de varianza completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 2. Los coeficientes de DIVMS como del contenido energético no fueron significativos ($P \geq 0.05$) en ninguno de los tratamientos. Se recomienda realizar investigación en comportamiento biológico y efectos metabólicos de los productos utilizados en éste trabajo.

Palabras clave: Digestibilidad, inmunoglobulina, núcleo proteico, materia seca, concentrado.

Abstract

Four treatments were evaluated. The witness T1 or containing only food concentrate for lambs, T2 containing the concentrate and the addition of immunoglobulin (IgY) to 1.25%, the core protein T3 (NUPRO) 4%, and T4 both containing additives to 1.25% and 4% respectively. With 4 treatments that were formed and subjected to a test in vitro digestibility of dry matter (IVDMD). IVDMD was studied and the energy content of the diets. We used analysis of variance under completely randomized 2 x 2 factorial. DIVMS coefficients and energy content were not significant ($P \geq 0.05$) in any of the treatments. Research is recommended biological behavior and metabolic effects of the products used in this work.

Keywords: Digestibility, immunoglobulin, core protein, dry matter, concentrate.

Índice

CONTENIDO	PAGINA
Contenido	II
Dedicatorias	III
Agradecimientos	IV
Manifiesto de honestidad	V
Resumen	VI
Índice	VII
Índice de cuadros	IX
Índice de gráficas	X
I. Introducción	1
1.1 Objetivo general	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Hipótesis	2
II. Revisión de literatura	2
2.1 Conceptos generales	2
2.2 Materia seca	3
2.3 Características del alimento	4
2.4 Probióticos	5
2.5 Digestibilidad <i>In Vitro</i> de la materia seca	6
2.6 Nucleoprotéico	6
2.7 Anticuerpo de yema de huevo	7
2.8 Sistema inmunológico	8

2.9 Oligosacáridos mananos	12
III. Materiales y Métodos	13
3.1 Ubicación del experimento	13
3.2 Tratamientos experimentales	13
3.3 Análisis de las dietas	14
3.4 Estimación de los valores energéticos de las dietas ...	15
3.5 Análisis estadístico	15
IV. Resultados y Discusión	16
4.1 Digestibilidad <i>In Vitro</i> de la materia seca	16
4.2 Contenido energético	16
V. Conclusiones y Recomendaciones	23
VI. Literatura citada	24
Anexo	24
A-1 Digestibilidad <i>In Vitro</i> de materia seca.....	29
A-2 Digestibilidad <i>In Vitro</i> Energía Digestible	29
A-3 Digestibilidad <i>In Vitro</i> Energía Metabolizable	29
A-4 Digestibilidad <i>In Vitro</i> Energía Neta de mantenimiento	30
A-5 Digestibilidad <i>In Vitro</i> Energía Neta de ganancia	30
A-6 Digestibilidad <i>In Vitro</i> Energía de lactancia	30

Índice de cuadros

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1 Caracterización del alimento en materia seca, materia orgánica y sus principales componentes	4
Cuadro 2 Dietas experimentales con NUPRO, yema de huevo y ambos	14
Cuadro 3 Digestibilidad <i>In Vitro</i> de materia seca y contenido energético de dietas para corderos suplementados con NUPRO y anticuerpo de yema de huevo	19

Índice de graficas

GRAFICA	PÁGINA
Grafica 1 DIVMS (%).....	20
Grafica 2 Energía Digestible (Mcal/kg)	20
Grafica 3 Energía Metabolizable (Mcal/kg)	21
Grafica 4 Energía Neta de mantenimiento (Mcal/kg).....	21
Grafica 5 Energía Neta de ganancia (Mcal/kg).....	22
Grafica 6 Energía Neta para lactancia (Mcal/kg).....	22

I. INTRODUCCIÓN

Los seres humanos requerimos de los granos tanto para nuestra alimentación como para la elaboración de combustibles no fósiles, esto ha ocasionado un incremento en el precio al consumidor final aunado a los incrementos a los costos de producción.

En México y en el mundo se ha hecho indispensable optimizar el uso de éstos alimentos pecuarios, y su dependencia a granos y semillas en particular para la producción animal. Una de las formas de optimizar los granos y forrajes es incrementando la aceptación y digestibilidad de los mismos. Aunado a esto, un alto porcentaje de la ingesta diaria de los animales es materia seca; debemos demostrar interés por incrementar la digestibilidad de la dieta (Salinas *et al.* 2011).

Productos que pueden mejorar la digestibilidad de la dieta se agregan con el fin de proporcionar al animal proteínas obtenidas de *Saccharomyces Cerevisiae* con excelente contenido de nucleótidos y polipéptidos conocidos como núcleo proteico (NUPRO). Así como yema de huevo de gallina por su contenido de IgY lo que causa respuesta de inmunidad al evitar la presencia de microorganismos patógenos (Owusu-Asied *et al.* 2003).

1.1 Objetivo General

Evaluar el efecto independiente del NUPRO y anticuerpos de yema de huevo (IgY) y la inclusión de ambos aditivos en dietas para corderos por medio de la digestibilidad *In Vitro* de materia seca (D/VMS).

1.2 Justificación

Estudiar el efecto de la inclusión de NUPRO, yema de huevo (IgY) o ambos en dietas para corderos, para determinar si solos o en combinación mejoran la digestibilidad de la materia seca (D/VMS).

1.3 Hipótesis

H₀: Dietas conteniendo NUPRO, anticuerpos de yema de huevo, y la inclusión de los dos productos no mejoran la D/VMS.

H_a: Dietas conteniendo NUPRO, anticuerpos de yema de huevo, y la inclusión de los dos productos mejoran la D/VMS.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Conceptos generales

Éste trabajo se orienta al estudio de la D/VMS en dietas para ovinos utilizando dos productos que existen actualmente en el mercado como marcas comerciales. Un núcleo proteico extraído de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, NUPRO® Alltech de México S.A. de C.V. y el anticuerpo obtenido de la yema de huevo elaborado por AOVA, EEUU.

El incremento en la digestibilidad en los alimentos ofrecidos a los animales domésticos, redundará no solo en más y mejores niveles nutricionales sino, en un incremento de los ingresos reales de los productores pecuarios.

2.2 Materia Seca (MS)

Es la cantidad de alimento menos la cantidad de agua contenida en dicho alimento; en otras palabras, si una muestra de alimento "X" se somete a un calor moderado (típicamente $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta peso constante), lo que queda es la porción de materia seca parcial de ese alimento (Ramirez, 2011). Estas muestras de MS contendrá aproximadamente 12 a 15% de agua (AOAC, 1997).

Al tener claro lo que es materia seca, nuestro interés es la D/VMS. Ésta se define como la forma de medir el aprovechamiento de cada alimento, es decir, la capacidad con que es convertido el alimento dentro del aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición. Básicamente comprende dos procesos; la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimento y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos y ácidos grasos) en el intestino (Manríquez, 1994).

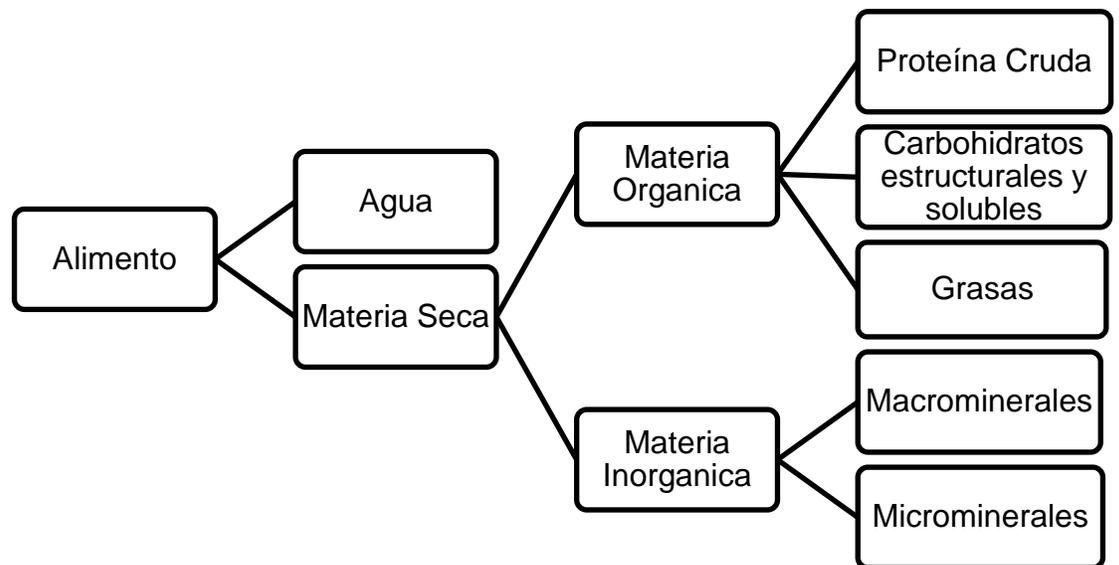
La digestibilidad en los rumiantes comprenden todos los procesos que sufren los alimentos en el tracto digestivo, desde la masticación y mezcla de los alimentos con la saliva en la boca, hidrólisis química y absorción de nutrientes así como la expulsión de los materiales no digeridos (Flores, 1986).

Un alimento ingerido y que por lo tanto penetra en el tubo digestivo, no es retenido totalmente por el organismo. Parte del mismo que no ha sufrido la acción de los jugos digestivos o ataques

microbianos y no fue absorbido, aparece en el excremento. En consecuencia, el rendimiento de las acciones digestivas se caracteriza por el llamado coeficiente de digestibilidad (Besse, 1977). Por otro lado, Stein y Moughan, (2007) definen de manera propia la digestibilidad de un alimento como la fracción de alimento consumido que no aparece en las heces y por lo tanto es digerido en el tracto gastrointestinal.

2.3 Características del alimento

Los alimentos y forrajes de baja digestibilidad no benefician la alimentación animal. Aunque consuman grandes cantidades de éstos, son parcialmente digeridos y menos absorbidos. Lo que puede causar desnutrición y muerte por anemia. De ahí la importancia de incrementar la D/VMS de los alimentos **(Cuadro 1)**.



Cuadro 1.- Caracterización del alimento en materia seca, materia orgánica y sus principales componentes.

2.4 Probióticos

Las levaduras (*Saccharomyces spp*) son sin duda los probióticos más utilizados en la nutrición animal, tanto en no rumiantes como en rumiantes. Existe un relativo consenso de que las mejores respuestas en rumiantes se han observado en el caso de vacas lecheras, y los efectos reconocidos en rumiantes se atribuyen al aumento de la celulosis ruminal y del flujo de energía microbiana al intestino (Van Vuuren, 2003).

Debido a lo anterior se justifica el empleo de enzimas y levaduras en la alimentación de rumiantes, ya que puede mejorar la digestibilidad ruminal y su utilización por el animal para transformar y aumentar la calidad de la leche y el crecimiento de animales (Yang *et al.* 1999).

Beauchemin y Rode (1996); Hristov *et al.* (1999) justifican el uso de enzimas en rumiantes, por dos motivos:

1. La DMO en rumiantes raramente supera el 90% y resulta con frecuencia considerablemente menor.
2. Se dispone actualmente con nuevos alimentos para rumiantes, muchos de ellos subproductos de baja calidad, en los que las enzimas pueden ser de especial utilidad para mejorar sus posibilidades digestivas (Caja *et al.* 2003).

2.5 Digestibilidad *In Vitro* de la materia seca (D/VMS)

Esta técnica se basa en dos etapas. En la primera se realiza una fermentación microbial de la muestra en estudio en líquido ruminal y saliva artificial utilizados como inóculo, la segunda etapa es comparativa a lo que sucede en el abomaso; al agregar pepsina ácido (Castellanos *et al.* 1990).

Por otro lado, Van Soest, (1994) nos dice que la secuencia de todos los procedimientos *In Vitro* del rumen, es una fermentación anaerobia de un simple sustrato en un medio y un filtrado de líquido ruminal seguido de una medición final. El medio es usualmente una solución búfer simulando la saliva del rumiante. A diferencia del rumen, los sistemas *In Vitro* no tienen un abastecimiento continuo de saliva la cual puede abastecer nitrógeno. El tiempo de la fermentación es comúnmente 48 horas para la estimación de la digestibilidad, aunque otros periodos de tiempo que van de 3 a varios cientos de horas han sido usados para estimar la tasa de fermentación. La toma voluntaria es más relacionada a un valor de 6 horas y la digestibilidad es mejor asociada a un valor de 36 a 48 horas. Extensos periodos son requeridos para mayores magnitudes.

2.6 Núcleo proteico (NUPRO)

La reducción del uso global de promotores de crecimiento y la necesidad de maximizar la protección contra micotoxinas ha ocasionado el aumento exponencial del uso de fracciones de pared celular de levaduras en alimentos para animales en años recientes. La fracción manano de la pared celular es empleada para proporcionar oligosacáridos mananos en la dieta para modular la respuesta inmune, mientras que la fracción de glucanos es la base de un adsorbente de micotoxinas patentado y probado.

Cuando se produce el material de pared celular de levadura el resultado es una cantidad igual de extracto de levadura (el contenido de la célula de levadura). Este material de alta calidad, rico en proteínas, vitaminas y minerales, es un ingrediente clave en casi todos los alimentos desde las sopas hasta las galletas, caramelos, etc. Aun cuando los nutricionistas animales han encontrado en el extracto de levadura un atractivo ingrediente potencial, su precio en el mercado de proveedores de alimentos para humanos ha hecho prohibitivo su uso en alimentación animal (InfoPork).

En este punto es necesario hacer unas precisiones con respecto a algunos términos:

2.7 Anticuerpos de yema de huevo (IgY)

La IgY predomina en la yema y comparada con la de los mamíferos presenta ventaja: es muy económica, se puede producir en grandes cantidades, se evita sangrado animal, no presenta reacciones cruzadas con los factores reumatoides y, en los humanos, no presenta reacción de anticuerpos anti ratón.

En muchos estudios se ha demostrado que la IgY de pollo presenta afinidad y sensibilidad similares a la IgG de mamíferos y además la genética que separa a los mamíferos de las aves la IgY de pollo puede reconocer proteínas mamíferas altamente conservadas, o péptidos que serian indetectables con otros animales. Por esta razón, la IgY de pollo es muy útil como agente inmunoproláctico o inmunoterapéutico.

Los agentes víricos o bacterianos basan su patogenicidad en su habilidad para adherirse a las células epiteliales de los tractos

respiratorios o intestinales, se ha demostrado que el tratamiento con soluciones de IgY específicamente dirigidos contra antígenos de *Salmonella*, son capaces de inhibir la adhesión de esta bacteria a las células epiteliales.

Actualmente ya se comercializan alimentos que contienen IgY antigliadina (proteína del gluten) que se consumen directamente como huevos frescos, en polvo, o agregados a diversos alimentos; por supuesto, esto en lo referente a la alimentación humana.

No hay duda que los anticuerpos de pollo pueden ser actualmente producidos y que su empleo tiene ventajas significativas sobre los anticuerpos de mamíferos, es por eso que cada vez más científicos de diferentes campos (veterinaria y medicina humana) se encuentran interesados en este tema. Así, se intensificaran las formulaciones de huevo conteniendo anticuerpos contra una variedad de microorganismos y parásitos intestinales (ILH, 2008).

2.8 Sistema inmunológico

Definitivamente un animal sano obtendrá mayores ganancias de peso, mayor producción lechera, en general mayor desarrollo, esto está fuera de cualquier duda. En otras palabras si logramos que el sistema inmunológico de nuestros animales se active lo menos posible durante su vida obtendremos un incremento en la producción de nuestros animales. Tomemos en cuenta lo siguiente.

Cuando se activa el sistema inmunológico un número importante de células especializadas, proteínas y moléculas señaladoras, se producen rápidamente y se movilizan para detener cualquier amenaza real o aparente. Proporcionar esta vigilancia y flexibilidad representa un alto costo metabólico. Así que la eliminación de una excesiva activación

del sistema inmunológico puede liberar recursos metabólicos (energía y nutrientes) para utilizarse en otra parte, como en el crecimiento y en la reproducción. De hecho los drásticos incrementos en la producción animal realizados en esta área de control avanzado de enfermedades, sanidad y bioseguridad han sido atribuidos primariamente a la minimización de la activación del sistema inmunológico (Cook, 1999).

Muchas actividades del sistema inmunológico se concentran en el intestino, el cual tiene más del 70% de las células inmunológicas del cuerpo (Gashins, 1997). El tejido del intestino es el 5% del peso total del cuerpo; sin embargo, el responsable del 15 al 35% del consumo de oxígeno y de la síntesis de proteínas (Edelstone y Holzman, 1981; McNurland y Garlick, 1980). Lo cual representa un tremendo gasto en energía metabólica.

Los desafíos entéricos pueden reducir la ganancia de peso, el consumo de alimento, la eficiencia alimenticia, la supervivencia, la uniformidad, la masa muscular magra y la habilidad para adaptarse a las condiciones del medio ambiente. Es por esto que lograr una salud óptima del intestino debería ser el interés principal de los productores que buscan un alto rendimiento animal.

Los animales desarrollados en un ambiente libre de gérmenes crecen mucho más rápido que sus contrapartes convencionales (Lev, 1961). Éste efecto se puede ver si la única bacteria presente es la llamada “bacteria buena” o lactobacillus (Loynachan, 2005). Es por esta razón -por la cual- los antibióticos promotores del crecimiento se usan tan ampliamente. Esto es, el efecto promotor de crecimiento de los antibióticos provocan una reducción en los costos energéticos al haber ausencia de enfermedad.

Aunque las bacterias intestinales son frecuentemente la causa de la inflamación intestinal, la mejor respuesta quizás no está en eliminar

por completo la población microbiológica con antibióticos de amplio espectro. Una flora saludable confiere resistencia a cepas patógenas. La exitosa y amplia comercialización de prebióticos para mejorar la salud intestinal comprueba la importancia de mantener un tracto digestivo poblado (Decuypere, 2003).

En teoría, la carga patógena se puede reducir dejando intactos los microorganismos benéficos. Este es esencialmente el mecanismo con el que funcionan los prebióticos, pero estos efectos son a menudo débiles y variables. Un método fuerte, básicamente con medicamentos generalmente requiere de un diagnóstico específico. Por ejemplo anticuerpos derivados del huevo contra rotavirus o parvovirus son efectivos para esos virus respectivamente, pero completamente inertes en relación a cualquier otro organismo (Sarker *et al.* 2007; Van Nguyen *et al.* 2006).

Debido a que cada instalación pecuaria y en realidad cada animal tiene un perfil microbiano diferente que cambia con la edad y las condiciones ambientales es muy difícil sino que imposible clasificar claramente que organismos son patógenos o benignos y si, finalmente, un microorganismo pudiera ser identificado y un medicamento diseñado para destruirlo selectivamente. La efectividad de dicho medicamento sería seguramente de corta duración ya que cepas resistentes se desarrollan rápidamente y otros patógenos se introducen para reemplazarlos (Cook, 2009).

Pero hay otras alternativas para tratar los problemas de inflamación intestinal y activación del sistema inmunológico. En vez de dirigirse a entidades exógenas en el tracto digestivo, se pueden diseñar mecanismos enfocados al huésped. Estos funcionan en la propia fisiología del animal que limita los recursos metabólicos desperdiciados en respuestas excesivas a la inflamación para que el crecimiento y la producción se optimicen. No hay necesidad de identificar patógenos

específicos ni se desarrolla resistencia al dirigirse a metas bioquímicas en el huésped mismo (Cook, 2009).

El manejo de la producción pecuaria con máxima productividad hoy en día requiere una multitud de bien informadas decisiones en todas las áreas tales como instalaciones, genética, mercados y fisiología. La inflamación intestinal es una pieza importante de este rompecabezas. La actualización en la información tanto nutricional como sanitaria es importante para llegar a tener un aprovechamiento óptimo de recurso (Cook, 1999).

En medicina veterinaria la compañía Aova Technologies utilizó un anticuerpo contra la enzima del huésped, la fosfolipasa A2 (PLA2). Esta es el agente clave en la respuesta inflamatoria en los vertebrados. Además, esta enzima habilita uno de los primeros pasos metabólicos en el proceso inflamatorio (Cook, 2009).

Estos productos son administrados como aditivo alimenticio y funciona en el intestino independientemente de los probióticos y de los antibióticos promotores del crecimiento. Es importante mencionar que esto no cambia el estado inmunológico del animal, el cual continúa siendo capaz de dar una respuesta efectiva y completa ante retos agudos de la salud (Cook, 2009).

En estudios hechos en cerdos en una muestra de 500 lechones los grupos que recibieron los productos de AOVA la conversión alimenticia fue mejor y tuvieron menores costos en tratamientos médicos y casi la mitad de la mortalidad que los grupos de control, demostrando que este tratamiento dirigido al huésped produce ganancias en la producción sin comprometer la eficiencia inmunológica (Cook, 1999).

2.9 Oligosacáridos mananos

Son un tipo de carbohidratos derivados de la pared de la célula de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). Estos oligosacáridos contienen manano un azúcar reconocido por ciertas bacterias, incluyendo muchas variedades de *Escherichia coli* y *Salmonella*.

En el contexto ganadero las enfermedades infecciosas cobran la vida de muchos animales, especialmente en los primeros periodos de crecimiento, lo cual provoca pérdidas económicas importantes.

Ante esta situación, una de las vías de investigación es el desarrollo de oligosacáridos probióticos en animales jóvenes y sanos ya que disminuyen la incidencia en infecciones gastrointestinales. Sin embargo, en individuos con micro flora intestinal ya modificada, avanzados en edad, con problemas crónicos de inflamación intestinal, o con diarreas asociadas a la toma de antibióticos, los resultados no son concluyentes. En definitiva, los oligosacáridos probióticos no eliminan la infección sino que la previenen, siendo esta una forma económica y efectiva de mantener la salud digestiva del ganado. Un ejemplo de estos oligosacáridos probióticos son los oligosacáridos mananos que intervienen de diversas maneras en la salud del intestino actuando evitando las temidas diarreas neonatales y mejorando el sistema inmune y el tránsito intestinal del ganado. De este modo, se logra también un mayor crecimiento y un aumento de la longevidad. (Dominguez-Vergara *et al.* 2009).

Además, los oligosacáridos mananos tienen la capacidad de adherir microorganismos patógenos a ellos, para evitar así la colonización de patógenos que finalmente son excretados (Castillo *et al.* 2007). Este hecho aumenta la velocidad y efectividad de la acción inmune inespecífica (Gómez-Verduzco *et al.* 2009).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del experimento

Éste trabajo se realizó en la Unidad Metabólica y el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Esta se localiza en las coordenadas 25° 21' Latitud Norte y 101° 02' Latitud Oeste a una altura de 1,743 msnm, precipitación media anual de 298.5 mm y una temperatura media anual de 18.18° C. El clima está clasificado como seco o árido (García, 1987).

3.2 Tratamientos experimentales

- Tratamiento 1. Testigo. Sin inclusión de NUPRO® ni anticuerpo de yema de huevo IgY. (SY/SN)
- Tratamiento 2. Sin inclusión de NUPRO®, con inclusión de 0.125% de anticuerpo de yema de huevo IgY. (CY/SN)
- Tratamiento 3. Con inclusión de NUPRO® al 4%, sin inclusión de anticuerpo de yema de huevo IgY. (SY/CN)
- Tratamiento 4. Con inclusión de NUPRO® al 4%, con inclusión de anticuerpo de yema de huevo IgY al 0.125%. (CY/CN)

Ingredientes	TRATAMIENTOS			
	SY/SN	CY/SN	SY/CN	CY/CN
Pasta de soya	20	18.75	0	0
Cascarilla de soya	100	100	100	100
Sorgo molido	185	185	175	175
Sorgo entero	185	185	175	173.75
Grano seco de destilería	160	160	160	160
Salvadillo	250	250	250	250
Melaza	60	60	60	60
Sal	15	15	15	15
Corral ovino 250	25	25	25	25
NUPRO	0	0	40	40
AOVA	0	1.25	0	1.25
Total (kg.)	1000	1000	1000	1000

Cuadro 2.- Dietas experimentales con NUPRO, Yema de huevo y ambos

3.3 Análisis de las dietas

Las muestras fueron pesadas y secadas en la estufa a $60 \pm 5^\circ$ C. Para determinar la D/VMS se aplicó la técnica descrita por Tilley y Terry, (1963) modificada por (Goering y Van Soest., 1979). El licor o inóculo se obtuvo de una cabra de 30 kg PV, provista de una cánula en el rumen.

3.4 Estimación de valores energéticos de las dietas

La energía digestible (ED) Mcal/kg MS se determinó al multiplicar la D/VMS por 4.409 Mcal ED/kg MS. La energía metabolizable (EM) se obtuvo de multiplicar la ED por 82 % (Crampton *et al.* 1968). La energía neta para mantenimiento y para ganancia (ENm) y (ENg) respectivamente con la ecuación propuesta por (Lofgreen y Garret, 1968).

$$\text{Log F} = 2.2577 - 0.02213 (\text{EM})$$

$$\text{ENm} = 77/\text{F}$$

$$\text{ENg} = 2.54 - 0.0314\text{F}$$

La energía neta para lactancia se estimó en base a: Moe y Flatt (1969).

$$\text{ENI (Mcal/kg MS)} = 0.84 \text{ ED (Mcal/kg MS)} - 0.77$$

3.5 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos en la D/VMS fueron evaluados mediante un análisis de varianza completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2 (dos niveles de Yema de huevo y dos niveles de NUPRO) con 4 repeticiones. Para comparación de medias (α 0.05) se utilizó Tukey (Steel y Torrie, 1980).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Digestibilidad *In Vitro* de la materia seca (D/VMS)

Luego de analizar los datos de los resultados (**Cuadro 3**). Se observa, diferencia no significativa ($P \geq 0.05$) entre los coeficientes de D/VMS para la adición de IgY y NUPRO así como para la interacción de éstos dos productos agregados a las dietas. En cuanto a los coeficientes de D/VMS hubo pequeño rango de variación de 2.7%. Esto entre el tratamiento 1 que arroja mayor digestibilidad (70.1%) y el valor de menor digestibilidad (67.4%) del tratamiento 4.

Fuera del análisis estadístico, ya que como hemos visto no fueron afectados los tratamientos, podríamos decir que, en esta investigación los tratamientos presentaron una tendencia ligera lineal al adicionar yema de huevo IgY y NUPRO y al adicionar ambos productos en la dieta.

4.2 Contenido energético (Mcal/kg)

De hecho, los valores encontrados y analizados estadísticamente para contenido energético de las diferentes dietas se observa en todas las variables estudiadas del contenido energético (ED, EM, ENm, ENg, y ENI Mcal/kg), presentan similar comportamiento entre los tratamientos (**Cuadro 3**). El análisis estadístico para estas variables presentan diferencia no significativa ($P \geq 0.05$) entre los tratamientos de las variables estudiadas.

Ya que el resultado de la evaluación de las variables, aunque son estadísticamente iguales, numéricamente son diferentes.

Quizás el que los tratamientos no hayan tenido variaciones en cuanto a la digestibilidad y contenido energético se deba a que NUPRO aporta oligosacáridos mananos provenientes de la fracción manano de la pared celular de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y su función básica es el fortalecimiento de la respuesta inmune. Así mismo, la fracción glucano de la pared celular de la misma levadura, cumple una función adsorbente de micotoxinas, pero no como coadyuvante en la digestión (InfoPork).

Ahora bien, el extracto de levadura o contenido celular de la levadura, aporta proteína de alta calidad, vitaminas y minerales que finalmente serán absorbidos por el sistema digestivo de los animales, pero aparentemente no influyen en la digestión de otros insumos (InfoPork). No presentando efecto asociativo entre los componentes. Se comportan de manera independiente.

Siendo el modo de acción de las levaduras, la adhesión de los agentes patógenos con ayuda de unas pequeñas protuberancias en su superficie que se parecen a pelos, llamadas pili o fimbrias que son ricas en lectinas. Estas lectinas son esenciales para la adhesión de patógenos a las células epiteliales del intestino. Algunos patógenos tienen los pili especializados para unirse a mananos y se centran en el contenido de las células del tracto intestinal. Los oligosacáridos mananos son una fuente rica de manosa lo que les permite absorber y fijar éstas bacterias unidas a la pared intestinal. Como los oligosacáridos mananos no son degradados por enzimas digestivas, porque los animales carecen de enzimas que degraden a los oligosacáridos mananos, estos atraviesan directamente el tracto gastrointestinal arrastrando con ellos los microorganismos patógenos (Technology, 2013).

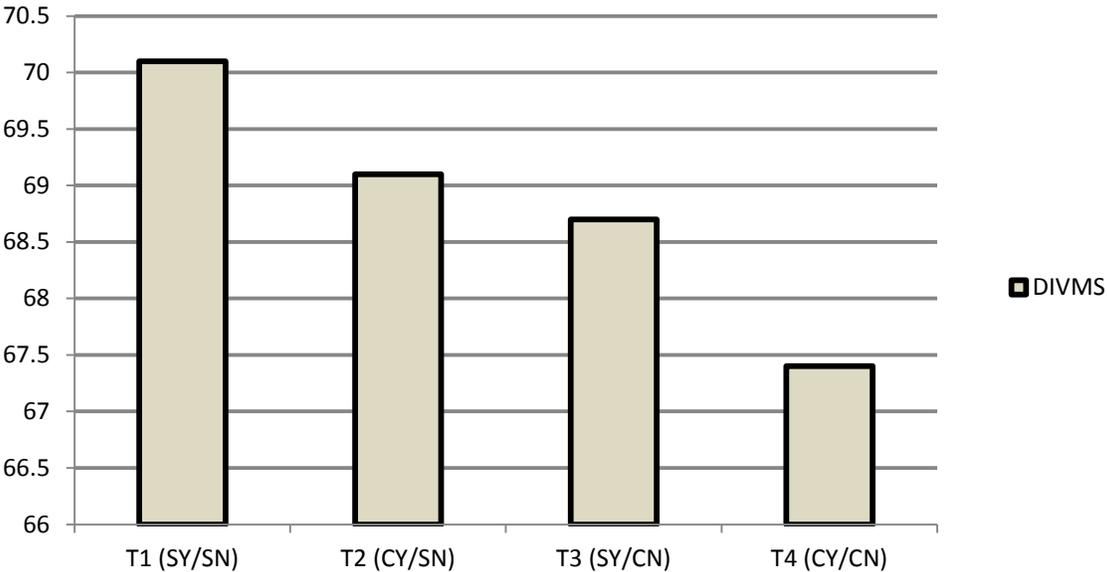
Podemos atribuir también que las aflatoxinas reducen el crecimiento del ganado e incrementan los requerimientos de proteína en la dieta (Butkerati *et al.* 2008).

Tomando en cuenta que la yema de huevo y su inmunoglobulina denominada IgY son capaces de detectar y atacar microorganismos patógenos y virales y de esa manera mantener un alto número de bacterias “buenas” en el tracto digestivo (ILH, 2008). Es probable que la D/VMS no se vea afectada por los niveles de bacterias patógenas o virus que se pudieran encontrar en la mezcla.

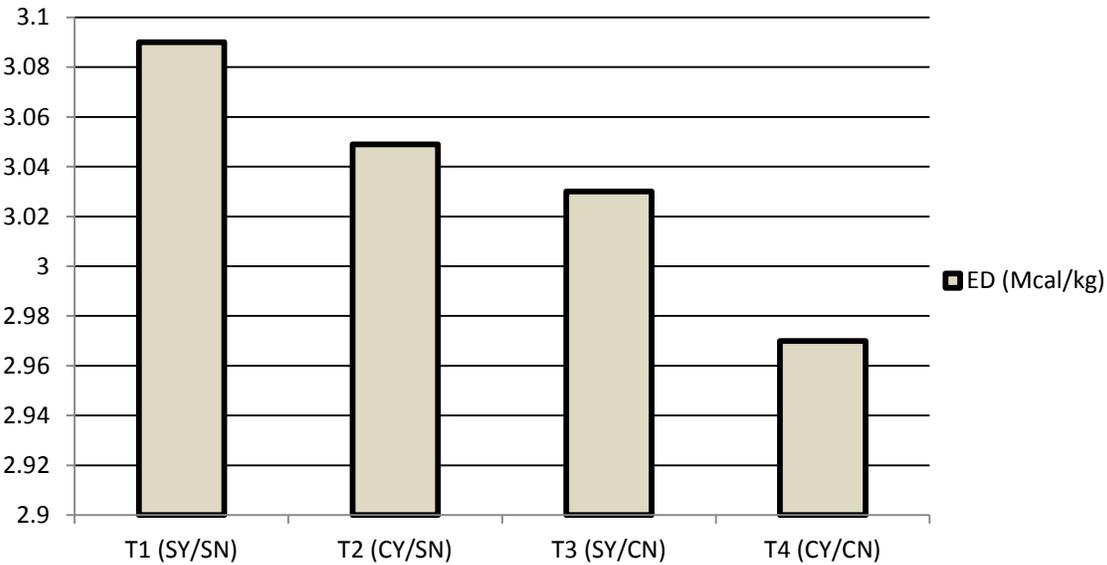
	T1	T2	T3	T4	CV (%)	P>F		
Variables (Mcal/kg)	SY/SN	CY/SN	SY/CN	CY/CN		Y	N	Y/N
D/VMS (%)	70.1	69.1	68.7	67.4	16.05	0.78	0.83	0.97
ED	3.090	3.049	3.030	2.970	16.050	0.780	0.83	0.97
EM	2.536	2.500	2.484	2.435	16.080	0.780	0.83	0.97
EN _m	1.574	1.531	1.519	1.518	20.160	0.820	0.89	0.89
EN _g	0.947	0.939	0.927	0.849	36.310	0.740	0.8	0.83
EN _l	1.741	1.713	1.700	1.660	19.450	0.780	0.84	0.97

Cuadro 3.- D/VMS y contenido energético de dietas para corderos suplementados con NUPRO y Anticuerpo de Yema de Huevo (IgY).

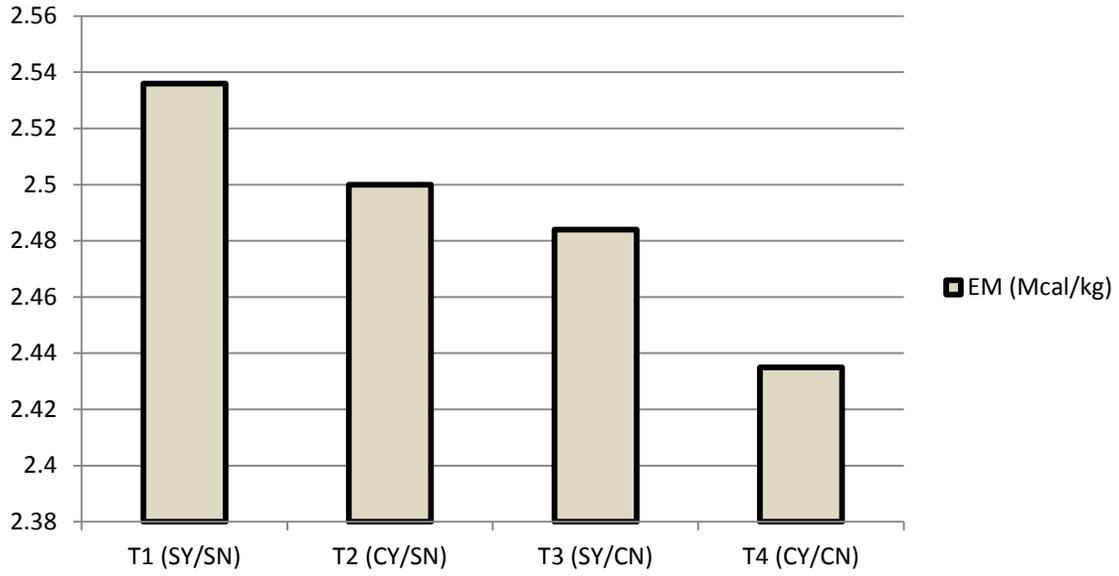
DIVMS (%)



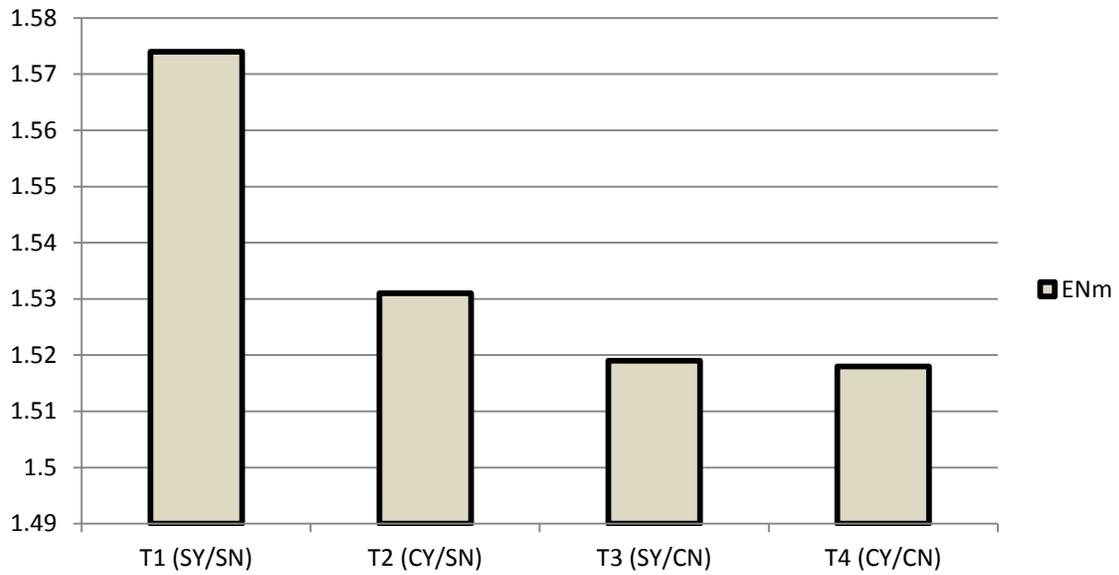
ED (Mcal/kg)



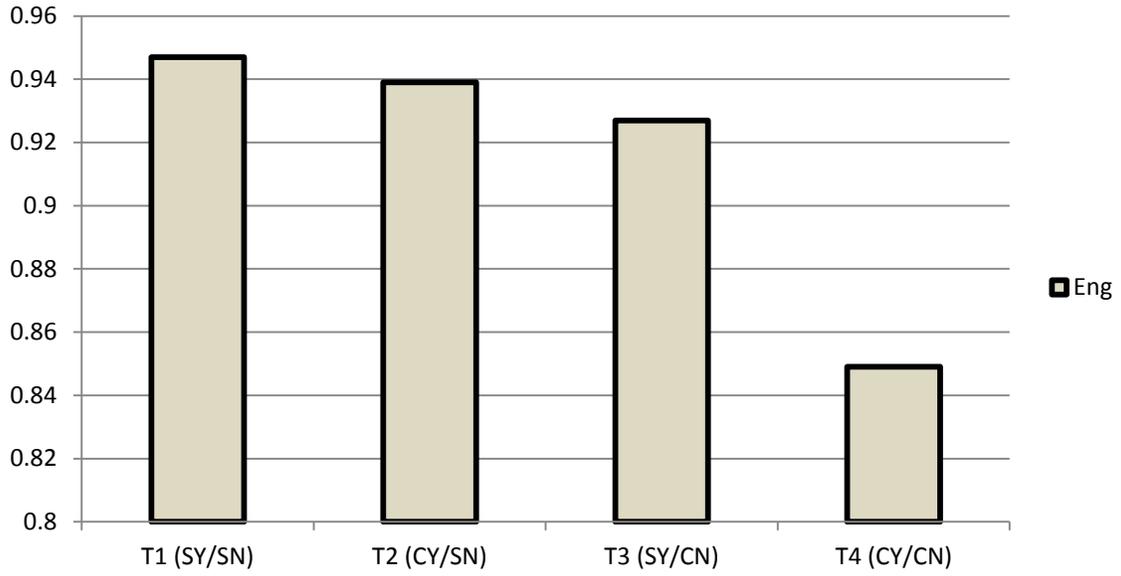
EM (Mcal/kg)



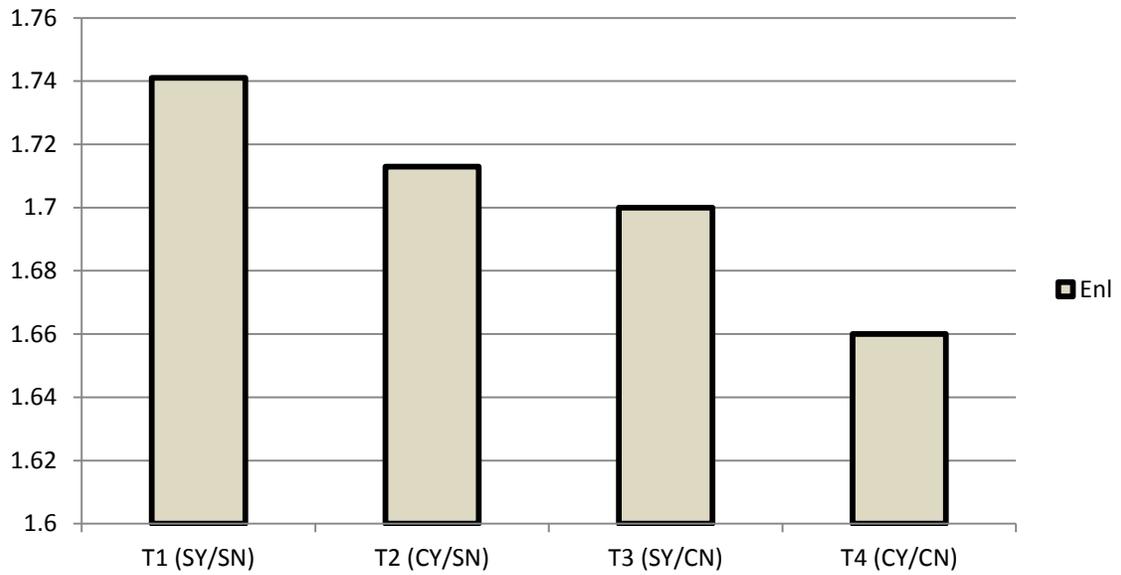
ENm (Mcal/kg)



ENg(Mcal/kg)



ENI(Mcal/kg)



V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de estudiar los resultados arrojados por el análisis estadístico de éste trabajo y habiendo establecido que no existe variación entre tratamientos. La D/VMS y contenido energético no fue diferente entre los tratamientos. De igual manera, el utilizar IgY y NUPRO de manera independiente no mejoran la D/VMS como tampoco el contenido energético; ED, EM, ENm, ENg, ENI de las dietas.

El incluir los dos productos IgY y NUPRO en la dieta no afectó la D/VMS. En este caso los productos actúan de manera independiente.

Sin embargo, los valores encontrados para D/VMS y contenido energético presentan valores aceptables para la alimentación y producción animal.

Se recomienda realizar investigación en comportamiento biológico y efectos metabólicos de los productos utilizados en éste trabajo. Sin perder el objetivo básico de la investigación, que es llevar a cabo una producción de carne y leche más económica y en mayor volumen. Así como la optimización de los insumos utilizados en la alimentación del ganado.

VI. LITERATURA CITADA

AOAC, 1997. Official methods of analysis (16 th Edition) Association of Official Annalitycal Chemist. Arlington, VA, USA. Pp 88.

Beauchemin, K., Rode, L. 1996. Use of feed enzymes in ruminant nutrition. Animal Science Research and Development - Meeting Future Challenges, 103-130.

Besse, J. 1977. Alimentación del ganado. 2a. Ed.: Edit. Mundi prensa.

Butkerati, P., Dos Santos, I., Rodriguez, J. 2008. *Engormix*. Obtenido de El efecto de las micotoxinas en rumiantes: En línea: www.engormix.com

Caja, G., Gonzalez, E., Flores, C., Carro, M., y Albanell, E. 2003. Alternativas a los antibióticos de uso alimentario en rumiantes: probióticos, enzimas y ácidos orgnicos. España.

Carrie Cook, P., y Aova Technologies, I. 2009. Gut inflammation: Effects on animal production and management approaches.

Castellanos, A., Llamas, G., y Shimada, A. 1990. Técnicas de laboratorio para el análisis de forrajes en rumiantes. En L. Llamas, y A. Shimada, Manual de técnicas de investigación en Rumiología. Sistemas de Educacion Continua en Produccion Animal. México D.F.: 29-42.

Castillo, M., Orúe, M., Taylor-Pickard, A., Perez, J., y Gasa, J. 2007. Use of mannanoligosaccharides and zinc chelate as growth promoters and diarrhea preventive in weaning pigs: Effects on microbiota and good function. J. Ani. Sci. 86, 94-101.

Cook, M. 1999. Nutritional effects on vaccination. *Veterinary vaccines and diagnostics* 47, 53-58.

Harris, L.E., Malcom, J.S., Crampton, E.W.. 1968. An international feed nomenclature and methods for summarizing and using feed data to calculate diets. Bulletin 479. Agricultural Experiment Station. Utah State University. Utah, USA. 67-86

Decuyper, J. 2003. Can the U.S. swine industry escape using GPAs? Western Nutrition Conference Winnepeg.

Dominguez- Vergara, A. M., Vasquez-Moreno, L., Ramos-Clamontfort, G. 2009. Revision del papel de los oligosacaridos prebióticos en la prevención de infecciones gastrointestinales. *Alan* vol.59 N.4, 358-368.

Edelstone, D., y Holzman, I. 1981. Oxygen consumption by the gastrointestinal tract and liver in conscious newborn lambs. *American Journal Of Phisiology* 240, 297-304.

Flatt, W. P. y Moe, P. W. 1969. Energy metabolism studies with dairy cows receiving purified diets. Proc. 4th Symposium. Energy Metabolism. European Ass. Animal Prod.109-112

Flores, J. 1986. Manual de Alimentación Animal. (Primera edición ed., Vol. IV). México D.F.: Ciencia y Tecnología. 1096.

García, E. 1987. Datos meteorológicos de las estaciones empleadas en el presente trabajo actualizadas a 1980. Segunda parte 4ta. Ed. Instituto de Geografía. Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Köppen. 87-88.

Gashins, H. 1997. *Feed mix*. 5-1, 4-16.

Goering, M., y Van Soest, P. 1979. Forage fiber analysis Apparatus, reagents, procedures and some applications. Agricultural Handbook N° 379.

Gomez-Verduzco, G., Cortez-Cuevas, A., Coello, L., Avila-Gonzalez, E., Nava, G. 2009. Dietary supplementation of mannan-oligosaccharides enhances neonatal immune responses in chicken during natural exposure to *Eimeria* spp. *Acta Veterinaria Scandinavica* 51, 11.

Hristov, R., Mcalister, T., Cheng, J. 1999 Effect of exogenous enzymes on digestibility of barley silage and growth performance of feedlot cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 353-360

InfoPork, R. (s.f.). Infopork. 2013, en línea: www.infopork.com/post/2897/dedondevieneunoporquealltech

ILH. Instituto Latinoamericano del Huevo. 2008. *Engormix*. Accesado febrero 2013, En línea: www.engormix.com

Lev, M. 1961 Germfree animals and their uses in elucidating the action of the gut flora on the host. *Journal Appl. Bacteriol.* 24: 307-315.

. Lofgreen, G.P. y Garret, W.N. 1968. A system for expressing net energy requirement and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 27, 743-806

Loynachan, A. 2005. Evaluation of a diet free of animal protein in germfree swine. *Xenotrasplantation*. 149-155

- Manriquez, J. A. 1994. La digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos – su aplicación en peces y en la conservación del medio ambiente. FAO. PP 67-72
- McNurlan M. A. Garlick, P. J. 1980. contribution of rat liver and gastrointestinal tract to whole-body protein synthesis in the rat. Biochemical Journal. Vol186 PP 381-383
- Owusu-Asied, A., Nyachoti, C., Baidoo, S., Marquardt, R., y Yang, X. 2003. Response of early-weaned pigs to an enterotoxigenic *Escherichia coli* (K88) challenge when fed diets containing spray-dried porcine plasma or pea protein isolate plus egg yolk antibody. J. Anim. Sci. 81:1781-1789.
- Ramirez, H. 2011. Recuperado Marzo de 2013, de Consejos prácticos: ¿De qué hablan cuando dicen Materia Seca?: En línea: www.engormix.com
- Salinas-Chavira, J.C., C. Gutiérrez-González. R. García-Castillo, R. López-Trujillo, A. Duarte-Ortuño. 2011. Digestibilidad *In Situ* de la materia seca de tres dietas para ovinos de engorda. Agronomía Mesoamericana. 22(2)379-385
- Sarker, S. A. Pant, N. Juneja, L. Hammarstrom 2007. succesful treatment of rotavirus-induced diarrhea in suckling mice with egg yolk immunoglobulin. Journal of Healt, Population and Nutrition 25, 465-468.
- Steel, R. G. D. y Torrie, J. H. 1980, Bioestadística. Principles and procedures of statistics, Second Edition, New York. 622
- Stein, H., Moughan, P.2007. Definition of apparent, true, and standardized. Livestock Science, V.109, 282-285.

Technology, B. F. 2013. Bio Feed Technology Inc .Manano- Oligosacárido En línea: www.biofeedtech.com

Tilley, J., Terry, R. 1963 . A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grass. Soc.* 18, 104-111.

Van Nguyen, K, Umeda, H. Yokoyama, Y. Tohya, Y. Passive. 2006. Protection of dogs against clinical disease due to canine parvovirus-2 by specific antibody from chicken egg yolk. *Canadian Journal of Veterinary Resistance* 70, 62-64.

Van Soest, P. J. 1994. Nutricional ecology of the ruminal. Comstock Publishing Associates. Cornell University Press. Ithaca and London. 36-38.

Van Vuuren, A.M.. 2003. International one-day seminar: Role of probiotics in animal nutrition and their link to the demands of european consumer. Lelystad.

Yang, W., Beauchemin, K., y Rode, L. 1999. Effects of an enzyme feed additive on extent of digestion and milk production of lactating dairy cows. *J. Dairy Science.* 82, 391-403.

ANEXO

A-1 Digestibilidad *In Vitro* de Materia Seca

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Factor A	1	9.8671	9.8671	0.0809	0.777
Factor B	1	5.2265	5.2265	0.0428	0.833
Interacción	1	0.1875	0.1875	0.0015	0.968
Error	12	1463.9765	121.9980		
Total	15	1479.2578			
C.V. =	16.05%				

A-2 Digestibilidad *In Vitro* Energía Digestible

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Factor A	1	0.0190	0.0190	0.0803	0.778
Factor B	1	0.0103	0.0103	0.0435	0.832
Interacción	1	0.0003	0.0003	0.0014	0.969
Error	12	2.8465	0.2372		
Total	15	2.8762			
C.V.=	16.05%				

A-3 Digestibilidad *In Vitro* Energía Metabólica

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Factor A	1	0.0129	0.0129	0.0811	0.777
Factor B	1	0.0067	0.0067	0.0424	0.834
Interacción	1	0.0002	0.0002	0.0014	0.970
Error	12	1.9145	0.1595		
Total	15	1.9344			
C.V. =	16.05%				

A-4 Digestibilidad *In Vitro* Energía Neta de mantenimiento

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Factor A	1	0.0047	0.0047	0.0497	0.821
Factor B	1	0.0019	0.0019	0.198	0.885
Interacción	11	0.0017	0.0017	0.0179	0.891
Error	12	1.1501	0.0958		
Total	15	1.1584			
C.V.= 20.16%					

A-5 Digestibilidad *In Vitro* Energía Neta de ganancia

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Factor A	1	0.0121	0.0121	0.11	0.744
Factor B	1	0.0072	0.0072	0.658	0.797
Interacción	1	0.005	0.005	0.0453	0.829
Error	12	1.3255	0.1104		
Total	15	1.3499			
C.V.= 36.31%					

A-6 Digestibilidad *In Vitro* Energía Neta de lactancia

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Factor A	1	0.0089	0.0089	0.0814	0.776
Factor B	1	0.0046	0.0046	0.0422	0.835
Interacción	1	0.0001	0.0001	0.0014	0.969
Error	12	1.3167	0.1097		
Total	15	1.3304			
C.V. = 19.45%					