



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM AMECAMECA
LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“EVALUACIÓN DE VARIABLES PRODUCTIVAS CON LA INCLUSIÓN DE
INMUNOESTIMULANTE HERBAL EN LA DIETA DE OVINOS EN FINALIZACIÓN”

TESIS

PRESENTA

MIRIAM HIDALGO PÉREZ

ASESOR

DR. PEDRO ABEL HERNÁNDEZ GARCÍA

COASESOR

DR. ENRIQUE ESPINOSA AYALA

Amecameca, Estado de México 2020

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIA.....	III
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ÍNDICE DE CUADROS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
2.1 Importancia de la ovinocultura en México.	3
2.2 Sistemas de producción ovina.	5
2.3 Sistema de producción intensivo.....	6
2.4 Sistemas de producción extensivo.....	8
2.5 Sistema de producción semi-intensivo.....	10
3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS OVINOS.	13
3.1 Requerimientos de energía metabolizable	13
3.2 Requerimientos de proteína en ovinos.....	14
3.3 Requerimientos de minerales en ovinos.	15
4. SISTEMA DIGESTIVO DEL RUMIANTE.....	16
4.1 Ecosistema ruminal y fermentación microbiana.....	21
4.2 pH del rumen.....	22
4.3 Microorganismos ruminales	24
5. ADITIVOS	25
5.1 Tipos de aditivos	26
5.2 Aditivos utilizados como alternativas en la salud animal	26
6. ALTERNATIVAS HERBALES EN LA SALUD ANIMAL	28
7. FÓRMULAS POLIHERBALES.....	30

8.	Mezcla Poliherbal	31
8.1	<i>Emblica officinalis</i>	36
8.2	<i>Tinospora cordifolia</i>	38
8.3	<i>Withania somnifera</i>	39
8.4	<i>Ocimum tenuiflorum</i>	41
9.	JUSTIFICACIÓN.....	43
10.	HIPÓTESIS	44
11.	OBJETIVO GENERAL.....	45
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	45
12.	MATERIALES Y METODOS	46
13.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
14.	CONCLUSIÓN.....	53
15.	REFERENCIAS.....	54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Especies forrajeras y gramíneas utilizadas en la alimentación de rumiantes en clima templado.....	12
Cuadro 2. Requerimientos de energía metabolizable en ovinos.	13
Cuadro 3. Requerimientos de proteína por etapa fisiológica en ovinos.	14
Cuadro 4. Requerimientos de Ca y P en distintas etapas fisiológicas de ovinos en mantenimiento.....	16
Cuadro 5. Funciones principales de la saliva en el ovino.....	18
Cuadro 6. Bacterias presentes en el rumen de los ovinos	24
Cuadro 7. Investigaciones realizadas con el empleo de distintos tipos de aditivos.	27
Cuadro 8. Dietas experimentales para corderos con la inclusión de un inmunoestimulante herbal.	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de la población ovina en México.....	4
Figura 2. Sistema de producción intensiva de ovinos con la utilización de corrales elevados.....	7
Figura 3. Sistema de producción extensivo.....	9
Figura 4. Sistema digestivo de ovino.....	17
Figura 5. Compartimientos digestivos en rumiantes.....	19
Figura 6. Proceso de fermentación ruminal y sus productos de desecho.	22
Figura 7. Variaciones del pH ruminal post-alimentación en un periodo de 24 horas.	24
Figura 8. Bacterias presentes en el rumen para la fermentación de alimentos A) bacilos B) cocos C) espirilos	25
Figura 9. Protozoario a) flagelados y b) ciliado presentes en el rumen digieren pectina y almidón.	26
Figura 10. <i>Emblica officinalis</i> también conocida como amla o grosella espinosa india.....	37
Figura 11. <i>Tinospora cordifolia</i> conocida por los nombres comunes de semillas de luna, gaduchi y giloya, es una enredadera herbácea de la familia Menispermaceae.....	39
Figura 12. Ashwagandha o Bufera la cual tiene el nombre científico de <i>Withania somnifera</i>	40
Figura 13. <i>Ocimum tenuiflorum</i> llamada popularmente Tulsi.	41

1. INTRODUCCIÓN

En México la ovinocultura se desarrolla en distintos tipos de sistemas productivos, el sistema producción extensivo es el que mayormente se desarrolla; el cual está basado en la utilización de recursos naturales que los productores tienen al alcance, en general recursos forrajeros, es de gran importancia entender la naturaleza del forraje, para así, conocer los nutrientes que este aporta y externamente subsanar el déficit que exista; los ovinos generalmente se adaptan a los factores y condiciones del país donde se desarrollen, aunque es de importancia para el éxito productivo, contar con la información sobre la calidad de los alimentos proporcionados como por ejemplo el estado fenológico de los forrajes; y de esta forma mejorar el estado nutricional del rebaño (Caballero, 2001).

En el caso de los sistemas extensivos de producción ovina, la obtención de recursos forrajeros depende de la precipitación pluvial, por lo cual, en época de secas, la vegetación escasea o bien la calidad puede ser baja y en consecuencia en estas épocas los animales no pueden obtener lo necesario para que se puedan expresar sus características productivas (López *et al.*, 2010). Al no cumplir con los requerimientos nutricionales, por una mala *alimentación*, el ovino puede llegar a comprometer varios factores, como la reproducción y la salud; resultando mortalidades que representan grandes pérdidas para el productor (Unal *et al.*, 2005).

Una alternativa para incrementar la respuesta productiva de los animales, es el uso de suplementos y aditivos, los cuales, pueden garantizar el bienestar y salud del animal, tal es el caso de los aditivos herbales que incrementen el sistema inmune y así mejoran las variables productivas; un ejemplo de estos tipos de aditivos es el producto polihierbal de origen Indu, conformado por diversas hierbas que ayudan a elevar el sistema inmunológico; algunos de sus compuestos son: *Tinospora cordifolia* (Karande *et al.*, 1991), *Ocimum tenuiflorum* (Godhwani *et al.*, 1998) y *Emblica officinalis* (Vasudevan, 1994), este compuesto herbal realiza actividades inmunomoduladoras que ayudan a elevar las defensas de los animales ya que el

sistema inmune es susceptible al ambiente hostil y a los patógenos invasores. Se pueden dar varias condiciones que llevan a la disminución de la respuesta inmune, como lo es, el estrés, la alimentación, entre otras, es por esta razón que se busca introducir este aditivo en la dieta. Existen evidencias en donde se describieron varias preparaciones a base de hierbas, que se pueden administrar a los animales para aumentar la respuesta inmunológica y así aumentar la ganancia de peso en ovinos jóvenes, además de obtener beneficios considerables en la época de reproducción e incrementar resultados en la producción, lo cual beneficia de manera directa a los productores (Bhargava Singh, 1981; Chauhan, 1999).

Hay otros aditivos herbales que pueden brindar beneficios al sistema inmunológico de los rumiantes tal es el caso de astrágalo, el cual es una planta con propiedades inmunoestimulantes en el sistema respiratorio de los animales, la cual es originaria de las regiones altas en la provincia de Yunan en China (Wawrzynczak *et al.*, 2000 ; Kraszewski *et al.*, 2002; Cardozo *et al.*, 2005) así como este, de igual forma las mezclas herbales contiene beneficios para los ovinos, ya que los estimula de manera inmunológica.

2. ANTECEDENTES

2.1 Importancia de la ovinocultura en México.

La producción de carne de ovino en México hasta el mes de septiembre del año 2019 se encuentra alrededor de 46,840 toneladas de carne (SIAP, 2019). La producción ovina constituye una de las fuentes para satisfacer las demandas calóricas y proteicas del ser humano, representa el 8% de la producción de carne mundial, brinda, una variada gama de productos como leche, lana, carne y piel, entre otros, que representan una explotación económica, la cual es favorable por su fácil manejo y buena adaptabilidad (Aveleira, 1987)

La ovinocultura es una actividad ganadera poco desarrollada en México pero, aun así, es importante en el subsector ganadero, primero por su fácil manejo, pues son animales pequeños y prolíficos, los cuales se adaptan fácilmente a diferentes tipos de climas o circunstancias del lugar donde radican, aprovechando de forma conveniente los recursos que se encuentran en cada región del país; y además, por la comercialización de productos que por lo general entran al mercado con las poblaciones urbanas que le dan una alta demanda, esto representa esto representa una ganancia que beneficia la economía la población que cuentan con bajos recursos (García, 1981). El costo de producción es considerado atractivo, para los productores, pues en comparación con otras especies los costos de alimentación son bajos por ser animales pequeños, esto hace que más productores busquen meter ganado ovino (Arteaga, 2008).

En México podemos encontrar regiones con distintos climas, pero el templado es donde existe un desarrollo mayor en sistemas de producción ovina, los cuales, requieren tener buenos índices de productividad, utilizando los recursos que se tienen al alcance (Partida *et al.*, 2013).

En los estados del centro del país existe un elevado consumo de carne ovina, sin embargo, en estos estados podemos encontrar que los productores cuentan con

intermediarios, que muchas veces compran al productor a un precio bajo, para así realizar platillos como es la barbacoa, la cual sale a la venta con precios más elevados (Morales *et al.*, 2012).

En México el 73% de la producción de carne ovina está dividida en diez estados, con las más altas producciones en el Estado de México, Hidalgo, Veracruz, Jalisco, Zacatecas, Puebla San Luis Potosí, Tlaxcala, Guanajuato y Oaxaca (Figura 1; SIAP, 2019). Sin embargo, de acuerdo con diversos estudios, la ovinocultura se encuentra en franca expansión, en la mayoría de las entidades federativas representando el 27%. Según estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), tanto el consumo de carne de ovino como la producción nacional de ésta, seguirán creciendo en los años próximos (SAGARPA, 2019).

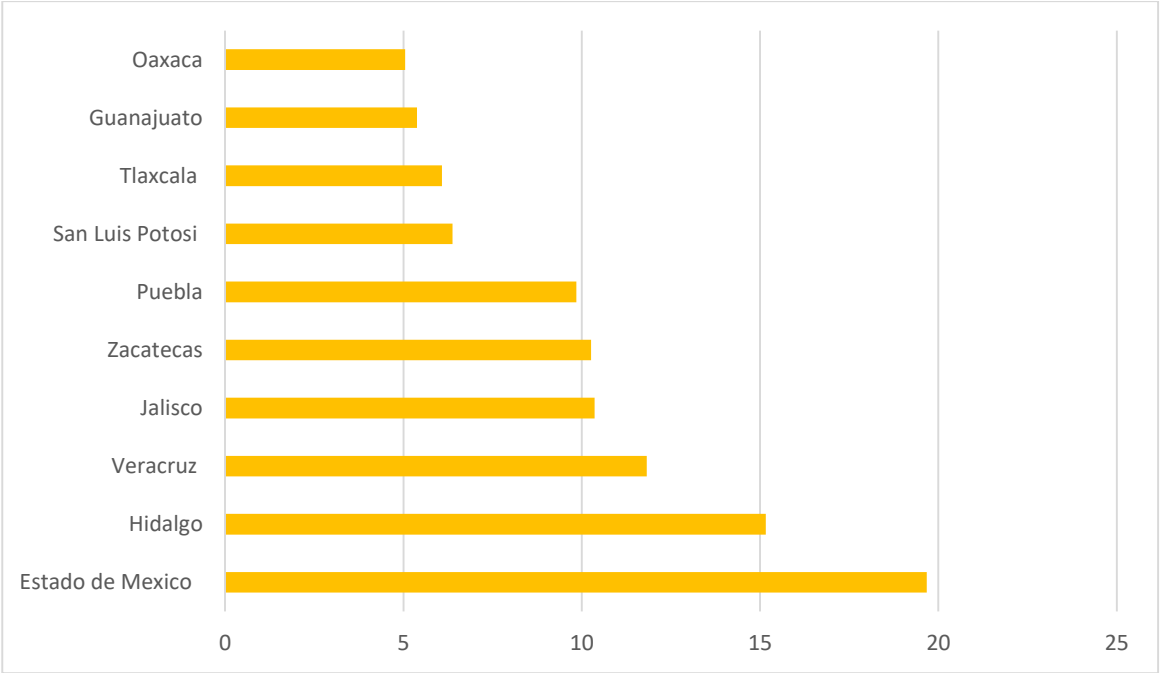


Figura 1. Distribución de la población ovina en México

(SIAP, 2019).

2.2 Sistemas de producción ovina.

En cada región del país podemos encontrar sistemas de producción que cuentan con características propias de la entidad donde se desarrollan, los cuales están determinados, por la disponibilidad de los recursos, tradiciones, al igual que por costumbres en el consumo de la carne ovina (Herrera *et al.*, 1998). En algunos casos podemos observar sistemas de producción completamente tecnificados, donde mantienen a los animales estabulados totalmente con la utilización de sistemas tecnológicos, en otros casos podemos encontrar sistemas que no cuentan con tecnologías, solo son zonas adaptadas para la producción, que la mayoría de las veces son conocidas comúnmente como producciones de traspatio, donde el productor no invierte de una manera significativa, si no que deja que el animal coma de los pastos que crecen en su región (Partida *et al.*, 2013).

Los sistemas de producción ovina donde los animales se alimentan saliendo a pastorear, se ven afectados por las temporadas de sequía, donde los pastos y la vegetación nativa disminuye, y lo que se tiene para su alimentación no cuenta con la calidad necesaria, pues presenta bajos índices de digestibilidad y un menor contenido de nutrientes, como la proteína y por consecuencia, esto afecta disminuyendo los parámetros de producción que se buscan (Ørskov, 1995; López-González *et al.*, 2013), ya que ocasiona fluctuaciones estacionales a lo largo del año, con una irregularidad en la oferta de ganado, la cual contrasta fuertemente con dos requisitos fundamentales que exige el mercado formal, que son la constancia en el suministro de animales y la uniformidad en la calidad del producto ofertado (Braña, 2011; Partida *et al.*, 2013). Es por lo que en estas temporadas se buscan alternativas que puedan ayudar a los animales a conseguir los nutrientes y cubrir con las necesidades de alimentación, las cuales van de la mano con que el animal no caiga en estado de desnutrición, el cual pueda afectar su salud y baje sus defensas.

Para los sistemas de producción extensivos se pueden añadir elementos que ayuden al sistema inmune, combinándolos con lo que en temporadas de sequía se encuentra en las zonas, como los subproductos derivados de las actividades agrícolas, comúnmente se disponen de rastrojos o residuos de cosechas (hojas, tallos, espigas y brácteas de la mazorca) que queda después de extraer el grano, (Shanahan *et al.*, 2010; Borja Bravo, 2016). Si incluimos solo los esquilmos a las dietas realizadas para los ovinos se puede notar que el animal no cumplirá con sus requerimientos nutricionales y esto originaría una disminución en su crecimiento, pérdida de peso, bajo potencial productivo e incluso mortalidades dentro del rebaño, lo cual afecta directamente el retorno económico del productor (Unal *et al.*, 2005).

En México los sistemas de producción ovina padecen problemas de salud que en el entorno económico afecta a los productores. Dentro de las causas más comunes de morbilidad y mortalidad, se reportan diarreas y neumonías, las cuales, son causadas principalmente por parásitos o bacterias (Nava-López *et al.*, 2006). En investigaciones previas Aquí *et al.* (2012) reportaron una mortalidad del 20.68 % en corderos estabulados por causas infecciosas. Con el fin de disminuir la incidencia de enfermedades infecciosas se han utilizado con buenos resultados antibióticos (Guetiya-Wadoum *et al.*, 2016); sin embargo, desde el 2006 la unión europea ha prohibido la utilización de antibióticos en las raciones por su impacto negativo a la salud pública (Mirzaei y Hari Venkatesh, 2012).

2.3 Sistema de producción intensivo.

El sistema de producción intensivo es aquel que realiza una inversión de capital, utilizando tecnología avanzada, llevando control de los animales, de su eficiencia y reproducción; con la implementación de asesorías profesionales; puede ser practicado en pastoreo tecnificado y en completa estabulación (Figura 2; Cannas, 2011).

Este sistema de producción tiene por objetivo el retribuir una ganancia a partir de lo producido, pero al mismo tiempo dejando que las ganancias giren alrededor de los insumos, como la comida de los animales; ya que la alimentación representa más del 60% de los costos de la producción (González-Garduño *et al.*, 2013); su objetivo único es la rentabilidad (Lucas y Arbiza, 2004; Arteaga, 2006). Estos sistemas se caracterizan por la alta conversión alimenticia y por lograr una alta ganancia diaria de peso, con una viabilidad económica sujeta a un alto precio de venta, así como al costo y disponibilidad del grano (Hinton, 2007).



Figura 2. Sistema de producción intensiva de ovinos con la utilización de corrales elevados.

Wales, (2006).

Los sistemas de producción estabulados no son algo que se encuentre desarrollado en México comúnmente, ya que existen pocos sistemas de producción que cuentan con esto y en su mayoría se encuentran en la zona centro del país. Se caracterizan por ser empresas altamente tecnificadas y que, además, tienen rebaños de gran número de cabezas (Fahey, 1993). En estos sistemas podemos

encontrar diferentes etapas productivas ya que se utilizan programas que cuentan con controles de medicina preventiva, economía, administración y mercadeo. Por el gran número de cabezas se llevan registros de producción y productividad. La mayor parte de estas empresas se dedican a las producciones de animales para la venta de pie de cría o bien con sementales para reproducción; en los últimos años se han desarrollado empresas productoras de animales para abasto, con altos parámetros productivos que deja la empresa con ventas que dan grandes ganancias (Gómez, 2013).

2.4 Sistemas de producción extensivo

En México el sistema de producción extensivo es el que la mayoría de los productores desarrollan generalmente en estos las dietas que se manejan son a base de pastos y matorrales de diversas especies que se encuentran de forma natural en el entorno del rebaño (Esqueda-Coronado y Gutiérrez-Ronquillo, 2009). Los beneficios que podemos encontrar con estos sistemas, es que se asegura una inversión por parte del productor reducida, pero de igual manera la sanidad y la infraestructura suelen ser mínimas; en cuanto a la mano de obra, por lo regular suele ser por parte de los familiares del productor lo que permite tener bajos costos de producción por cada kilogramo de carne que se lleva al mercado (Bellido *et al.*, 2001); en las desventajas, además de la sanidad, se encuentra la alimentación, ya que los pastizales que son consumidos por los animales tienen deficiencias en nutrientes, como las proteínas, energía, vitaminas y de igual manera los minerales, esto ocurre en épocas de sequía, donde los pastos reducen su calidad, esto está directamente relacionado con el estado fenológico del tipo de vegetación; ya que entre más madura la vegetación, mayor será su pared celular y esto hace que exista una disminución en la digestibilidad (Caballero, 2001; y Lasseur, 2005).

Este sistema presenta desventajas en el desarrollo de los ovinos, ya que las prácticas de suplementación alimenticia son nulas, la deficiente ingesta de micro minerales, así como la mala calidad de los forrajes, aunado a periodos de sequía,

la presencia de parásitos y ácaros, lo cual provoca desequilibrios nutricionales causantes de mortalidad en los corderos, esto se agudiza debido a malas o escasas prácticas sanitarias (Arteaga, 2012).

Otras de sus desventajas es que presenta problemas en la selección genética, pues los animales se mantienen en un mismo lugar sin importar edades ni sexo, esto da como resultado que los animales puedan aparearse sin tener un control reproductivo, acumulando consanguinidad entre el rebaño (Falconer *et al.*, 1996); demostrando que esto causa grandes pérdidas económicas para el productor por la alta mortalidad y morbilidad que esto representa (Ercanbrack y Knight, 1991). Por esta razón, es necesario ofrecer a los animales que están en pastoreo (Figura 3) o bien que son alimentados a base de rastrojos o esquilmos, una suplementación nutricional, y de esta manera, cuidar la salud de los ovinos (Osuna *et al.*, 1996).



Figura 3. Sistema de producción extensivo.

Ortiz, (1999).

2.5 Sistema de producción semi-intensivo.

Este sistema de producción consta de una combinación entre el sistema intensivo y el sistema extensivo; permitiendo que los animales estén en pastoreo en las primeras horas del día, pueden pastorear en algunas plantaciones de diferentes superficies agrícola, las cuales deben de estar bien establecidas, después de esto los animales vuelven al anochecer a sus corrales donde se les brinda alimentación complementaria basada en concentrados comerciales o dietas formuladas con ingredientes racionados que se pueden encontrar en la región (Soto, 2000).

En este tipo de sistemas se aprovechan los restos de las cosechas, los cuales no ocasionan un gasto mayor al productor y al mismo tiempo complementando con la alimentación concentrada para así hacer que los animales lleguen más rápido a los pesos deseados y obtengan los estándares reproductivos que son necesarios, para que el productor obtenga buenas ganancias; de igual manera el combinar estos sistemas de producción, le dan oportunidad a los pastos de volver a crecer, a esto se le denomina pastoreo tecnificado (Nuncio-Ochoa *et al.*, 2001). El pastoreo tecnificado tiene como objetivo principal el brindar tiempo a los recursos para volverse a generar de manera natural y así conservar un equilibrio ecológico (Bulang *et al.*, 2007). El procedimiento para realizar este tipo de pastoreo es permitir a los animales alimentarse en pastos delimitados y de superficies pequeñas por tiempos cortos. Al terminar con esta superficie, se brinda un lapso adecuado para que los forrajes se recuperen (Delano *et al.*, 2002). Se debe de considerar algunos aspectos importantes para delimitar las áreas, tales como; la densidad del ganado en áreas relativamente pequeñas, de esta manera se trata de evitar que los animales pierdan energía en áreas grandes o viceversa, se necesite más alimento en áreas pequeñas con una gran cantidad de ovinos (Adams, 2007). Ya que este tipo de pastoreo está basado en el consumo de forrajes frescos, esto agrega un elemento que aumenta la calidad de la carne, pues además de mejoras fenológicas, mejora la cantidad y el tipo de grasa que se encuentra depositada en el músculo del animal haciéndola más insaturada, y con una mayor cantidad de omega 3 de cadena larga, de esta manera

se pueden asociar con efectos que brindan beneficios a la salud del consumidor (Castellano *et al.*, 2008; Nieto *et al.*, 2010).

Existen varias especies de gramíneas y forrajes (Cuadro 1) que son ofrecidas a los ovinos en climas templados (Bores, 2003).

Cuadro 1. Especies forrajeras y gramíneas utilizadas en la alimentación de rumiantes en clima templado.

Nombre común	Nombre científico	Ciclo
C e r e a l e s		
Avena	<i>Avena sativa</i>	Anual invierno
Cebada	<i>Hiordeum vulgare</i>	Anual invierno
Trigo	<i>Triticum aestivum</i>	Anual invierno
Triticale	<i>Tricosecale wittmack</i>	Anual invierno
Centeno	<i>Secale cereal</i>	Anual
Sorgo forrajero	<i>Sorghum spp</i>	Anual verano
Maíz	<i>Zea mays</i>	Anual verano
P a s t o s		
Festuca	<i>Festuca arandinacea</i>	
Ryegrass perenne	<i>Lolium perenne</i>	
Orchard o Dáctilo	<i>Dactylis glomerata</i>	
Ryegrass anual	<i>Lolium multiflorum</i>	
L e g u m i n o s a s		
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	Perenne
Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>	Perenne
Trébol rojo	<i>Trifolium pretense</i>	Bianual
Trébol alejandrino	<i>Trifolium alejandrinum</i>	Perenne
Ebo o Veza	<i>Vicia sativa</i>	Anual

Rossi *et al.*, (2006).

3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS OVINOS.

Todos los animales tienen necesidades alimenticias, las cuales, si no se satisfacen, afectan de manera directa el desempeño productivo, tal es el caso de los ovinos que requieren una demanda diaria de proteína, agua, energía, minerales y vitaminas; si esto se balancea de manera adecuada, se ve reflejado en la producción y reproducción de los rebaños (NRC, 2007). Estos requerimientos nutricionales varían de acuerdo con el sistema de producción, el estado fisiológico y el fin zootécnico del animal (Nieto *et al.*, 2010).

3.1 Requerimientos de energía metabolizable

La energía metabolizable es uno de los requerimientos energéticos de los ovinos que depende directamente del estado fisiológico del animal. Los requerimientos energéticos son diferentes de acuerdo con la etapa de desarrollo en que se encuentre el rumiante (Cuadro 2; NRC, 2007).

Cuadro 2. Requerimientos de energía metabolizable en ovinos.

Etapa fisiológica	Energía metabolizable (MJ día ⁻¹)		
	15 kg	25 kg	35 kg
Corderos destetados			
Ganando 100 g día ⁻¹	5.9	7.4	8.1
Ganando 200 g día ⁻¹	8.9	10.4	11.8
Ovinos adultos	45 - 50 kg	60 – 65 kg	
Manteniendo peso	7.4	8.9	
Ganando 100 g día ⁻¹	12.6	14.8	

Tedeschi *et al.*, (2010).

3.2 Requerimientos de proteína en ovinos.

En los requerimientos nutricionales de los ovinos la proteína es una parte esencial para la obtención de energía y ganancia de músculo (Giménez, 1994); los ovinos adultos que se encuentran en periodo de mantenimiento necesitan entre el 7 al 10% de proteína (Blethen *et al.*, 1990), para la ganancia de este músculo los rumiantes aprovechan el nitrógeno no proteico (NNP) y lo sintetizan para convertirlo en proteína (INATEC, 2016). El ovino consume en la dieta proteína la cual es sometida a una degradación constante; solo una parte de la proteína será absorbida y aprovechada por el animal (Kawas, 2008), por esta razón, para la buena alimentación de los ovinos, es necesario conocer la cantidad de proteína que el animal necesita, además, de estimar su degradación en el sistema digestivo, esto se puede realizar mediante un fraccionamiento en base a su solubilidad y digestibilidad (Krishnamoorthy *et al.*, 1982; Van Soest *et al.*, 1983; Sniffen *et al.*, 1992; NRC, 2001).

De igual forma que los requerimientos anteriores la proteína cambia según la etapa y necesidad de los animales (Cuadro 3; NRC, 2007).

Etapa fisiológica	Consumo MS (kg día ⁻¹)	Proteína Cruda (g día ⁻¹)	Proteína Cruda (%)
Mantenimiento (oveja de 70 kg de peso vivo a la madurez)	1.2	113.3	9.6
Corderos finalizados a 40 kg, a los 4 – 7 meses de edad	1.6	184.9	11.7
Borregas (50kg)	0.9	82.8	9.1

NRC, (2007).

3.3 Requerimientos de minerales en ovinos.

En una dieta es necesaria la implementación de minerales, existen 16 minerales que son esenciales en la alimentación y son divididos en macrominerales y microminerales.

Los macrominerales son necesarios en cantidades abundantes, tales como el calcio (Ca), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), magnesio (Mg), sodio (Na) y cloro (Cl); en cambio los microminerales están constituidos por el yodo (I), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobalto (Co) y selenio (Se) los cuales si son administrados en cantidades altas pueden ser perjudiciales para la salud (Bowman *et al.*, 2011).

Los ovinos pueden tener deficiencias de minerales por la baja calidad de los pastos que crecen en los suelos en épocas de secas, sin embargo, en temporada de lluvias estos pastos cuentan con minerales necesarios para los animales (Hess *et al.*, 2007). Las deficiencias de minerales son más frecuentes en sistemas de producción estabulado, donde se sugiere ofrecer suplemento para asegurar que el ovino cuente con lo necesario para cumplir con un buen desarrollo (Maldonado *et al.*, 2011). La mejor manera de que el animal no tenga deficiencias de minerales es la adición de sales de calcio a las dietas. Debe de existir una relación de calcio y fósforo dentro de un rango de 1.0 de calcio a 1.7 de fosforo (Cuadro 4; Gailer, 2007).

Cuadro 4. Requerimientos de Ca y P en distintas etapas fisiológicas de ovinos en mantenimiento.

Etapa fisiológica	Ca, g día ⁻¹	P, g día ⁻¹
Corderos		
Cordero de 4 meses de 30 kg PV y GDP de 200 g día ¹	.750	.375
Carneros		
Macho de 150 kg de PV en mantención	.875	.450

NRC, (2007).

4. SISTEMA DIGESTIVO DEL RUMIANTE.

Los ovinos son rumiantes los cuales, cuentan con un conducto gastrointestinal especializado y con condiciones anatómicas distintas a animales no rumiantes, esto se debe por la selección de alimentos (forraje: fibras) que el rumiante consume. El ovino es un animal selector, pues gracias a la evolución, consumen alimentos vegetales, tales como, gramíneas, que para ellos resultan ser aprovechables, debido a que cuentan con una cámara de fermentación (rumen) que contienen microbiota anaeróbica la cual ayuda a la digestión de los forrajes (Hofman, 1998).

Los rumiantes cuentan con dicho sistema digestivo (Figura 4) que para su estudio puede dividirse de acuerdo con su desarrollo y funcionamiento en las porciones cefálica del intestino posterior, que comprende el intestino grueso y ano; también la porción media del intestino, que incluye al intestino delgado, glándulas y el intestino anterior que está compuesto por el esófago y estómago donde encontramos el rumen, retículo, omaso y abomaso (Zaragoza, 2010).

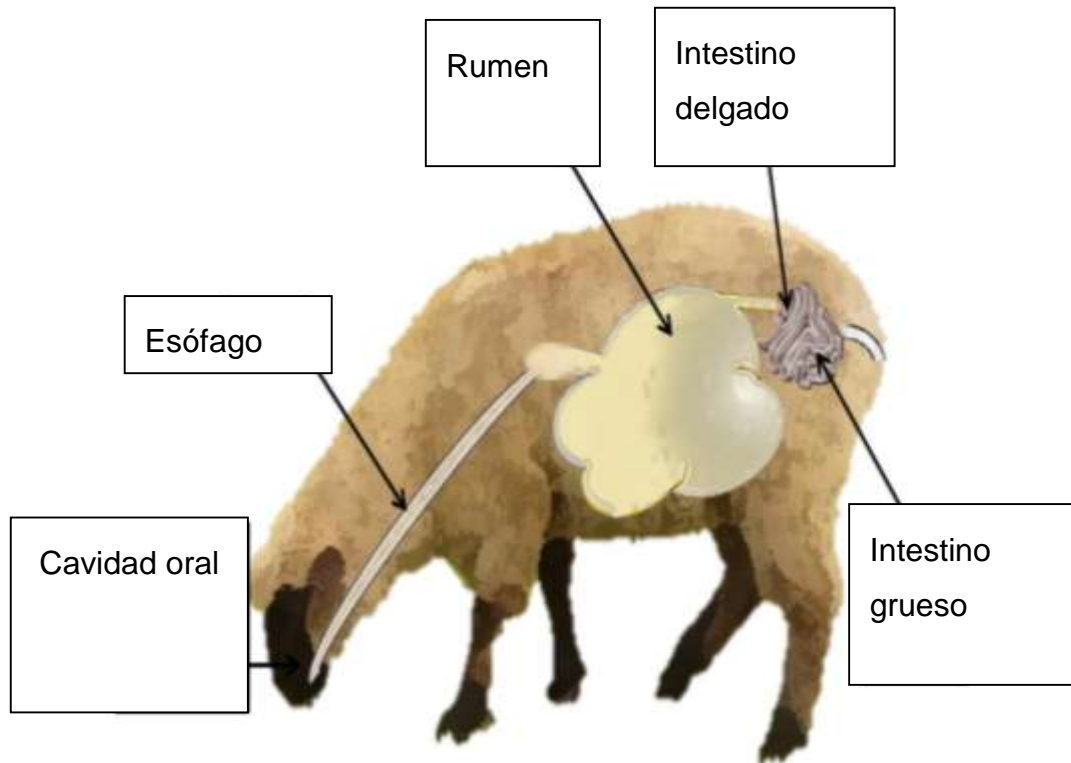


Figura 4. Sistema digestivo de ovino.

Modificado Crater, (2007).

La cabeza y glándulas se conforman por los órganos prensiles consistentes como labios, lengua, dientes incisivos inferiores y lámina dental. Por otra parte, la cavidad oral está cubierta por una mucosa cutánea, la cual es gruesa y está ocupada en su mayor parte, por la lengua, que cuenta con glándulas salivales variables, dependiendo del tipo de alimento que ingiera el animal (Figueredo, 2005).

La saliva de los ovinos tiene varias funciones (Cuadro 5).

Cuadro 5. Funciones principales de la saliva en el ovino.

Activas	Función
Masticación y deglución	Ayudan a la masticación y deglución, de los alimentos, principalmente los fibrosos.
Actividad enzimática	Los ovinos carecen de la enzima amilasa, pero tienen un grupo de enzimas denominada lipasa salival, las cuales intervienen en la hidrólisis de ácidos grasos de cadena corta
Actividad amortiguadora	Se da por el efecto del bicarbonato-fosfato, como mecanismo para que el pH del rumen se mantenga en las condiciones necesarias para la adaptación de los microorganismos Este es un factor importante para la apreciación de los sabores. Cuenta con propiedades antiespumantes.

Church, (1999)

La principal función de la glándula accesoria es la producción de saliva, la cual se conforma por un 99.5 % de agua, el cual permite que los alimentos se disuelvan y se pueda percibir su sabor a través del sentido del gusto. Iones cloruro, activan la lipasa salival. Bicarbonato y fosfato: con una función amortiguadora (Lloyd *et al.*, 2012).

El aparato masticador de los rumiantes está conformado por mandíbulas, dientes y músculos que intervienen en la masticación, esta es una acción previa a

la digestión, la cual permite que exista la reducción en el tamaño de partículas de los alimentos, hasta que llegan, a un tamaño adecuado para la degradación de los carbohidratos estructurales, la cual, se desarrolla principalmente por los microorganismos presentes en el rumen del animal hospedero (Krause *et al.*, 2013).

Después del aparato masticador, que se encuentra en la primera parte, continúa el esófago, el cual es un tubo que desemboca en el estómago (Geenhalgh, 1982) este tubo cuenta con cuatro cavidades: retículo, rumen, omaso y abomaso, (Figura 5) las tres primeras cavidades son conocidos como pre-estómagos, las cuales poseen una mucosa glandular, por lo contrario, el abomaso es una estructura con una mucosa glandular (Redondo, 2003).

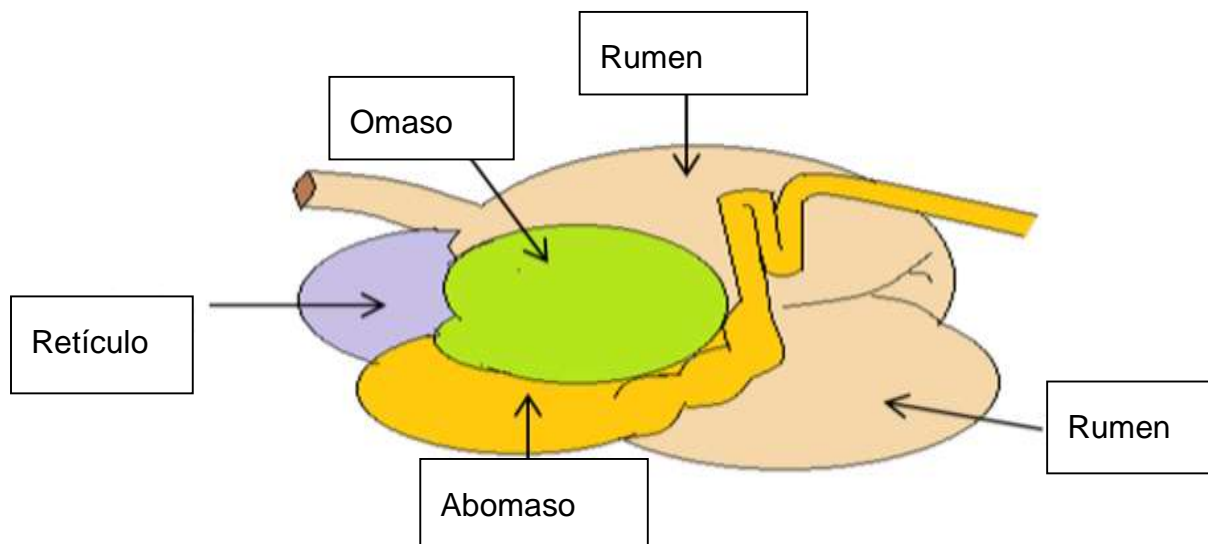


Figura 5. Compartimientos digestivos en rumiantes.

Modificado de Redondo, (2003)

En los rumiantes, el intestino es caracterizado por tener una longitud más grande, además, por la disposición de una cámara distal de fermentación; en el intestino delgado se encuentra la mucosa con presencia de vellosidades a diferencia

del intestino grueso, el cual, carece de esta estructura (Krause *et al.*, 2013); el intestino grueso realiza funciones homeostáticas que comprenden el mantenimiento del equilibrio de los electrolitos y los fluidos, también sirve como un alojamiento para microorganismos, esta es la razón por la que en esta parte se realiza la absorción de ácidos grasos volátiles, además, que en, esta parte se almacenan por un tiempo las heces hasta ser eliminadas (Ruckebusch,1993).

Los ovinos, para poder consumir alimentos liberan componentes amilasa bicarbonato y fosfato durante el proceso de masticación, los cuales dañan los tejidos vegetales para la digestión microbiana (Krehbiel, 2014); cuando el alimento pasa al rumen experimenta movimientos ordenados los cuales son denominados como la motilidad del rumen, así permitiendo que lo ingerido sea mezclado con lo ya existente en el rumen, la motilidad también ayuda a la retención del alimento para que pueda existir una adecuada digestión microbiana, además de una regurgitación y eructación de los gases que sean generados (Mc Millar, 1975).

Los ovinos son animales que llevan a cabo la rumia, la cual consiste en tragar los alimentos, regurgitarlos, masticarlos y volverlos a tragar (Krehbiel, 2014), de esta manera la segunda masticación proporciona una re-insalivación y deglución adicional del bolo alimenticio (Ruckebusch, 1993); las funciones de la rumia son importantes, una de las más destacadas es la degradación del tamaño de las partículas del alimento para su mejor digestión, también rompe las cubiertas impermeables de los alimentos vegetales, lo que aumenta la superficie accesible para que los microorganismos puedan realizar su función (Welch *et al.*, 1993).

Para que exista una buena digestión de los alimentos ingiere, es necesario que los forrajes tengan de regular a buena calidad, la cual se da por la composición química, aunado a que exista una masticación y rumia donde el alimento presente un tamaño de partícula en donde los microorganismos ruminales puedan iniciar el proceso de degradación y así eficientar la digestión (Simón, 1998).

Por otra parte, el mecanismo por el cual los ovinos arrojan al exterior, gran parte de los gases producidos durante la fermentación microbiana es el eructo; el

metano es el principal gas que se elimina durante la fermentación; esto da comienzo a las cuatro semanas de edad, que es cuando el animal empieza a consumir alimentos sólidos y estos son retenidos en el retículo-rumen dando inicio al proceso de fermentación; de esta manera se da la producción de gas. El gas es generado en mayor proporción entre los 35 minutos a las 2 horas después de la ingesta de los alimentos, el eructo es estimulado por la presión del gas en el rumen, a diferencia de la rumia, la cual es estimulada por mecanismos táctiles y químicos (Hammond, 1970).

4.1 Ecosistema ruminal y fermentación microbiana

El ecosistema del rumen de un ovino es un ambiente ideal que cuenta con las condiciones necesarias para el desarrollo de microorganismos, ya que tiene temperaturas las cuales permanecen constantes alrededor de los 36° a 40°C, además, de que se proporciona el ambiente húmedo que requieren los microorganismos, también proporciona los nutrientes necesarios gracias a los alimentos ingeridos por el animal de esta manera las bacterias ruminales realizan trabajos de fermentación, por esta causa el rumen funciona como una cámara de fermentación en un sistema continuo “quimiostato” (Figura 6), donde los productos finales de este proceso son eliminados como gas a través del eructo (Nagaraja, 2016). Los rumiantes son capaces de aprovechar los elementos polisacáridos de vegetales, gracias a la acción enzimática de las bacterias, protozoarios y hongos, al interior del rumen, estos microorganismos también influyen en la fermentación anaeróbica, la cual le brinda al animal energía metabolizable, aminoácidos y vitaminas del complejo B, así como también forman parte de la digestión ruminal (Krehbiel, 2014).

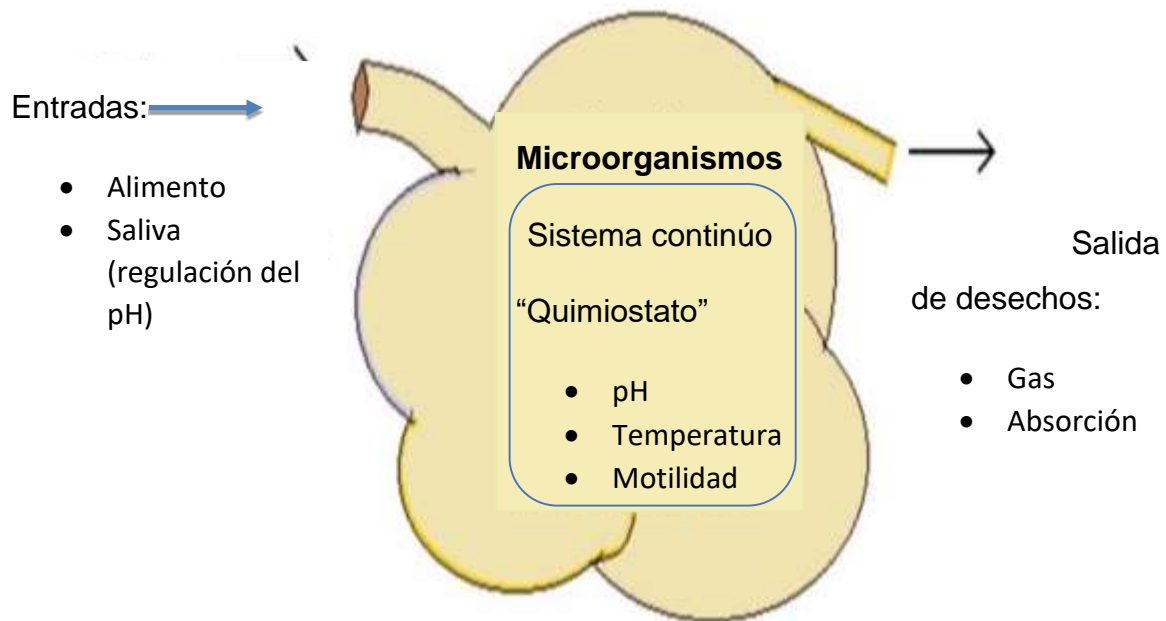


Figura 6. Proceso de fermentación ruminal y sus productos de desecho.

Modificado Nagaraja, (2016)

La fermentación es una actividad metabólica de los microorganismos que se encuentran en el rumen, dentro de este se realiza la degradación de sustratos por medio de una hidrólisis enzimática en un ambiente anaerobio, por lo que se le denomina digestión aloenzimática (Nagaraja, 2016).

4.2 pH del rumen

Existen varios factores que influyen en el cambio del pH en el rumen. El tipo de dieta que se le brinda al animal es un factor que determina en gran manera las fluctuaciones del pH ruminal, aunque los rumiantes poseen un sistema altamente desarrollado para tener y mantener un pH dentro de los límites fisiológicos (5.5 – 7.0) (Krause y Oetzel, 2006).

El CO₂ es un factor del cual depende el pH del rumen, tal como se muestra en la siguiente ecuación, CO₂ + H₂O ↔ H₂CO₃ ↔ HCO₃⁻ + H⁺; ya que los cambios en la cantidad de CO₂ disuelto en el medio automáticamente variará la cantidad de iones H⁺ (Marden *et al.*, 2005).

El pH ruminal está definido por:

$$\text{pH rumen} = 7.74 + \log (\text{HCO}_3^- / \text{pCO}_2)$$

Los forrajes en lo rumiantes estimulan las secreciones de saliva; además de que los carbohidratos que contienen son digeridos lentamente; mientras que el consumo de granos contiene carbohidratos rápidamente digeribles los cual generan una importante concentración de ácidos orgánicos (Fischer *et al.*, 1994).

La ingesta excesiva de carbohidratos altamente fermentables da un aumento de las concentraciones de ácido láctico y una repentina baja de pH (Krause y Oetzel, 2006), sin embargo, al existir un aumento de la tasa de fermentación ruminal se dará una disminución del pH, el cual dependerá de la capacidad del búfer del rumen (Counotte *et al.*, 1979). La saliva secretada por el rumiante actúa como lubricante del alimento consumido, con un pH 8.2 en promedio, alto contenido de sodio, potasio, bicarbonato y fosfato, características que le permiten su acción búfer en el líquido ruminal (Baldwin *et al.*, 1960; Krause y Oetzel, 2006).

Elam y Davis (1962) realizaron un estudio donde se destacó un incremento en el pH del fluido ruminal al agregar saliva artificial, esto por causa de las sales búfer contenidas en la solución artificial de saliva. Sin embargo, el que haya una disminución en el pH no causa un aumento de secreción de saliva ya que esta es estimulada por la ingesta de alimentos y la acción de la rumia (Krause y Oetzel, 2006).

Por otra parte, el ayuno prolongado origina una elevación del pH ruminal (Figura 7), inhibiendo la proliferación de bacterias que transforman el lactato en ácidos grasos de cadena corta (AGCC), causando una mayor probabilidad de

acidosis severa y así cuando al animal se le vuelve a ofrecer alimento tiende a comer con una mayor rapidez y en una cantidad más elevada, dando paso a condiciones fisiopatológicas con un elevado incremento de ácido láctico hiperosmolaridad (Krause y Oetzel, 2006).

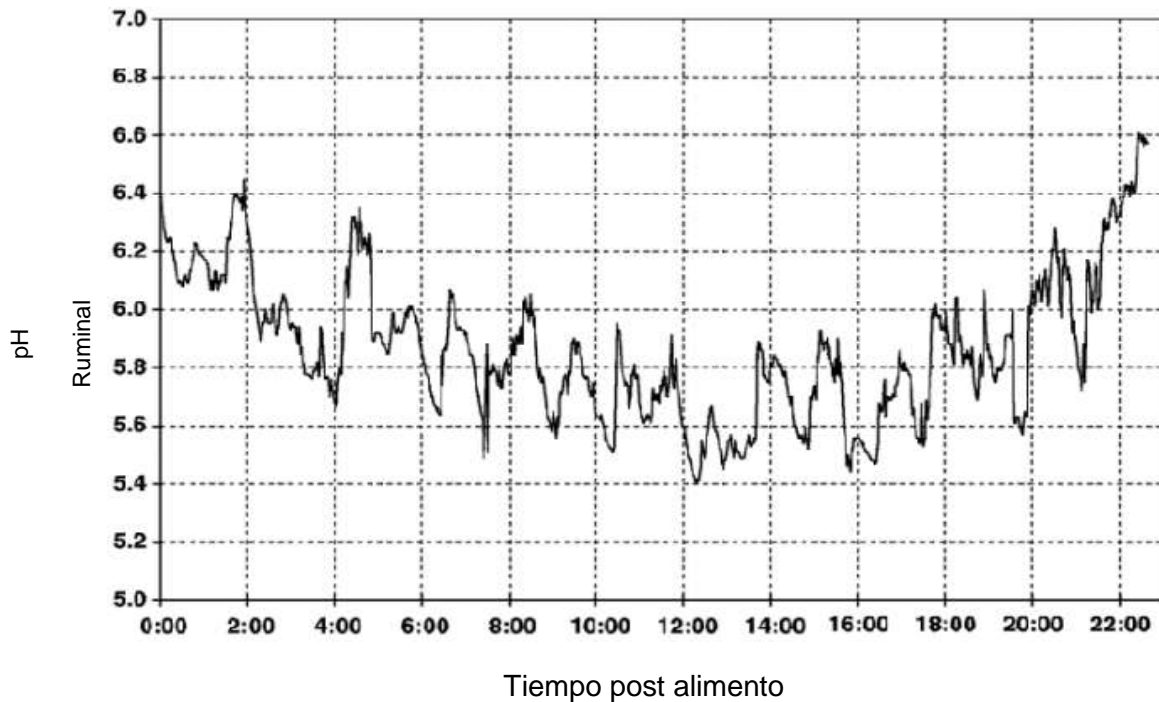


Figura 7. Variaciones del pH ruminal post-alimentación en un periodo de 24 horas.

Tomado de Krause y Oetzel (2006).

4.3 Microorganismos ruminales

Las bacterias, protozoarios y hongos del tipo levaduras, son microorganismos que se encuentran en el rumen; estos son anaerobios estrictos, aunque existen algunos facultativos. Las bacterias que ayudan a la fermentación son los bacilos, cocos y espirilos (Figura 8). Aparecen ubicados en tres sitios

diferentes en el rumen: Adheridos a la pared (flora epimural), asociados a partículas alimenticias (SAB: solid adherent bacteria), y libres, flotando en el líquido ruminal (LAB: liquid associated bacteria) (Gardner *et al.*, 2007).

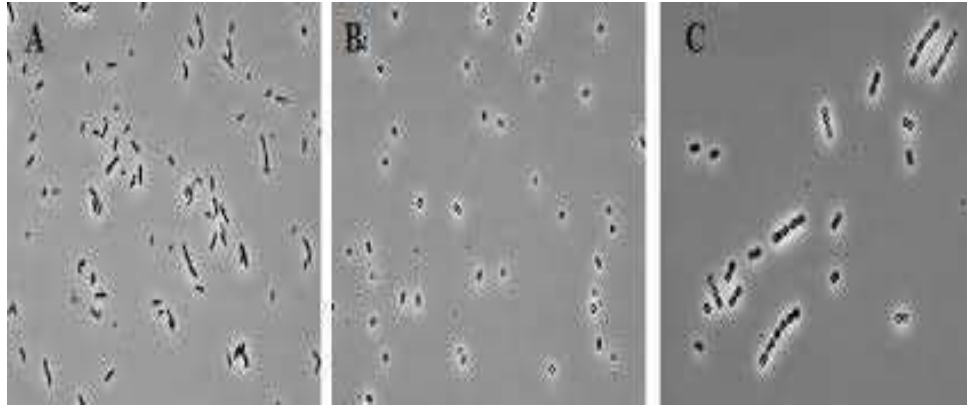


Figura 8. Bacterias presentes en el rumen para la fermentación de alimentos A) bacilos B) cocos C) espirilos

(Gardner *et al.*, 2007).

Cada una de estas bacterias realizan diversas actividades, algunas necesitan poco oxígeno y son encargadas de la hidrólisis de la urea; el resto de los microorganismos son totalmente anaerobios, estos se adhieren a sustratos no solubles, mientras que las que flotan en el líquido ruminal, degradan sustratos solubles. Dentro del rumen se encuentra una cantidad de 10^{10} - 11^{11} bacterias / ml de contenido ruminal (Wanapat *et al.*, 2008).

En cuanto a los protozoarios se presentan en una cantidad menor y es variable en el animal, puede variar de 100 mil a 2 millones por mililitro. La gran parte de estos microorganismos pertenecen a la clase de protozoos ciliados y flagelados (Figura 9), tienen gran capacidad de asimilar los azúcares solubles y transformarlos en polisacáridos similares al almidón, esta cualidad hace que se proteja al rumiante de padecer acidosis (González *et al.*, 2017).

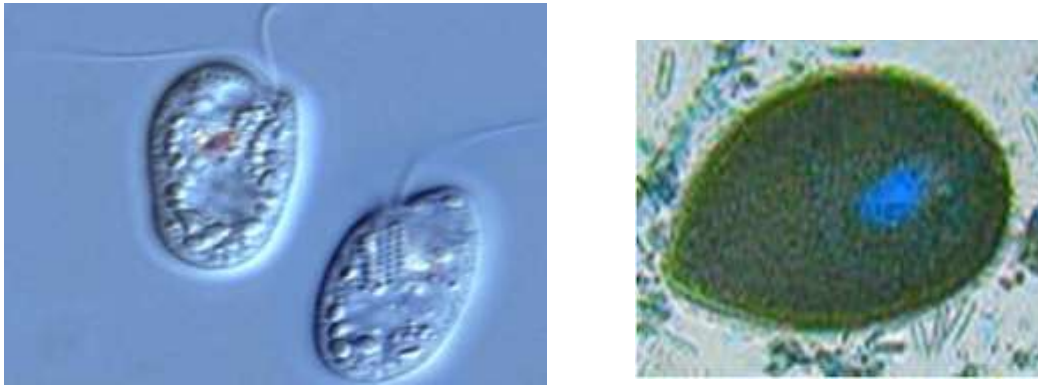


Figura 9. Protozario a) flagelados y b) ciliado presentes en el rumen digieren pectina y almidón.

Galindo, (2011)

Las bacterias se clasifican generalmente según el sustrato que utilizan y por los productos finales de la fermentación; de este modo se tienen bacterias celulolíticas, hemicelulolíticas y pectinolíticas. Las bacterias amilolíticas predominan en el rumen con el consumo de dietas con alto contenido de almidón (Krause y Oetzel, 2006).

Los productos de la fermentación de microorganismos como el lactato, succinato y metanoato son los ácidos que se encuentran en el ambiente ruminal. El lactato puede ser metabolizado hasta acetato, propionato o ácidos grasos de cadena más larga, el succinato es convertido en propionato y CO₂ y el metanoato es utilizado como precursor para la producción de metano (Casas *et al.*, 2015).

Las bacterias proteolíticas poseen proteinasas y muchas de ellas tienen también exopeptidasas para una posterior degradación de oligopéptidos hasta péptidos más pequeños. Las bacterias productoras de amoníaco lo obtienen mediante la desaminación de aminoácidos. El amoníaco se puede obtener también

de la hidrólisis de la urea y en este proceso actúan bacterias ureolíticas (Bean *et al.*, 2010).

Las bacterias lipolíticas hidrolizan triglicéridos y fosfolípidos dando glicerina y ácidos grasos. Las bacterias productoras de metano se encuentran asociadas a la fermentación de forraje y sobreviven en condiciones ruminales similares a las que sobreviven las bacterias celulolíticas. Estos dos tipos de bacterias se inhiben con pH bajo (6.5 o menos) (Romero, 2001).

Dentro del rumen los microorganismos viven en una relación simbiótica con el animal, pues brinda el ambiente para que estos organismos puedan desarrollarse, contribuyendo de una manera positiva al hospedero, ayudando a la digestión y fermentación de los alimentos que el rumiante consume; ya que la fermentación es el resultado que beneficia al rumiante por permitir el desarrollo de los microorganismos en su interior, mutualismo es el beneficio que generan ambas especies al compartir un hábitat donde ambas partes son beneficiadas (Nagaraja, 2016).

El rumen cuenta con un ecosistema poblado de bacterias, protozoos y hongos; la microbiota no está presente en rumiantes lactantes (corderos), ya que cuando nacen, el sistema digestivo es prácticamente estéril, sin embargo, se comienza a desarrollar a las semanas de nacidos. En los corderos el rumen es de un tamaño pequeño en comparación con los otros órganos que tienen un papel en la digestión esto es porque solo se consume leche y calostro (Shimada, 2009). El calostro y la leche son los causantes de que comience la colonización de las bacterias como, lactobacilos, coliformes y estreptococos, los cuales son los primeros en encontrarse dentro del rumen, para después desarrollar una cámara fermentación eficiente y un ecosistema donde es imposible que otros microorganismos extraños, puedan desarrollarse y competir con la flora normal (Yokoyama y Johnson, 1993).

Dentro del rumen existen otro tipo de microorganismos, además de las bacterias Cuadro 6 protozoarios y hongos los cuales realizan acciones como la

hidrolización de las fracciones de fibras y contribuyen a la ruptura de la pared celular; aunque no cuentan con la capacidad de digerir lignina, aportan cerca del 5% de proteína de origen microbiano. Por la presencia de estos microorganismos, se realiza el proceso de fermentación (Rossi, 2013).

Los hongos se han calculado en torno a 10^4 zoosporas/mL (Mackie et al., 2002). Tienen un largo tiempo de generación y aseguran su supervivencia en el rumen adhiriéndose a las partículas de alimento grandes (Orpin y Joblin, 1997). Son anaerobios y colonizan los tejidos lignocelulósicos de las plantas participando en la degradación de la fibra (Orpin y Joblin, 1997) introduciendo los filamentos rizoidales en el tejido vegetal y liberando un complejo enzimático que rompe los enlaces del alimento fibroso.

Cuadro 6. Bacterias presentes en el rumen de los ovinos

Clasificación	Sustrato	Microrganismo
Bacterias celulolíticas	Celulosa. Degradación escalonada de celulosa	<i>Ruminococcus flavefaciens</i> ;
Bacterias hemicelulolíticas	Hemicelulosa	<i>Bacteroides ruminicola</i> ; <i>Ruminococcus spp.</i>
Bacterias pectinolíticas	Pectina	<i>Bacteroides ruminicola</i> ; <i>Lachnospira mutiparus</i>
Bacterias amilolíticas	Almidón	<i>Streptococcus bovis</i> ; <i>Bacteroides ruminicola</i>
Bacterias que utilizan azúcares simples	Azúcares simples	<i>Treponema bryantii</i> ; <i>Lactobacillus vitulinus</i>
Bacterias que usan ácidos intermedios.	Lactato, Acetato, propionato o ácidos grasos.	<i>Selenomonas ruminantium</i> ; <i>Veilonella alcalescens</i>
Bacterias proteolíticas	Proteínas	<i>Bacteroides ruminicola</i> ; <i>B. amylophilus</i>
Bacterias productoras de amoniaco.	Aminoácidos	<i>Selenomonas ruminantium</i>
Bacterias lipolíticas	Lípidos	<i>Anaerovibrio lipolytica</i> hidroliza triglicéridos y fosfolípidos a glicerina
Bacterias productoras de metano.	Reducción de CO ₂ , con H ₂ para producir metano.	Bacterias metanogénicas
Bacterias ureolíticas	Urea	<i>Succinivibrio dextrinosolvens</i>

Tomado de Cronje, (2000).

5. ADITIVOS

En las producciones animales, la nutrición es la parte fundamental, ya que si no se nutre bien al animal los resultados productivos y reproductivos se verán afectados, es por este motivo que se buscan alternativas que ayuden a los productores a mantener animales en un estado de salud óptimo y además con buenos resultados en la producción, lo cual se verá reflejado en una rentabilidad deseada. Se emplean los aditivos que son sustancias que se agregan a la formulación de las dietas, gracias a sus beneficios y la forma en la que logran la disminución de costos, además de incrementar la eficiencia productiva, estos aditivos tienen como fin específico incrementar la calidad nutricional, para obtener resultados en la salud y en la producción (Castro, 2005).

En el mercado existe un gran número de aditivos en la alimentación animal, cada uno puede tener un objetivo diferente, por lo cual, es difícil hacer una definición precisa. No obstante, en términos generales, un aditivo alimentario se refiere a un producto incluido en la formulación a un nivel bajo de inclusión (Ravindran, 2010). Un aditivo, ya sea natural o sintético, es como una sustancia o mezcla de sustancias diferentes al alimento que se encuentra en el mismo, y se dan como resultado de una adición intencional durante las etapas de producción, almacenamiento o envasado para lograr ciertos beneficios, como evitar su deterioro, mejorar el valor nutritivo, desarrollar alguna propiedad sensorial, o como ayuda para el proceso de elaboración (Arce *et al.*, 2016).

Por otra parte, la organización que regula la utilización de aditivos, el Parlamento Europeo y el Consejo en su Reglamento (CE) 1831/2003, que hace referencia a los aditivos como sustancias, microorganismos y preparados de distintas materias primas que son añadidos a los alimentos o bien agua (García y García, 2015).

5.1 Tipos de aditivos

Los primeros estudios con aditivos estuvieron relacionados con a) la búsqueda y evaluación de sustancias que influyeran positivamente en las características de los alimentos convencionales y no convencionales, b) la satisfacción de las necesidades alimenticias y su influencia positiva en la producción, c) la actividad o el bienestar de los animales, especialmente, actuando en la biota gastrointestinal o la digestibilidad de los alimentos. Algunas de las investigaciones relevantes se mencionan en el Cuadro 7 (Ayala, et al 2006).

La utilización de antibióticos y de productos antimicrobianos, que han sido utilizados como promotores de crecimiento, han desencadenado problemas de resistencia microbiana y agudeza en la aparición de efectos secundarios, esto sucede tanto en los animales como en los humanos al consumir la carne. Por este motivo la Organización Mundial de la Salud (OMS) emitió en el año 2000, la recomendación de que había que dejar de utilizar los antibióticos como promotores del crecimiento animal y buscar alternativas que brinden los resultados, sin poner en peligro la salud de la población (Castro, 2005).

5.2 Aditivos utilizados como alternativas en la salud animal

Para una óptima producción animal, con ganancia de peso, se debe considerar que una nutrición y manejo adecuado son la base (Heinrichs *et al.*, 1995); si los animales son sometidos a eventos de estrés como lo son el transporte inadecuado, los cambios de lugar o bien los cambios de dieta, esto podría tener impactos importantes en la morbilidad, la mortalidad y la ganancia de peso corporal. Con el fin de elevar el sistema inmunológico los productores han implementado el uso de quimioterapéuticos (Timmerman *et al.*, 2005).

Cuadro 7. Investigaciones realizadas con el empleo de distintos tipos de aditivos.

Tipo	Aditivos	Referencias
Probióticos	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Wickerhamomyces anomalous</i>	Bocourt <i>et al.</i> (2004); Ayala <i>et al.</i> (2012); García-Hernández <i>et al.</i> (2012).
Prebióticos	Inulina Fructanos de Agave fourcroydes	García-Curbelo <i>et al.</i> (2007); García-Curbelo <i>et al.</i> (2009)
Fitobióticos	Orégano	Ayala <i>et al.</i> (2006)
Acidificantes	Vinaza	Hidalgo <i>et al.</i> (2009)
Enzimas	β -manasa, Celulasa, Xilanasa, Fitasa.	Lon-Wo <i>et al.</i> (2000) Acosta <i>et al.</i> (2006)
Minerales	Zeolita Bentonita	Reyes <i>et al.</i> (2003); Gutiérrez <i>et al.</i> (2004)
Aditivos activadores de la fermentación ruminal	Polietilenglicol, Ácido bromoetano, sulfónico, Saccharomyces, cerevisiae, Vitafert	La O <i>et al.</i> (2001); González <i>et al.</i> (2006); Marrero <i>et al.</i> (2010).
		Ayala <i>et al.</i> (2006)

Los quimioterapéuticos, comúnmente han sido utilizados para evitar enfermedades, sin embargo, han sido criticados por sus efectos adversos en la salud (Kumari *et al.*, 2007), dentro de los cuales podemos destacar, la acumulación de toxinas en los tejidos, el desarrollo de resistencia a fármacos y la inmunosupresión que estos pueden generar (Rijkers *et al.*, 1980); por esta causa se han desarrollado diferentes alternativas, como el uso de aditivos inmunoestimulantes, los cuales funcionan como una estrategia para elevar el sistema inmune, ya que aumentan la respuesta inmunológica en el organismo, esto sin generar efectos negativos (Ravindra y

Chauhan, 2009); son administrados como aditivos en la alimentación, para modular la inmunidad inespecífica, desempeñando un papel en la protección contra las enfermedades (Kumari *et al.*, 2004), ayudando a que el sistema inmunológico cuente con una mejor respuesta ante cualquier posible alteración en la salud (Kumari *et al.*, 2007).

A causa de esto, al paso de los años se han implementado nuevos estudios con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de los animales, en especial elevar su inmunidad, con el fin de prevenir enfermedades con aditivos en leche (Godden *et al.*, 2003; Johnson *et al.*, 2007), el uso de sustitutos comerciales de calostro (Haines *et al.*, 1990; Mee *et al.*, 1996), el uso de probióticos (Oropeza *et al.*, 1998; Timmerman *et al.*, 2005) y prebióticos (Uitz y Jaimes, 2012; Uyeno *et al.*, 2015), además del uso de compuestos herbales (Bombik *et al.*, 2012; Hassan y Abdel-Raheem, 2013).

La adición de extractos de plantas y aceites esenciales obtenidos a partir de las mismas en las dietas puede desempeñar un papel para mejorar el rendimiento del crecimiento de los animales y aumentar la reacción inmunológica (Akyildiz y Denli, 2016).

6. ALTERNATIVAS HERBALES EN LA SALUD ANIMAL

El uso de hierbas como suplemento, en la alimentación de los animales, tiene como finalidad, que el productor aumente la eficacia de sus índices de producción con el beneficio de evitar el uso de antibióticos, pudiendo ofrecer a los consumidores alimentos de una mejor calidad (Bombik *et al.*, 2012). La Organización Mundial de la Salud ha demostrado que el uso de plantas sustituye de manera positiva el uso de productos químicos debido a los efectos biológicos, fisiológicos y farmacéuticos (Hassan y Abdel-Raheem, 2013).

En la actualidad se han desarrollado alternativas naturales, con el objetivo de reducir los porcentajes de morbilidad y mejorar el comportamiento productivo, sin los efectos negativos que causaría el uso de antibióticos. En la india se han probado varias fórmulas, a base de hierbas, las cuales contienen características medicinales para curar o prevenir enfermedades, estas se pueden administrar a animales para aumentar y mejorar la respuesta del sistema inmunológico (Bhargava y Singh, 1981; Chauhan, 1999), las cuales tienen nulos o pocos efectos secundarios durante el tratamiento (Kumari *et al.*, 2007).

Estas alternativas herbales, contienen polifenoles y otros compuestos, que causan efectos antimicrobianos, además de ser eficaces para la suplementación en alimentos procesados (Yam *et al.*, 1997), por ejemplo los polifenoles se encuentran en siete principales plantas, de tipo catequinas, en el caso del té verde, como epigallocatequina galato (EGCg), epigallocatequina (EGC), epicatequina galato (ECg), epicatequina (EC), galocatequina (GC), galocatequina galato (GCg) y catequina (C) (Ishihara *et al.*, 2001). Estos compuestos son derivados de las rutas de biosíntesis del metabolismo primario del carbono en las plantas, que aparecen en el citoplasma de la mayoría de las células vegetales; hasta el año 2007, se habían reportado cerca de 8,000 polifenoles, 270 aminoácidos no proteicos, 32 cianógenos, 10,000 alcaloides, varias saponinas y esteroides (Hernández *et al.*, 2018).

Estos extractos herbales tienen sustancias activas como el derivado del isopreno, flavonoides, glucosinolatos, además de otros metabolitos que ayudan en la nutrición de los animales, brindando así efectos benéficos, ya que pueden modificar la función fisiológica y química del tracto digestivo, esto da como resultado la estimulación del apetito, la mejora de la secreción endógena de la enzima digestiva, activación de la respuesta inmune y las acciones antibacterianas, antivirales, antioxidantes y antihelmínticas. Gracias a los resultados que se obtienen al utilizar las propiedades de las plantas, dando una mayor influencia para la utilización de las sustancias activas, debido a sus variadas aplicaciones y buenos resultados (Bombik *et al.*, 2012).

Los efectos se pueden percibir no solo en la producción, estas plantas regulan el metabolismo de los animales, también tienen propiedades que mantienen al animal sin estrés, regulan la actividad del tracto digestivo y dan una mejora a los productos y subproductos de los animales (Cardozo *et al.*, 2005).

Los efectos favorables en el medio ruminal se dan ya que una suplementación con antioxidantes podría intervenir en las deficiencias que estén relacionadas con la edad, ya que se aumentan el número de anticuerpos y se disminuye la oxidación lipídica; es de suma importancia, ya que los daños oxidativos son los que causan repercusiones en la función inmunológica (Knight, 2000). Los antioxidantes que contienen las hierbas dan a las células del sistema inmunológico la función adecuada para que no sufran alteraciones causadas por factores como el estrés oxidativo (De la Fuente, 2002), además de contar con propiedades que realizan una estimulación de actividades antimicrobianas, coccidiostáticas, antihelmínticas, antiinflamatorias y propiedades antioxidantes (Ghahhari *et al.*, 2016). En la India se describieron varias preparaciones a base de hierbas, que se pueden administrar a los animales para aumentar la respuesta inmune (Dhote *et al.*, 2005) por esta causa se han realizado varios estudios donde se mostró que la adición de hierbas tiene efectos positivos, ya que afectan la ingesta de alimento, el consumo de agua y la población microbiana (Ghahhari *et al.*, 2016).

7. FÓRMULAS POLIHERBALES

En la búsqueda de alternativas para ofrecer a los animales, se pueden encontrar las fórmulas polihierbales, las cuales tienen nulos o pocos efectos secundarios durante la administración de los tratamientos (Kumari *et al.*, 2007). Estas brindan efectos en el rendimiento del crecimiento, parámetros sanguíneos, respuesta inmune y microbiota intestinal (Kim *et al.*, 2015).

La Organización Mundial de la Salud, que reconoce, avala, y, en algunos casos recomienda, el gran valor de las plantas medicinales en la atención primaria de millones de personas, por otra parte, estima que el 80% de la población mundial utiliza estos recursos como principal fuente de atención de sus problemas de salud. De esta manera se busca también implementar estos componentes en la prevención de enfermedades en los animales (Bueno *et al.*, 2013).

Dentro de estos productos se encuentran compuestos herbales que son la combinación de varias plantas que tienen fines específicos, los cuales pueden tener actividades como efectos desparasitantes, antibióticos, inoestimulante, como es el caso del producto que se menciona a continuación.

8. Mezcla Poliherbal

Esta formulación poli herbal, que contiene cuatro plantas medicinales conocidas en Ayurveda (medicina tradicional de la india), gracias a sus beneficios al ser evaluado en su eficacia para estimular la inmunidad inespecífica tanto en animales como en humanos. Este compuesto contiene en su formulación pro-vitaminas y pro-nutrientes, como terpenos, fenoles, aminoácidos, vitaminas C y E naturales y oligosacáridos, antioxidantes, etcétera. Las vitaminas y los compuestos fenólicos desempeñan un papel eficaz en el refuerzo de los mecanismos de defensa y en la inhibición natural del crecimiento de microorganismos patógenos (Cecchini *et al.*, 2014). Estos compuestos son los que ayudan al organismo en la realización de algunas funciones inmunológicas y metabólicas optimizando el sistema inmunológico, originan la salud; dando así mejores resultados en la producción de carne y reducen las posibilidades de infecciones virales, bacterianas y otras enfermedades; además facilita la producción óptima de inmunoglobulinas, anticuerpos y otros componentes inmunes (Technofeed México, 2018).

La formulación de el compuesto polihierbal de origen Indu, es una combinación de extractos de plantas, tales como, *Withania Somnifera* (Ashwagandha) y *Emblica officinalis* (Amlaki), *Ocimum tenuiflorum* (Tulsi), y *Tinospora cordifolia* (Guduchi) (Kumari *et al.*, 2004; Dhote *et al.*, 2005; Okonkwo *et al.*, 2015).

Las plantas de las cuales está constituido brindan diferentes beneficios; Amlaki (*Emblica officinalis*), como uno de sus ingredientes, es rico en vitamina C, que es un potente inmunoestimulante y antioxidante. El ácido ascórbico presente en esta fruta se conjuga con ácido gálico y azúcares reductores, formando un complejo taninoide, que es más estable en la naturaleza y mejora la biodisponibilidad del ácido ascórbico. De forma similar, otro componente, Guduchi (*Tinospora cordifolia*), es conocido por aumentar las funciones de las células fagocíticas y mejorar la protección contra infecciones en animales y seres humanos. Los otros componentes, Aswagandha (*Withania somnifera*) y Tulsi (*Ocimum tenuiflorum*) también están bien conocidos por su rol inmunomodulador (Kumari *et al.*, 2004).

Esta formulación además de tener efectos sobre el sistema inmunológico de los animales también ayuda a mejorar la acción que brindan las vacunas (Bhattacharya *et al.*, 2001; Kumar *et al.*, 2003), sus propiedades inmunomoduladoras, tienen un poderoso efecto antioxidante (Meydani, 1995).

Los antioxidantes contenidos en el compuesto polihierbal ImmuPlus® presentan en su fórmula polifenoles y flavonoides, los cuales tienen como fin prevenir daños causados por el estrés oxidativo (Cecchini, 2014). Para evitar el estrés oxidativo existen otras formas, como el consumo de ciertas frutas o verduras, sin embargo, las hierbas que contiene este aditivo cuentan con los polifenoles y los metabolitos necesarios con la mayor parte de agentes antioxidantes (Cao *et al.*, 1997).

En experimentaciones *in vivo*, han demostrado que la adición del compuesto polihierbal ImmuPlus® causa resultados positivos sobre el sistema inmunológico. En la acuicultura estos productos a base de hierbas promueven el crecimiento, reducen el estrés, mejoran la inmunidad y previenen patologías en los peces, añadiéndose en la dieta (1 g/kg de alimento) durante 30 días, se reporta que en la etapa de larvas, tuvieron una menor mortalidad con una reducción de hasta el 50% contra la infección por *Aeromonas hydrophila*; además de un mejor crecimiento, debido a la activación de las respuestas inmunológicas específicas e inespecíficas. Las carpas (*Cyprinus carpio*) alimentadas con las dietas de prueba que fue significativamente ($P < 0.05$) mayor, sin diferencia entre los que recibieron 1.5% de ImmuPlus®, que aquellos alimentados con 3% del compuesto, el cual dio mejores resultados. La adición de hierbas a la dieta de los peces tiene un menor costo y tiene como todos los aditivos polihierbales, efectos secundarios bajos, tanto para los peces como para los consumidores; gracias a esto el uso de aditivos con el paso del tiempo, se ha utilizado más comúnmente en la acuicultura (Shakya, 2017). Por otra parte, este mismo autor experimentó en peces adultos, donde se aumentó significativamente su ganancia de peso; durante los 15 a 30 días aumentaron las actividades de neutrófilos y lisozimas, así como las concentraciones séricas de proteína total, albúmina y globulina. Obteniendo resultados similares al agregar mezcla herbal (XXXX, XXX, XXXX)® a la dieta de la carpa india rohu (*Labeo rohita*), particularmente a 1 g/kg de alimento durante 30 días, ya que, activa la inmunidad no específica, el crecimiento y la respuesta inmune específica (Kumari *et al.*, 2007).

En otras especies como en los langostinos al adicionar 1g kg^{-1} de alimento durante 4 semanas se observó, que los resultados fueron beneficiosos para la elevación del sistema inmunológico aumentando además el nivel de proteína total en la segunda semana de alimentación (Kumari *et al.*, 2004).

En las aves, han realizado estudios, donde se incorpora el aditivo formulado con plantas obteniendo respuestas positivas contra Newcastle administrado en el

agua (25 mg/kg de peso corporal) y reportando inmunización contra la enfermedad de Newcastle, contra bursitis infecciosa con dosis primaria y de refuerzo a los 30 días de edad. Esta información sugiere que el uso de ImmuPlus® tiene un efecto potenciador sobre las respuestas contra los antígenos de Newcastle y de bursitis infecciosa, ya que se observó una tendencia continua en el conteo total de leucocitos, así mismo el recuento absoluto de linfocitos reveló una tendencia creciente, por lo que, un aumento en la concentración celular implica el fortalecimiento del sistema inmune ya que, los linfocitos son componentes clave del sistema inmunológico y al aumentar o disminuir en su concentración afecta la inmunidad (Dhote *et al.*, 2005).

En otros datos reportados donde se realizó una vacunación previa contra bursitis infecciosa aviar y se añadió ImmuPlus® en la alimentación de animales en engorda, se encontró la mejora de anticuerpos en comparación con los datos de los animales testigo, por lo cual se llegó a la conclusión de que el aditivo da resultados favorables en la mejora de respuesta inmunológica, controlando de forma favorable la mortalidad y la morbilidad de las aves en engorda (Borell *et al.*, 2000).

En un estudio realizado por Ravindra y Chauhan (2009) determinaron los efectos inmunopotenciadores de ImmuPlus® (1 g/100 ml de agua durante dos meses) sobre las funciones de los macrófagos en el pollo, observando que la función macrófaga, aumentó en un 22%, demostrando que el uso del ImmuPlus® mejora significativamente el poder de absorción de los macrófagos y neutrófilos y, por consiguiente, mejora la inmunidad de las aves.

Con la finalidad de evaluar el patrón de inmunomodulación del compuesto herbal ImmuPlus®, realizaron investigaciones en base a los anticuerpos de Newcastle y la enfermedad de la bursitis infecciosa en aves de engorda administrada a través del agua potable (0.3 g/L) diariamente durante diez días a partir del día ocho de edad a una dosis de 10 g por 1000 aves, con un intervalo de 10 días hasta el final del estudio, mientras que a otro grupo de animales se les administro 0.3 g diariamente desde el día 8 de vida hasta el final del experimento.

En esta experimentación obtuvieron una respuesta de anticuerpos superior a los grupos control, sin embargo, el grupo de animales a los que se administró el tratamiento de forma alternada mostró una respuesta de anticuerpos inconsistente, a diferencia de la administración diaria, ya que se mejoraba la respuesta de anticuerpos contra la enfermedad manteniéndose el efecto, por lo tanto, puede ser útil para el control de Newcastle y bursitis infecciosa (Okonkwo *et al.*, 2015).

En equinos también se han manejado el uso de ImmuPlus® dejando como resultado que el compuesto poli herbal es útil para la prevención de daños por el estrés oxidativo y como un antioxidante natural (Cecchini *et al.*, 2014). En cuanto a los costos de producción, se compensa con el crecimiento mayor a menor tiempo, gracias a la inclusión de ImmuPlus® en la dieta (Priyadarshini *et al.*, 2012).

Una de las principales causas de patologías en la actualidad es el estrés oxidativo, proceso secundario al correcto funcionamiento del sistema inmunológico. Este estrés oxidativo ocurre principalmente debido a las funciones metabólicas de los organismos y generan radicales libres (Kireev *et al.*, 2017). De acuerdo con investigaciones realizadas en humanos, los daños oxidativos son perjudiciales para la función inmune, además, los organismos aeróbicos deben poseer defensas antioxidantes, las cuales generalmente dependen del suministro de antioxidantes en las dietas, estos son moléculas capaces de inhibir la oxidación de otras moléculas. Los radicales libres son el resultado de procesos catabólicos y otros intermedios de radicales libres, también conocidos como especies de oxígeno reactivo, producidos principalmente en la cadena de transporte de electrones mitocondrial. Los antioxidantes son capaces de detener las reacciones de oxidación mediante la eliminación de oxígeno reactivo. La suplementación con antioxidantes revierte el proceso donde existan deficiencias inmunológicas asociadas con la edad.

Por lo tanto, los antioxidantes de la dieta preservan una función adecuada de las células inmunes contra las alteraciones homeostáticas causadas por el estrés oxidativo, que ocurre cuando la tasa de generación de especies de oxígeno reactivo excede la de su eliminación. La oxidación de lípidos y proteínas, incluido el ADN,

así como la peroxidación de ácidos grasos insaturados, esenciales para la función de la membrana celular es la consecuencia del exceso de oxígeno reactivo (Cecchini *et al.*, 2014).

El compuesto polihierbal ImmuPlus® también lo han utilizado para prevenir la citotoxicidad de los medicamentos que se utilizan contra el cáncer, la metástasis y prolongar el período de supervivencia; esto se ha realizado en varios animales como en caninos, además de la inmunosupresión que generan los tumores mamarios. Por lo que se ha utilizado con la finalidad de investigar su papel inmunopotenciador en tumores mamarios en caninos (Maiti *et al.*, 2009). Se obtuvo como resultado que al emplear el ImmuPlus® por vía oral no se presentaron los efectos secundarios observables comúnmente, así como también, se observó un aumento significativo en los títulos de anticuerpos el cual persistió hasta el final del experimento, y dio un aumento significativo en el nivel de IgG, no se observó inmunosupresión por la toxicidad mieloide de la doxorubicina y se vio la rápida reducción del tumor mamario, atribuido al efecto inmunopotenciador del ImmuPlus®. Demostrando el papel del compuesto herbal como complemento de los agentes antineoplásicos convencionales para la prevención y el tratamiento de la inmunosupresión en tumores mamarios caninos; situándolo como un tratamiento eficaz (Das, 2003). El producto herbal ImmuPlus® según el fabricante se conforma de cuatro plantas que son: *Emblica officinalis*, *Tinospora cordifolia*, *Withania somnifera*, *Ocimum tenuiflorum*.

8.1 *Emblica officinalis*

Emblica officinalis, goza de una posición sagrada en Ayurveda, un sistema de medicina indígena. Pertenece a la familia Euphorbiaceae. También se nombra como *Amlaki*, *Phyllanthus Emblica*, contiene principalmente taninos, alcaloides, compuestos fenólicos, aminoácidos e hidratos de carbono. El jugo de la fruta contiene la vitamina C (478.56 mg / 100 ml); tiene aplicación como antioxidante, inmunomodulador, antipirético, analgésico, citoprotector, antitusivo y

gastroprotector (Khan, 2009). ImmuPlus® contiene Amlaki (*Emblica officinalis*), este componente es un potente inmunoestimulante y antioxidante rico en vitamina C (Sahoo y Mukherjee, 2003). Dentro de sus componentes se encuentra el ácido ascórbico, el cual está unido con el ácido gálico y azúcares, los cuales forman un complejo taninoide, el cual es más estable en la naturaleza, de esta manera mejora la disponibilidad del ácido ascórbico (Devasagayam y Sainis, 2002).

Esta hierba es utilizada en la medicina en India, ya que se considera que eleva las defensas del sistema inmunológico del animal, para así prevenir patologías o preservar la salud; esto gracias a sus activos como taninos, alcaloides, compuestos fenólicos, aminoácidos e hidratos de carbono y vitamina C. Además de contener compuestos aislados como flavonoides, ácido elágico, ácido chebulínico, quercetina, ácido chebulagico, emblicaina-A, ácido gálico, emblicaina-B, punigluconin, ácido cítrico, elagitaninos, glucosa trigallayl y pectinas (Figura 10, Khan, 2009).



Figura 10. *Emblica officinalis* también conocida como amla o grosella espinosa india.
(Khan, 2009).

Debido a sus cualidades se realizó un estudio en pollos de engorda donde suplementaron con polvo de fruta *Emblica officinalis* a razón de 0.25%, 0.50%,

0.75% y 1.0%, respectivamente a los grupos. Obteniendo resultados de un menor consumo de alimento en los niveles más altos (0.75% y 1%) de los grupos suplementados que el grupo de control, esto podría deberse a una mejor utilización de nutrientes y por ende a un mayor aumento de peso corporal, además de que la suplementación de antioxidantes aumenta la altura de las vellosidades intestinales, pero disminuye la profundidad de las criptas en los pollos de engorde. Las dietas de alimentación que contienen fitobióticos pueden provocar la inhibición del crecimiento y la colonización de microbios enteropatógenos en el tracto digestivo, lo que contribuye al equilibrio de la microflora intestinal. Concluyendo lo anteriormente mencionado en que los mejores resultados se obtuvieron con un nivel de suplementación de *Emblica officinalis* al 0.75% con respecto a la morfología del intestino y la actividad inmunomoduladora resultó en una ganancia de peso mejorada (Dalal, 2017).

8.2 *Tinospora cordifolia*

Tinospora cordifolia, perteneciente a la familia Menispermaceae, es un arbusto trepador grande de hoja, que se encuentra en toda la India, especialmente en las partes tropicales que ascienden a una altitud de 300 m. y también en ciertas partes de China. Se conoce como planta de semilla de Moonseed en inglés, Guduchi en sánscrito y Giloy en hindi, contiene principalmente alcaloides, lactonas, diterpenoides, esteroides, compuestos alifáticos glucósidos entre otros (Mittal *et al.*, 2014).

Tinospora cordifolia (Guduchi) este arbusto ampliamente utilizado en los sistemas de medicina popular de la India, del cual se han aislado una variedad de constituyentes de la planta, los cuales pertenecen a diferentes clases como alcaloides, lactonas diterpenoides, glucósidos, esteroides, sesquiterpenoides, fenólicos, compuestos alifáticos y polisacáridos (Singh *et al.*, 2003). Así como también, las hojas de esta planta son ricas en proteínas (11.2%), además de su alto contenido en calcio y fósforo (Khosa y Prasad, 1971; Zhao *et al.*, 1991).

Se ha demostrado que la *Tinospora cordifolia*, aumenta las funciones de las células fagocíticas y aumenta la protección contra las infecciones en animales y seres humanos, además de otras propiedades medicinales notificadas, como son antidiabéticas, antiperiódicas, antiespasmódicas, antiinflamatorias, antiartríticas, antioxidantes, antialérgicas, antiestrés, antilepróticas, antipalúdicas, hepatoprotectoras, inmunomoduladoras y actividades antineoplásicas (Figura 11, Katiyar *et al.*, 1997; Singh *et al.*, 2003).



Figura 11. Tinospora cordifolia conocida por los nombres comunes de semillas de luna, gaduchi y giloya, es una enredadera herbácea de la familia *Menispermaceae*.

(Katiyar *et al.*, 1997; Singh *et al.*, 2003)

8.3 *Withania somnifera*

Withania somnifera (Ashwagandha), comúnmente es conocida como la cereza de invierno o ginseng indio (Cecchini, 2014). *Withania somnifera* pertenece a la familia de las solanáceas, es una planta xerofítica que se encuentra en las partes más secas de India, Sri Lanka, Afganistán, Baluchistán y Sind además de que se

distribuye en las regiones mediterráneas, las Canarias y el Cabo de Buena Esperanza. Esta planta es comúnmente conocida como Asgand, que se ha usado sola o en combinación con otras plantas en Unani, así como en la medicina hindú durante siglos. Brinda una serie de acciones terapéuticas como antiinflamatorias, sedantes, narcótico, tónico general, diurético, afrodisíaco tónico uterino y aumenta la producción de semen (Uddin *et al.*, 2012).

Este compuesto polihierbal contiene 35 componentes químicos biológicamente activos, los cuales se encuentran en las raíces de *Withania somnifera* como son alcaloides (isopellertierina, anferina), lactonas esteroidales (withanólidos, witferinas), saponinas que contienen un grupo acilo adicional (sitoindosida VII y VIII), y withanoloides con una glucosa en carbono 27 (sitonidoside XI y X), además de que son fuentes de hierro (Figura 12, Singh *et al.*, 2010).



Figura 12. Ashwagandha o Bufera la cual tiene el nombre científico de *Withania somnifera*.

(Singh *et al.*, 2010).

Esta es conocida por sus propiedades medicinales como inmunomodulador, antiinflamatorio, anticancerígeno, cardioprotector, antiestrés, antidiabético, antioxidante, neuroprotector, antimicrobiano, antiartrítico, antiinflamatorio y por sus propiedades rejuvenecedoras (Dar *et al.*, 2015).

Así como también, la *Withania somnifera* ha sido estudiada para investigar sus efectos inhibidores en la línea celular de cáncer de próstata altamente metastásica e independiente de andrógenos, demostrando un potencial inhibitorio inherente metastásico y selectivo de *Withania somnifera* frente al cáncer, por lo que *somnifera* puede ser un buen agente terapéutico además de los medicamentos existentes para el cáncer (Balakrishnan *et al.*, 2017).

8.4 *Ocimum tenuiflorum*

Ocimum tenuiflorum (Tulsi) posee propiedades importantes antiestrés las cuales han sido utilizadas por la medicina indu (Bhargava y Singh, 1981). *Ocimum tenuiflorum* contiene semillas las que brindan aceites que poseen importantes actividades antiinflamatorias, antipiréticas, analgésicas y antiartríticas (Figura 13, Mediratta *et al.*, 2002).



Figura 13. *Ocimum tenuiflorum* llamada popularmente Tulsi.

(Mediratta *et al.*, 2002).

Como otro de sus componentes activos, se encuentra el aceite volátil eugenol y β -cariofileno, flavonoides y varios otros componentes presentes en el aceite de las

semillas (Bhatt, 2012). Además de tener la capacidad de mejorar los anticuerpos y reducir la liberación de histamina (Mediratta *et al.*, 1988).

9. JUSTIFICACIÓN

En México los sistemas de producción ovina buscan incrementar el rendimiento productivo, mediante un menor tiempo de engorda, aunado con un mejor crecimiento de los animales; estos son actualmente los principales objetivos en los sistemas de producción, para satisfacer las demandas de la creciente población. La ovinocultura generalmente se realiza bajo sistemas de producción extensivos, los cuales cuentan con escasas tecnologías y utilizan los pastizales como base de la alimentación del animal, ya que son económicamente accesibles para el productor, aunque estos forrajes presentan bajas cantidades de nutrientes, motivo por el cual se incrementan los tiempos para complementar la alimentación, el peso deseado a la venta. Es por esto que se buscan alternativas para que los ovinos complementen su alimentación; para este objetivo se puede implementar el uso de aditivos que incrementen la respuesta productiva de los animales al igual que la resistencia a enfermedades; esto con la finalidad de tratar de eliminar el uso de fármacos (antibióticos), los cuales se han prohibido en la Unión Europea a partir del año 2006, debido a los efectos secundarios que causan en la salud humana. Por lo cual se han buscado otras opciones que ayuden a mejorar los sistemas de producción; como son los compuestos herbales; estos productos, recientemente han sido empleados por su alto contenido de antioxidantes, además ayuda a estimular las defensas propias del organismo, favoreciendo una respuesta inmune, ya que aporta una eficacia frente a los agentes patógenos, además de presentar efectos preventivos en estaciones o épocas con mayor riesgo para los animales en producción. Es de gran importancia la evaluación de los compuestos herbales para la obtención de datos que indiquen si la adición de estos pueda mantener o incrementar los rendimientos productivos que se busca un productor. Por lo cual es de importancia evaluar productos herbales tal como el Immuplus Afs Powder, ya que contiene ingredientes que elevan el sistema inmunológico del ovino, con esto se incrementa el estado de salud del animal y así mismo mejora la respuesta productiva dando ganancias al productor.

10. HIPÓTESIS

La inclusión de un Inmunoestimulante herbal presentará efectos positivos en las variables productivas de ovinos en finalización, aumentando la digestibilidad y a su vez incrementará la ganancia de peso.

11. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la inclusión de Inmunoestimulante herbal al 0 y 0.1% sobre las variables productivas de ovinos en finalización.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el efecto de la inclusión del Inmunoestimulante herbal 0 y 0.1% en la ganancia de peso de ovinos en finalización.

Evaluar el efecto de la inclusión del Inmunoestimulante herbal al 0 y 0.1% en la digestibilidad de los alimentos de ovinos en finalización.

12. MATERIALES Y METODOS

La experimentación se realizó en la Posta Zootécnica del Centro Universitario UAEM Amecameca de la Universidad Autónoma del Estado de México, ubicada en el municipio de Amecameca, Estado de México.

Amecameca se ubica entre las coordenadas geográficas que van de 19° 3' 12" a 19° 11' 2" latitud norte y de 98° 37' 34" a 98° 49' 10" longitud oeste; tiene una extensión territorial de 181.72 km² ocupando el número 44 a nivel nacional por la extensión de territorio, representando el 0.8% del territorio del Estado de México. La temperatura promedio mínima es de -8° C con una máxima de 32°C. El municipio está a una altura media de 2,420 metros sobre el nivel del mar (msnm) con precipitaciones de 935.6 mm anuales. Amecameca limita al norte con el municipio de Tlalmanalco, al este con el estado de Puebla, al sur con los municipios de Atlautla y Ozumba y finalmente al oeste limita con los municipios de Ayapango y Juchitepec.

Para conducir la experimentación se emplearon 20 ovinos machos mestizos de 25 kg de peso vivo en promedio al iniciar la experimentación, los cuales se alojaron en corrales individuales de aproximadamente 93 cm²; provistos con bebedero y comedero individual. Los ovinos al inicio del experimento fueron desparasitados con Ivermectina con una dosis de 1 ml/50 kg; además recibieron vitamina A, D y E a una dosis de 5 ml/por animal. Los 20 ovinos fueron distribuidos en grupos de 10 corderos, a los cuales se les asignó un tratamiento de sulfóxido de albendazol a razón de 5 ml por animal, vacunados contra *Clostridium perfringens* tipo C y D, *Cl. novyi*, *Cl. sordellii*, *Cl. Chauvoei*, *Cl. septicum* y *H. somni* (Ultrabac 7).

La dieta se formuló con un 22% forraje y 78% concentrado. El concentrado se conformó por un 60% de maíz de grano, 7% de pasta de soya, 3% de gluten de maíz, 5% de melaza, 1% de urea, 1% de premezcla y 1% de buffer; los tratamientos serán divididos en dos y consistirán en: 1) dieta experimental (testigo) 2) dieta experimental adición con 0.1% de Mezcla herbal (Cuadro 8).

Cuadro 8. Dietas experimentales para corderos con la inclusión de un inmunoestimulante herbal.

Ingredientes (%)	Aditivo herbal, %	
	0	0.1
Maíz, rastrojo	22.0	22.0
Maíz, grano	60.0	59.9
Soya, pasta	7.0	7.0
Melaza	5.0	5.0
Maíz, gluten	3.0	3.0
Urea	1.0	1.0
Premezcla mineral†	1.0	1.0
Buffer	1.0	1.0
Mezcla Herbal	0.0	0.1

†Premezcla mineral: 30% calcio, 5% magnesio, 0.5% azufre, 1.2% sodio, 575 ppm fosforo, 650 ppm potasio, 9.5 ppm boro, 190 ppm flúor, 1825 ppm hierro, 4 ppm cobalto, 16 ppm cobre, 25 ppm zinc, 2.25 ppm molibdeno, 1 ppm selenio, 160 ppm yodo.

Se determino la composición química; materia seca, ceniza y nitrógeno total de la dieta experimental (Horwitz, 2000), además del análisis Van Soest et al. (1994) para fibra detergente neutra y ácida.

La experimentación tuvo una duración de 45 días; los animales fueron pesados al inicio y posteriormente cada 14 días hasta la finalización del experimento

para así conocer la ganancia diaria de peso (Formula 1); además se realizó un registro diariamente del consumo del alimento, mediante el pesaje de la dieta ofrecida y rechaza, empleando una báscula digital; estas variables determinarán la conversión alimenticia (Formula 2).

Formula 1: Ganancia diaria de peso

$$\frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Numero de días}}$$

Formula 2: Conversión alimenticia

$$\frac{\text{Consumo de alimento total}}{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}$$

A mitad del experimento se recolectarán 60 gr. de heces por animal para la determinación de la digestibilidad de la ración, utilizando la técnica de cenizas ácido insoluble, la cual consta de recolectar muestras de heces colocarlas en un crisol y molerlas estas se llevan a la cámara de incineración donde se deshidrataran, al terminar la deshidratación se muelen hasta ser polvo 5 gr. y se pone de nuevo en el crisol se pone en la estufa a 100°C, al salir se vuelven a pesar, por último se agrega ácido clorhídrico y se pone en un vaso de precipitado y se pone a hervir 5 min, tomamos un papel filtro y lo que queda en el papel filtro es pesado y esto es el total de lo no digestible de alimento para el animal (Van Keulen y Young, 1977).

Los datos obtenidos serán analizados utilizando un diseño completamente al azar con dos tratamientos y diez repeticiones (ovinos; los cuales serán considerados de forma individual como unidades experimentales), dichos análisis se realizarán

con el programa JMP de SAS (Sall *et al.*, 2012); la comparación de medias mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$ (Osuna, 1996).

13. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestra en el Cuadro 9., los resultados del análisis de la composición química de las dietas experimentales con la inclusión del inmunoestimulante herbal.

La composición química determinó que las raciones son homogéneas y que el efecto positivo en los corderos se debe al aditivo.

Cuadro 9. Composición química de dieta experimental con la inclusión de inmunoestimulante herbal

	Aditivo herbal, %	
	0	0.1
Materia seca	87.6	86.8
Cenizas	4.1	4.1
Proteína cruda	14.5	14.4
Fibra detergente neutro	22.1	22.0
Fibra detergente ácido	12.7	12.6

En el caso de las variables de la respuesta productiva como se puede observar en el Cuadro 10.

En cuanto al peso inicial, se observa que existió homogeneidad en los tratamientos, siendo esto un aspecto básico para la realización del experimento. Por otra parte, el peso final mostro un cambio significativo ($P = 0.02$) ya que con la inclusión del 0.1 % del aditivo polihierbal inmunoestimulante se incrementa un 12.03 % más que el tratamiento testigo. Para el caso del consumo de alimento se muestra un incremento del 164.70 g^{-1} al día lo que representa el 14.36 % en comparación con el testigo ya, aunque esto no fue significativo ($P = 0.26$). Para el caso de la ganancia diaria de peso se observó una mejora de 93.6 g, lo cual representa el 27.95 % más que la dieta testigo, situación similar se observa con la conversión alimenticia ya que fue menor en un 17.75 % con respecto al tratamiento testigo, lo cual indica que la inclusión del 0.1 % de aditivo herbal inmunoestimulante tiene

mejor conversión alimenticia con una significancia de $P = 0.09$. Finalmente, en la variable de digestibilidad no se encontraron cambios significativos ($P = 0.25$), sin embargo, fue mayor con 85.02 % comparado con 83.10 % en el tratamiento testigo (Cuadro 10).

Cuadro 10. Variables productivas de corderos alimentados con la inclusión de un aditivo polihierbal.

	Aditivo herbal, %		EEM	P
	0	0.1		
Peso inicial, kg	18.12	18.47	-	-
Peso final, kg	32.57	37.02	1.91	0.02
Consumo de alimento, g ⁻¹	982.50	1147.20	76.62	0.26
Ganancia diaria de peso, g ⁻¹	241.20	334.80	0.023	0.03
Conversión alimenticia	4.23	3.48	0.299	0.09
Digestibilidad, %	83.10	85.02	1.131	0.25

EEM= Error estándar de la media; $P < 0.10$

Se podría considerar que los cambios que se pueden observar en las variables ruminales, tales como el peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia, pueden deberse a que el producto herbal empleado, el cual se podría considerar como nutraceuticos tienen la capacidad de modificar los patrones de fermentación ruminal, haciendo eficiente la producción de ácidos grasos volátiles y nitrógeno, disminuyendo los productos de desecho como el CH₄ (Mirzaei, 2012). De igual manera estos cambios se atribuyen a los compuestos secundarios que contienen en su estructura las plantas al posiblemente optimizar la energía (Ramírez *et al.*, 2014). En un experimento con ganado bovino en finalización se adicionaron 300 mg kg⁻¹ de flavonoides sin encontrar diferencia estadística en ganancia diaria de peso en relación con el tratamiento control (Balcells *et al.*, 2012). Este efecto positivo en la ganancia diaria de peso también pudiera ser relacionado con el efecto antimicrobiano de algunos polifenoles presentes en el aditivo herbal, ya que pueden afectar el metabolismo bacteriano al inhibir algunas enzimas ligadas a formación de

proteínas membranales (Haveesten, 2012), lo cual posiblemente haya hecho que incrementara la ganancia de peso, en comparación con el tratamiento control.

Existen evidencias que las plantas a dosis consideradas como bajas tienen efectos benéficos en la respuesta productiva, debido a las especies que componen la mezcla polihierbal contienen metabolitos como tal es el caso de la *Emblica officinalis* contiene alcaloides, taninos y ascorbatos (Ghosal *et al.*, 1996; Kamra *et al.*, 2006), *Withania somnifera* tiene alcaloides, lactonas esteroideas, saponinas (Bharti *et al.*, 2016) y una catequina flavonoide (Alam *et al.*, 2011) y *Tinospora cordifolia* tiene fenoles y flavonoides. Frutos *et al.* (2004) reporta efectos positivos en el rumen por la concentración de taninos presentes en las dietas, de igual manera han observado un efecto decreciente en los protozoarios ruminales y bacterias mesofílicas por el contenido de taninos en la ración (Patra, 2010), aunado a que los metabolitos secundarios que contiene las plantas del polihierbal empleado, tienen actividades antioxidantes y antimicrobianas, con los cuales posiblemente hallan presentado alguna mejora lo que se vio reflejado en el cambio de peso por efecto de los polihierbales. Por otra parte, existen evidencias de que estas mezclas herbales han aumentado el peso de cabras después de realizar una desparasitación (Roy *et al.*, 2003).

EL incremento en ganancia de peso en este experimento con ovinos por la adición del 0.1 % del polihierbal, es posible que se deba a que los metabolitos presentes mejoraran las condiciones gastrointestinales del ovino lo cual favoreció de igual manera el consumo de alimentos y directamente la conversión alimenticia. Aunque en otras investigaciones empleando la misma fórmula polihierbal y dosis superiores mencionan que no observaron cambios en el consumo debido a que este producto tiene una baja palatabilidad debido a que es demasiado astringente (Piluzza *et al.*, 2014). Los resultados en el caso de la digestibilidad coinciden con otras investigaciones en donde no encontraron cambios en la digestibilidad de la materia seca, al adicionar plantas en la dieta (Nasri y Ben Salem, 2012; Sahraei *et al.*, 2014).

14. CONCLUSIÓN

La adición de 0.1% de un aditivo herbal compuesto por *Withania somnifera*, *Ocimum tenuiflorum*, *Tinospora cordifolia* and *Emblica officinalis* incrementa la ganancia diaria de peso y mejora el peso final en corderos en finalización.

15. REFERENCIAS

- Adams, D. (2007). Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 5a ed. Chihuahua, México. Limusa, pp. 89-95.
- Aitchison, E. M., M. Gill, M. S. Dhanoa (1986). The effect of digestibility and forage species on the removal of digest from the rumen and the voluntary intake of by sheep. *Brit. J. Nut.* 56: 463-476.
- Akyildiz, S., y Denli, M. (2016). Application of plant extracts as feed additives in poultry nutrition. *Scientific Papers*, pp. 71.
- Alam, N., Hossain, M., Khalil, M. I., Moniruzzaman, M., Sulaiman, S. A., Gan, S. H. (2011). High catechin concentrations detected in *Withania somnifera* (ashwagandha) by high performance liquid chromatography analysis. *BMC complementary and alternative medicine*, 11: 65.
- Aquí, Q.G., Martínez, G.S., Moreno, F.L., Valdés, G. y Macías, C.H. (2012). Mortalidad de corderos durante el parto y lactancia con el sistema oveja amarrada. *Abanico veterinario*, 54.
- Arce, L., Benavides, P., Gutiérrez, L., y Monteagudo, C., (2016). Manual de calidad y propuesta de mejora para el proceso de recepción, almacenamiento y conservación de materia prima y producto terminado en la empresa Fracoos SA productora y comercializadora de aditivos para alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2583>
- Arteaga C.J.D. (2012). Mensaje institucional en el acto inaugural del VII. Foro Ovino del Estado de México. INIFAP. ICAMEX, 33.
- Arteaga, C. D. D. (2006). Situación actual de la ovinocultura y sus perspectivas. Memoria de la primera semana nacional de ovinocultura. Día demostrativo:

el papel del mejoramiento genético en la producción de carne de ovino. Tulancingo, Hidalgo. México, 6-15.

Arteaga, C. J. (2008). Situación Actual de la Ovinocultura en México. AMCO. II Foro de Rentabilidad Ovina, 37.

Aveleira C. (1987). Productividad cárnica de ovinos en desarrollo alimentados en RCA y RCL estabulación en período seco. Producción Animal. Bayamo Trabajo de Diploma: ISCAB. Bayamo. 17-21.

Ayala, L., Martínez, M., Acosta, A., Dieppa, O., Hernández, L. (2006) Una nota acerca del efecto del orégano como aditivo en el comportamiento productivo de pollos de ceba. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 40-45

Balakrishnan, A. S., Nathan, A. A., Kumar, M., Ramamoorthy, S., y Mothilal, S. K. R. (2017). Withania somnifera targets interleukin-8 and cyclooxygenase-2 in human prostate cancer progression. Prostate international, 5(2), 75-83.

Balcells, J., Aris, A., Serrano, A., Seradj, A. R., Crespo, J., y Devant, M. (2012). Effects of an extract of plant flavonoids (Bioflavex) on rumen fermentation and performance in heifers fed high-concentrate diets. Journal of animal science, 90(13), 4975-4984.

Baldwin, R. L. y R. S. Emery. (1960). The oxidation reduction potential of rumen contents. J. Dairy Sci. 43: 506-511.

Bharti, V. K., Malik, J. K., Gupta, R. C. (2016). Ashwagandha: multiple health benefits. Nutraceuticals. Chapter 52: 717-733.

Bean, H., Schuler, C., Leggett, R. E., y Levin, R. M. (2010). Antioxidant levels of common fruits, vegetables, and juices versus protective activity against in vitro ischemia/reperfusion. International Urology and Nephrology, 42(2), 409-415.

- Bellido, M., Escribano Sánchez, M., Mesías Díaz, F. J., Rodríguez de Ledesma, A., y Pulido García, F. (2001). Sistemas extensivos de producción animal. Archivos de Zootecnia 201- 2009.
- Bhargava, K.P. and Singh, N. (1981). Antistress activity of *Ocimum sanctum*. Indian Journal Medicine Research, 73: 443
- Bhatt K. (2012). *Ocimum Sanctum*: The Indian Medicinal plant. International Journal of Chemtech Applications Vol. 3; Issue 1; Page 53-57. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/282335938_Ocimum_Sanctum_The_Indian_Medicinal_plant [consultado el 24 de junio de 2018].
- Bhattacharya, A., Ghosal, S., y Bhattacharya, S. K. (2001). Anti-oxidant effect of *Withania somnifera* glycowithanolides in chronic footshock stress-induced perturbations of oxidative free radical scavenging enzymes and lipid peroxidation in rat frontal cortex and striatum. Journal of Ethnopharmacology, 1-6.
- Blanco, O. (2007). Alimentación de becerras para lactancia. Memorias del Curso. Producción de becerras y vaquillas lecheras. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 21.
- Blethen, D. B., Wohlt, J. E., Jasaitis, D. K., y Evans, J. L. (1990). Feed Protein Fractions: Relationship to Nitrogen Solubility and Degradability. Journal of Dairy Science, 73(6), 1544-1551.
- Bloomfield, R. A., E. G. Komer, R. P. Wilson y M. E. Muhrer. (1966). Alkaline buffering capacity of rumen fluid. J. Anim. Sci. 25: 1276. Abstract.
- Bombik, T., Bombik, E., Frankowska, A., Trawińska, B., y Saba, L. (2012). Effect of herbal extracts on some haematological parameters of calves during rearing. Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy, 56(4), 655-658.

- Borell, J., Borell, S., Rincon, C., y Misra, S. (2000). Immunopotentiality by Alquerat ImmuPlus, a polyherbal formulation in broilers against Gumboro disease. *Indian Journal of Poultry Science* Vol.35 No.2 pp.181-183
- Bores Q. R. F., Vega C. A. (2003). La investigación pecuaria ante los retos y desafíos de la ovinocultura en México. *Memorias del Premier Simposium Internacional de Ovinos de Carne. Desafíos y oportunidades para la ovinocultura en México ante los nuevos esquemas de mercado abierto.* 17-19 noviembre. Pachuca de Soto, Hgo; 80-95.
- Borja Bravo, M., Reyes Muro, L., Espinosa García, J. A., y Vélez Izquierdo, A. (2016). Estructura y funcionamiento de la cadena productiva de esquilmos agrícolas como forraje en la región del Bajío, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 44-48.
- Bowman, A. B., Kwakye, G. F., Hernández, E. H., y Aschner, M. (2011). Role of manganese in neurodegenerative diseases. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 25(4), 191-203.
- Bueno, J., Isaza, G., Gutierrez, F., Carmona, W., y Pérez, J. (2013). Estudio etnofarmacológico de plantas usadas empíricamente por posibles efectos inmunoestimulantes. *Revista Médica de Risaralda*, 7(1). 74
- Bulang, M., C. Elwert, J. Spilke, M. Rodehutschord. (2007). Suitability of synthetic alkanes as markers for the estimation of passage rate in sheep 55-58.
- Byers F.M., Schelling G.T. (1993). Los lípidos en la nutrición de los rumiantes. *El rumiante, Fisiología digestiva y Nutrición.* Editorial Acribia. España. pp. 339-356.
- Caballero, R. (2001). Typology of cereal-sheep farming systems in Castile-La Mancha (south-central Spain). *Agricultural Systems*, 215-232.

- Cannas A. (2011). Nuevo sistema de alimentación y recomendaciones nutritivas para pequeños rumiantes. SRNS. XXVII Curso de Especialización. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal 29 - 35.
- Cao, G., Sofic, E., y Prior, R. L. (1997). Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids: structure-activity relationships. *Free Radical Biology and Medicine*, 22(5), 749-760.
- Cardozo, P. W., Calsamiglia, S., Ferret, A., y Kamel, C. (2005). Screening for the effects of natural plant extracts at different pH on in vitro rumen microbial fermentation of a high-concentrate diet for beef cattle. *Journal of animal science*, 2572-2579.
- Casas, M., y Canto, F., (2015). Como evaluar la calidad del calostro y la inmunidad de las terneras. Manuales INIA Chile. Instituto Investigaciones Agropecuarias (INIA), INIA Remehue, Chile 88-89.
- Castellano G.G., Orellana M.C., Escamilla C.J.P. (2015). Manual básico de nutrición y alimentación de ganado ovino. Facultad de ciencias agronómicas. Universidad de Chile pp. 10-13.
- Castro, M. 2005. Uso de aditivos en la alimentación de animales monogástricos. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 39 (Número especial): 451
- Castro, P. y Elizondo, J., (2012). Crecimiento y desarrollo ruminal con terneros alimentados con iniciador sometidos a diferentes procesos. *Arg masoamer.* 23(2):343-3352.
- Cecchini, S., Paciolla, M., Caputo, A. R., y Bavoso, A. (2014). Antioxidant potential of the polyherbal formulation "ImmuPlus": a nutritional supplement for horses. *Veterinary medicine international*, 14-20.
- Cecchini, S., Paciolla, M., Caputo, A., y Bavoso, A. (2014). Antioxidant Potential of the Polyherbal Formulation "ImmuPlus": A Nutritional Supplement for Horses.

Veterinary Medicine International, 2014, 434239.
<http://doi.org/10.1155/2014/434239.75>

- Chauhan, R. S. (1999). Effect of immuplus on humoral and cell mediated immunity in dogs. *Journal of Immunology and Immunopathology*, 1(1 and 2), 54-57.
- Church D.C. (1999). Función y producción de saliva. En *El rumiante, Fisiología digestiva y Nutrición España Acribia*, 127-135.
- Church, D. C. (1974). *Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes*. Editorial Acribia. Zaragoza, España 11-20.
- Counotte, G. H. M., A. Th. van't Klooster, J. van der Kuilen and R. A. Prins. (1979). An analysis of the buffer system in the rumen of dairy cattle. *J. Animal Science*, 1536-1544.
- Crater, A. R., P. S. Barboza, R. J. Forster. (2007). Regulation of rumen fermentation during seasonal fluctuations in food intake of muskoxen. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 146: 233–241.
- Cronjé P.B. (2000). *Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction* 34-36.
- Dalal, R. (2017). Effects of supplementation of Amla (*Emblica officinalis*) fruit powder on growth performance, Meat quality and gene expression in broilers (Doctoral dissertation, LUVAS). Available in <http://krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/5810037494>
- Dar, N. J., Hamid, A., y Ahmad, M. (2015). Pharmacologic overview of *Withania somnifera*, the Indian Ginseng. *Cellular and molecular life sciences*, 4445-4460.
- Das P.K., Das M.R., Acharya K.C., Ray S.K. (2003). Evaluation of herbal immunostimulant "Immu-21" in prevention and treatment of bovine clinical mastitis. *Phytomedica*, 4:13-20.

- De la Fuente, M. (2002). Effects of antioxidants on immune system ageing. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56(S3), S5.
- De Lucas, T. J., y Arbiza, A. S. (2006). Situación y perspectivas de la producción de carne ovina en México. *Memorias del curso de producción de carne ovina*. Saltillo, Coahuila. 21: 22-28.
- Delano M.L., Mischler S.A., Underwood W.J. (2002). Biology and diseases of ruminants: Sheep, goats, and cattle. *Laboratory animal medicine*. 519-614.
- Denise, S. K., Robison, J. D., Stott, G. H., y Armstrong, D. V. (1989). Effects of Passive Immunity on Subsequent Production in Dairy Heifers¹. *Journal of Dairy Science*, 72(2), 552-554.
- Devasagayam, T. P. A., y Sainis, K. B. (2002). Immune system and antioxidants, especially those derived from Indian medicinal plants 56-64.
- Dhote, B., Singh, G., y Chauhan, R. (2005). Effect of immuplus (a herbal immunomodulator) on paraspecific immune responses in chicks. *ISAH Warsaw Poland*, 2, 60-65.
- Elam, C. J. y R. E. Davis. (1962). Ruminal characteristics and bloat incidence in cattle as influenced by feeding synthetic saliva salts and sodium chloride. *J. Anim. Sci.* 21: 327-330.
- Ercanbrack, S. K., y Knight, A. D. (1991). Effects of Inbreeding on Reproduction and Wool Production of Rambouillet, Targhee, and Columbia ewes. *Journal of Animal Science*, 69(12), 4734-4744.
- Esqueda-Coronado, M. H., y Gutiérrez-Ronquillo, M. C. (2009). Producción de ovinos de pelo bajo condiciones de pastoreo extensivo en el Norte de México, 21-27.

- Fahey G.C. Berger L.L. (1993). Carbohidratos en la nutrición de los rumiantes. El rumiante, Fisiología digestiva y Nutrición. Editorial Acribia. España. pp. 305-337.
- Falconer, D. S., Mackay, T. F., y Frankham, R. (1996). Introduction to quantitative genetics (4th edn). Trends in Genetics 40-43.
- FAO (2015). Perspectivas alimentarias, disponible <http://www.fao.org/3/bi4581s.pdf>
- Ferrell C.L. (1993). Metabolismo de la energía. El rumiante, Fisiología digestiva y Nutrición. Editorial Acribia. España. pp. 283-303.
- Figueredo Basulto, L., Iser del Toro, M. (2005). Los ovinos. Una producción de bajos insumos. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, VI (9), 1-19
- Fischer, J. M., J. G. Buchanan-Smith, C. Campbell, D. G. Grieve y O. B. Allen. (1994). Effects of forage particle size and long hay for cows fed total mixed rations based on alfalfa and corn. J. Dairy Sci. 217-229.
- Flores, B., Ruiz, F., Guerrero, M., y Romano, J., (2006). Respuesta productiva de becerros Holstein alimentados con alfalfa de diferente calidad y enzimas fibrolíticas en la etapa pre y pos destete. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 313-328.
- Frutos, P., Raso, M., Hervás, G., Mantecón, Á. R., Pérez, V., Giráldez, F. J. (2004). Is there any detrimental effect when a chestnut hydrolysable tannin extract is included in the diet of finishing lambs. Animal Research, 53: 127-136.
- Galindo, J., González, N., Sosa, A., Ruiz, T., Torres, V., Aldana, A., Díaz, H., Moreira, O., Sarduy, L., Noda, A. (2011). Efecto de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (Botón de oro) en la población de protozoos y metanógenos ruminales en condiciones in vitro. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 33-37.

- García, E. (1981). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Editorial Larrios, México. 252 pp.
- García, H., y García, C., (2015). Uso de los aditivos en la alimentación animal. Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba 23-35.
- Gardner D, Buttery P, Daniel Z, Symonds E. (2007). Factors affecting birth weight in sheep: maternal environment. Europe PMC Funders Group: Reproduction 297-307.
- Geenhalgh, D. (1982). Utilización de forraje. Manejo y enfermedades de las ovejas. Zaragoza: Ed. Acribia. 447.
- Ghahhari, N., Ghoorchi, T., y Vakili, S. (2016). Effect of adding herbs (*Ziziphora clinopodioides*, *Mentha spicata* and *Mentha pulegium*) in milk on performance, blood metabolites and fecal microbial population on Holstein calves. Iranian Journal of Animal Science Research Spring 2016, Volume 8, Number 1; Page(s) 57 To 71.
- Giménez-Jr DM. (1994). Nutrient Requirements of Sheep and Goats. Alabama A&M and Auburn Universities. Extension Animal Scientis 54-67.
- Godden, S. M., Smith, S., Feirtag, J. M., Green, L. R., Wells, S. J., y Fetrow, J. P. (2003). Effect of on-farm commercial batch pasteurization of colostrum on colostrum and serum immunoglobulin concentrations in dairy calves. Journal of dairy science, 1503-1512.
- Godhwani, S.; Godhwani, J.L. and Vyas, D.S. (1998). *Ocimum sanctum*: A preliminary study evaluating its immunoregulatory profile in albino rats. Journal of Ethnopharmacology, 24: 193-198.

- Ghosal, S. (1996). Active constituents of *Emblca officinalis*: Part I. The chemistry and antioxidative effects of two new hydrolysable tannins, Emblicanin A and B. *Indian J. Chem.*,35: 941-948.
- Gomes Corrêa R. C., Brugnari T., Bracht A., Peralta R. M., Isabel C.F.R. Ferreira. (2016). Biotechnological, nutritional and therapeutic uses of *Pleurotus* spp. (Oyster mushroom) related with its chemical composition: A review on the past decade findings. *Trends Food Sci Tech.* 50:103-117
- Gómez MJ. (2013). Red de valor para la industria de la carne ovina en México: Integración Productiva. Memoria del I Foro Panamericano Ovino. Santiago de Querétaro, 110- 122.
- González GR, Blardony RK, Ramos JJA, Ramírez HB, Sosa R, Gaona PM. (2013). Rentabilidad de la producción de carne de ovinos Katahdin x Pelibuey con tres tipos de alimentación. *Avances en Investigación Agropecuaria* 135-148.
- González, R., González, J., Peña, B., Moreno, A., y Reye, J. (2017). Análisis del costo de alimentación y desarrollo de becerras de reemplazo lactantes. *Revista Mexicana de Agronegocios. Séptima Época. Año XXI Volumen 40* 334-336.
- González-Garduño, R., Blardony-Ricardez, K., Ramos-Juárez, J. A., Ramírez-Hernández, B., Sosa, R., y Gaona-Ponce, M. (2013). Rentabilidad de la producción de carne de ovinos Katahdin x Pelibuey con tres tipos de alimentación. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(1) 135-148.
- Guetiya-Wadoum, R. E., Zambou, N. F., Anyangwe, F. F., Njimou, J. R., Coman, M. M., Verdenelli, M. C., Colizzi, V. (2016). Abusive use of antibiotics in poultry farming in Cameroon and the public health implications. *British Poultry Science*, 57(4), 483–493.
- Guetiya-Wadoum, R. E., Zambou, N. F., Anyangwe, F. F., Njimou, J. R., Coman, M. M., Verdenelli, M. C., Colizzi, V. (2016). Abusive use of antibiotics in poultry

- farming in Cameroon and the public health implications. *British Poultry Science*, 57(4), 483–493.
- Haines, D. M., Chelack, B. J., y Naylor, J. M. (1990). Immunoglobulin concentrations in commercially available colostrum supplements for calves. *The Canadian Veterinary Journal*, 31(1), 36.
- Hammond, J. (1970). Factores que influyen sobre el peso vivo. *Avances en Fisiología Zootécnica*. Zaragoza: Ed. Acribia. 13-30.
- Hanczakowska E., Świątkiewicz M., Grela E. R. (2015). Effect of dietary inclusion of a herbal extract mixture and different oils on pig performance and meat quality, *Meat Science* 108, 61-66.
- Hassan, E. H., y Abdel-Raheem, S. M. (2013). Response of growing buffalo calves to dietary supplementation of caraway and garlic as natural additives. *World Applied Sciences Journal*, 22(3), 408-414.
- Havsteen, B. H. (2002). The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology & Therapeutics*, 67-202.
- Heinrichs, A. J. (1993). Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. *Journal of Dairy Science*, 76(10), 3179-3187.
- Heinrichs, A. J., Wells, S. J., y Losinger, W. C. (1995). A study of the use of milk replacers for dairy calves in the United States. *Journal of Dairy Science*, 78(12), 2831-2837.
- Hernández, J., Zaragoza, A., López, G., Peláez, A., Olmedo, A., y Rivero, N. (2018). Actividad antibacteriana y sobre nematodos gastrointestinales de metabolitos secundarios vegetales: enfoque en Medicina Veterinaria. *Abanico veterinario*, 14-27.

- Herrera, H. J. G., Mendoza, M. G. D., y Hernández, G. A. (1998). La ganadería familiar en México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2, 24-28.
- Herrera-Camacho, J., Chay-Canul, A.J., Cassanova, L.F., Piñeiro-Vázquez, A., Márquez, B.M., Santillán-Ferreira, E. y Arce-Menocal, J. (2018). Avances de la investigación sobre producción animal y seguridad alimentaria en México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México,35.
- Hess W, Moss G, Rule D. (2007). A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. *Journal of Animal Science*, 188-204.
- Hinton, D. G. (2007). Supplementary feeding of sheep and beef cattle, David G. Hinton, 54-58.
- Hofman R.R. (1998). Anatomía del conducto gastro-intestinal. El rumiante, Fisiología digestiva y Nutrición. Editorial Acribia. España. pp.15-46.
- Horwitz, W., Latimer, G. (2000). Official Methods of Analysis of AOAC International, Gaithersburg MA, USA. Association of Official Analytical chemist 21-39.
- Hristov, A. N., S. Ahvenjarvi, T. A. McAllister, and P. Huhtanen. (2003). Composition and digestive tract retention time of ruminal particles with functional specific gravity greater or less than 1.02. *J. Anim. Sci.*2639–2648.
- Huber J.T. (1993). Las vitaminas en la nutrición de los rumiantes. El rumiante, Fisiología digestiva y Nutrición. Editorial Acribia. España. pp. 357-371.
- Huhtanen, P., U. Asikainen, M. Arkkila, S. Jaakkola. (2007). Cell wall digestion and passage kinetics estimated by marker and in situ methods or by rumen evacuations in cattle fed hay 2 or 18 times daily. *Animal Feed Science and Technology* 206–227.

Hybu Cig Cymru Meat Promotion Wales. (2006). Practical sheep nutrition. Obtenido <http://hccmpw.org.uk/medialibrary/publications/Practical%20sheep%20nutrition>.

INATEC (Instituto Nacional Tecnológico). (2016). Manual del protagonista. Nutrición Animal. Dirección General de Formación Profesional. Nicaragua, 56-59.

Ipharraguerre, I. R., S. M. Reynal, M. Liñeiro, G. A. Broderick, and J. H. Clark. (2007). A comparison of sampling sites, digest and microbial markers, and microbial references for assessing the postruminal supply of nutrients in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1904– 1919.

Ishihara, N., Chu, D. C., Akachi, S., y Juneja, L. R. (2001). Improvement of intestinal microflora balance and prevention of digestive and respiratory organ diseases in calves by green tea extracts. *Livestock Production Science*, 217-229.

Johnson, J. L., Godden, S. M., Molitor, T., Ames, T., y Hagman, D. (2007). Effects of feeding heat-treated colostrum on passive transfer of immune and nutritional parameters in neonatal dairy calves. *Journal of dairy science*, 5189-5198.

Kaiser, D. y J. H. Weniger. (1994). In vivo and in vitro studies on nutrient digestibility and heat production of ruminants under heat stress and at different nutrient supply. 4. In vitro studies-background, experimental design, gas production in relation to incubation temperature, energy content of incubated feeds. *Archiv fur Tierzucht.* 385-399.

Karande, S.A.; Thattes, U.M. and Dhanukar, S.A. (1991). Protective effect of *Tinospora cordifolia* against neutropenia induced by cytotoxic drugs. *Indian Journal of Pharmacology*, 34-35.

Kamra, D. N., Agarwal, N., Chaudhary, L. C. (2006). Inhibition of ruminal methanogenesis by tropical plants containing secondary compounds. In *International Congress Series 1293*: 156-163.

- Kawas J. 2008. Producción y utilización de bloques multinutrientes como complemento de forrajes de baja calidad para caprinos y ovinos: la experiencia en regiones semiáridas. *Tecnología y Ciencia Agropecuaria* 63-69.
- Khan, K. H. (2009). Roles of *Emblica officinalis* in medicine-A review. *Botany Research International*, 2(4), 218-228.
- Khosa, R. L., Prasad, S. (1971). Pharmacognostical studies on Guduchi *Tinospora cordifolia* (Miers). *J Res Indian Med*, 6(3) 261 - 219.
- Kim, C., Kim, J., Paik, I., y Kang, H., (2015). Effects of Increasing Supplementation of *Lycii fructus* and *Glycyrrhiza uralensis* Mixture in Diets on Growth Performance, Blood Parameter, Immune Response and Intestinal Microflora in Broilers. *Korean Journal of Poultry Science*, 139-145.
- Kireev, I., Orobets, V., y Denisenko, T. (2017). Dynamic changes of immunoglobulin concentrations in cattle organism under conditions of oxidative stress. *Veterinaria Kormlenie* 22-39.
- Knight, J. A. (2000). Free radicals, antioxidants, and the immune system. *Annals of Clinical & Laboratory Science*, 145-158.
- Krause D.O., Nagaraja T.G., Wright A.D.G., Callaway T.R. (2013). Rumen microbiology: Leading the way in microbial ecology. *J. Anim* 54-58.
- Krause, K. M., and G. R. Oetzel. 2006. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal Feed Science and Technology* 126: 215–236.
- Krehbiel C.R., P.A.S. (2014). Invited Review: Applied nutrition of ruminants: Fermentation and digestive physiology. *The Professional Animal Scientist* 30:129–139.

- Krishnamoorthy U., Muscato T.V., Sniffen C.J., Van Soest P.J. (1982). Nitrogen fractions in selected feedstuffs. *J. Dairy Sci.* 65:217-225.
- Kumar, R., Singhal, L. K., Singh, B. P., Rana, N., Singh, D. D., y Chauhan, R. S. (2003). Immuplus up regulates immune response to FMD vaccine in calves. *Livestock International*, 7(10), 11-15.
- Kumari, J., Sahoo P.K., Giri S.S., Pillai B.R. (2004). Immunomodulation by Immuplus (Aqualmmu) in giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *Indian Journal of Experimental Biology*, 42: 1073-1077.
- Kumari, J., Sahoo, P. K., Giri, S. S. (2007). Effects of polyherbal formulation 'ImmuPlus' on immunity and disease resistance of Indian major carp, *Labeo rohita* at different stages of growth. *Indian Journal of Experimental Biology*. 45, 291-298.
- Kumari, J., Sahoo, P., Giri, S., y Pillai, B. (2004). Immunomodulation by 'ImmuPlus (Aqualmmu) in giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *Indian Journal of Experimental Biology* Vol. 42, November 2004, pp. 1073-1077.
- Kumari, J., Sahoo, P., Giri, S. (2007). Effects of polyherbal formulation 'ImmuPlus' on immunity and disease resistance of Indian major carp, *Labeo rohita* at different stages of growth *Indian Journal of Experimental Biology* Vol. 45, March 2007, pp. 291-298
- Lara PSJ. (2007). Producción de ovinos de pelo en México: Materia genética para exportación. *Memorias del VIII Congreso Mundial de la Lana y del Cordero*. Santiago de Querétaro, Qro. Pp.1-4.
- Lasseur, J. (2005). Sheep farming systems and nature management of rangeland in French Mediterranean mountain areas. *Livestock Production Science*, 87-95.

- Lloyd L, Foster T, Rhodes P, Rhind S, Gardner D. (2012). Protein-Energy malnutrition during early gestation in sheep blunts fetal renal vascular and nephron development and compromises adult renal function. *The Journal of Physiology* 377-393.
- López, G., Estrada, F., Avilés, N., Yong, Á., Hernández, M., Martínez, L. y Castelán, O. (2010). Agronomic evaluation and chemical composition of African Star Grass (*Cynodon plectostachyus*) in the south of the state of Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(1), 151-159.
- López, S., F. D. De B., Hovell y N. A. MacLeod. (1994). Osmotic pressure, water kinetics and volatile fatty acid absorption in the rumen of sheep sustained by intragastric infusions. *Brit. J. of Nutr.* 153-168. CAB-Abstracts.
- Macedo, R., Castellanos, Y. (2004). Rentabilidad de un sistema intensivo de producción ovino en el trópico. *Avances en investigación agropecuaria*, 8(3).
- Maiti, S. K., Khimta, S., Bhadane, B., Kumar, N., y Sharma, A. K. (2009). Therapeutic evaluation of herbal “Immuplus” with or without doxorubicin in the management of canine mammary tumours. *Journal of Applied Animal Research*, 36(1), 103-108.
- Maldonado, G. (2011). Evaluación De Agroempresas Lecheras Con Diferente Nivel Tecnológico En El Occidente Y Norte De México, Chapingo Estado De México 23- 46.
- Marden, J. P., C. Bayourthe, F. Enjalbert, and R. Moncoulon (2005). A new device for measuring kinetics of ruminal pH and redox ootential in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 88:277–281.
- Marín, G., (2011). Sistemas De Producción Animal I. Espacio Gráfico Comunicaciones S.A. Caldas, Colombia 67-69.
- Mc Millar, R. (1975). Pastoreo conjunto de ovino y bovino. *Parner.* 2 (96): 14-15.

- Mediratta, P. K., Dewan, V., Bhattacharya, S. K., Gupta, V. S., Maiti, P. C., y Sen, P. (1988). Effect of *Ocimum sanctum* Linn. on humoral immune responses. *The Indian journal of medical research*, 87, 384-386.
- Mediratta, P. K., Dewan, V., Bhattacharya, S. K., Gupta, V. S., Maiti, P. C., y Sen, P. (1988). Effect of *Ocimum sanctum* Linn. on humoral immune responses. *The Indian journal of medical research*, 87, 384-386.
- Mediratta, P. K., Sharma, K. K., y Singh, S. (2002). Evaluation of immunomodulatory potential of *Ocimum sanctum* seed oil and its possible mechanism of action. *Journal of ethnopharmacology*, 80(1), 15-20.
- Mee, J. F., O'farrell, K. J., Reitsma, P., y Mehra, R. (1996). Effect of a whey protein concentrate used as a colostrum substitute or supplement on calf immunity, weight gain, and health. *Journal of dairy science*, 79(5), 886-894.
- Meydani, S. N., Wu, D., Santos, M. S., y Hayek, M. G. (1995). Antioxidants and immune response in aged persons: overview of present evidence. *The American journal of clinical nutrition*, 62(6), 1462S-1476S.
- Meydani, S. N., Wu, D., Santos, M. S., y Hayek, M. G. (1995). Antioxidants and immune response in aged persons: overview of present evidence. *The American journal of clinical nutrition*, 62(6), 1462S-1476S.
- Mirzaei, F., (2012). Effect of Herbal Feed Additives on Performance Parameters of Ruminants and Especially On Dairy Goat: A Review. *Scientist on Livestock production management*. Vol. 6, Issue 5, 2012: 307-331
- Mirzaei, F., y Hari Venkatesh, K. R. (2012). Efficacy of phyto medicines as supplement in feeding practices on ruminant's performance: a review. *Global J Res. Med. Plants & Indigen. Med.*, 1(9), 391–403.

- Mittal, J., Mohan, M. y Batra, A., (2014). *Tinospora cordifolia*: a multipurpose medicinal plant- A review. *Journal of Medicinal Plants Studies*, Volume: 2, Issue: 2. Pp: 32-47.
- Morales, M. M., Dávila, J. P. M., Hernández, G. T., y Velasco, J. E. P. (2012). Evaluación del potencial para la producción ovina con el enfoque de agroecosistemas en un ejido de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 42(3), 347-359.
- Nagaraja TG (2016) *Microbiology of the Rumen*. In: Millen DD, De Beni Arrigoni M, Lauritano Pacheco RD (Eds) *Rumenology*. Springer-International Publishing, Switzerland: 39-61.
- National Research Council. (2001). *Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition USA* 43-47.
- National Research Council. NRC. (2007). *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. National Academy of Science, Washingtgon, DC 347p.
- Nasri, S., Ben Salem, H. (2012). Effect of oral administration of *Agave americana* or *Quillaja saponaria* extracts on digestion and growth of Barbarine female lamb. *Livestock Science*, 147(1-3), 59–65.
- Nava-López V.M. Olivia Hernández J; Hinojosa-Cuellar J.A. (2006). Mortalidad de los ovinos de pelo en un rebaño comercial de Tabasco México. *Uciencia*; 22 (2): 119- 129.
- Nieto R, Sánchez M, Mejía O, Olivares L, Peralta J, Cordero J, Molina P, Cárdenas M. 2010. Grasa de sobrepeso con diferente espesor de grasa dorsal, respuesta hormonal y principales variables reproductivas. *Revista Científica* 665-673.

- NRC, National Research Council 2001: Nutrient Requirements of dairy cattle. National Academy Press. Washington, D.C. USA, pp 405.
- Nuncio-Ochoa, G., Nahed Toral, J., Díaz Hernández, B., Escobedo Amezcua, F., y Salvatierra Izaba, E. B. (2001). Caracterización de los sistemas de producción ovina en el estado de Tabasco. *Agrociencia*, 35(4).
- Okonkwo, C., Oladele, O. A., y Nwiyi, P. (2015). The Pattern of Immunomodulation of ImmuPlus on the Infectious Bursal Disease (IBD) Antibody of Vaccinated Broiler Chickens. *J. Vet. Adv*, 1(5), 808-813.
- Oropeza Aguilar, M. I., Posadas Manzano, E., Cervantes Sánchez, J. M., y Ortiz Naranjo, O. (1998). Prevención de afecciones gastrointestinales mediante el uso de probióticos en becerros Holstein Lactantes. *Vet. Méx*, 29(2), 197-201.
- Ørskov, E. R. (1995). Recent advances in understanding of microbial transformation in ruminants. *Livestock Production Science.*, 39: 53-56.
- Ortiz H. A. (1999). Situación actual de la producción de ovinos en México AMENA,23-33.
- Osuna, D., Ventura, M., y Casanova, A. (1996). Alternativas de suplementación para mejorar la utilización de los forrajes conservados. II. Efecto de diferentes concentraciones de dos fuentes de energía en bloques nutricionales sobre el consumo y ganancia de peso de ovinos en crecimiento. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 191-200.
- Owens F.N., Goetsch A.L. (1993). Fermentación ruminal. El rumiante, Fisiología digestiva y Nutrición. Editorial Acribia. España. pp. 159-189.
- Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea (2003) No. 1831/2003, de 22 de septiembre de 2003 sobre los aditivos en la alimentación animal 78-80.

- Partida de la Peña J.A., Braña V.D., Jiménez S.H., Ríos R.F.G., Buendía R.G. (2013). Producción de carne ovina. Libro Técnico No. 5. SAGARPA. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Ajuchitlán, Qro 54-67.
- Partida P. J. A., y Braña V. D. (2011). Metodología para la evaluación de la canal ovina. Folleto Técnico No. 9. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología Animal. Ajuchitlan, Querétaro. México 65-69.
- Patra, A. K. (2010). Meta-analyses of effects of phytochemicals on digestibility and rumen fermentation characteristics associated with methanogenesis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90: 2700-2708.
- Piluzza, G., Sulas, L., Bullitta, S. (2014). Tannins in forage plants and their role in animal husbandry and environmental sustainability: a review. *Grass and Forage Science*, 69: 32-48.
- Phillipson, A. T. (1981). Digestión en el rumiante. En: *Fisiología de los animales domésticos*. H. H. Dukes y M. J. Swenson (Eds.). Aguilar Editor S.A. México 87-89.
- Prigge, E. C., B. A. Stuthers and N. A. Jacquemet. (1990). Influence of forage diets on ruminal particle size, passage of digesta, feed intake and digestibility by steers. *J. Anim. Sci.* 68:435-436.
- Priyadarshini, M., Manissery, J., Mohan, C., y Keshavanath, P. (2012). Effect of ImmuPlus on Growth and Inflammatory Response to Freund's Complete Adjuvant in Common Carp, *Cyprinus carpio* (L.). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 291-299.
- Ramírez, J. F., Posada, O. S, y Noguera, R. (2014). Metanogénesis ruminal y estrategias para su mitigación. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 9(2), 307-323.

- Ravindra, P.V., Chauhan, R.S. (2009). Immunopotentiating effect of Immuplus-A poly-herbal preparation. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 128(1), 324.
- Ravindran, V., (2010). Aditivos en alimentación animal: Presente y Futuro. XXVI Curso de especialización FEDNA. Madrid, España 4 y 5 de nov. 20-21.
- Redondo C.P.A. (2003). Anatomía del aparato digestivo del rumiante. Área de Zootecnia y Producción Animal. INEA (Escuela Universitaria Ingeniería Técnica Agrícola 56-70.
- Relling A.E. y Mattioli G.A. (2003). Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. Facultad de Ciencias Veterinarias-U.N.L.P. pp 5-6.
- Rijkers, G. T., Teunissen, A. G., Van Oosterom, R., y Van Muiswinkel, W. B. (1980). The immune system of cyprinid fish. The immunosuppressive effect of the antibiotic oxytetracycline in carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 19(2), 177-189.
- Roy S., Tiwari A., Roy M. 2003. Studies on the efficacy of herbal Zycox alone and in combination with ImmuPlus in caprine coccidiosis. *Phytomedica*, 4:29-33.
- Romero, M.J. 2001. Principios básicos para la elaboración del programa de medicina preventiva del rebaño ovino. Primer curso Básico de producción ovina de la región de los Tuxtlas. Catemaco, Ver. 32- 37.
- Rossi C. A. (2013) Características morfológicas y funcionales de especies subtropicales. Universidad Nacional de Zamora. Disponible en: http://www.agrarias.unlz.edu.ar/home/facultad/reglamentos-normas-y-resoluciones/doc_download/75-clase-8-especies-forrajeras-subtropicales&q=caracteristicas+morfologicas+y+funcionales+de+especies+subtropicales&ei.
- Rossi, C. A., Torr a, E., Gonz alez, G. L., De Magistris, A. A., Lacarra, H., de Oliveira, A. R., y Pereyra, A. M. (2006). Evaluaci n de los recursos forrajeros en un

sistema silvopastoril del Delta del Paraná, Argentina. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Varadero, Cuba 56-58.

Roy S, Tiwari A, Roy M. 2003. Studies on the efficacy of herbal Zycox alone and in combination with ImmuPlus in caprine coccidiosis. *Phytomedica*, 4: 29-33.

Ruckebusch Y. (1993). Motilidad del conducto gastro-intestinal. *El rumiante, Fisiología digestiva y Nutrición*. Editorial Acribia. España. pp. 69-115.

SAGARPA (2016). Crece ovinocultura en México; busca incursionar en nuevos mercados. Comunicado de prensa de la Secretaria de Agricultura Ganadería desarrollo Rural Pesca y Alimentación 73.

Sahraei, M., Pirmohammadi, R., Payvastegan, S. (2014). The effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil on digestibility, ruminal fermentation and blood metabolites of Ghezel sheep fed barley-based diets. *Spanish Journal of Agricultural Research*, (2), 448-454.

Sahoo, P. K., y Mukherjee, S. C. (2003). Immunomodulation by dietary vitamin C in healthy and aflatoxin B 1-induced immunocompromised rohu (*Labeo rohita*). *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 26(1), 65-76.

Sall J., Lehman A., Stephens M., Creighton L. 2012. 'JMP® Start Statistics: A Guide to Statistics and Data Analysis', 5th edn. (SAS Institute Inc: Cary, NC, USA).

SENACSA (Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal). (2014). Manual de Producción Ovina. Dirección General de Calidad Animal (DIGECAL). Departamento de ovinocultura. Obtenido desde http://www.mag.gov.py/dgp/Publicaciones%20recomendadas%20sector%20agrario/Manual_ovinos_%20Senacsa%202014.pdf en febrero 2017.

- Shakya, S. (2017). Effect of Herbs and Herbal Products Feed Supplements on Growth in Fishes: A Review. *Nepal Journal of Biotechnology*, 5(1), 58-63.
- Shanahan, J. F., Smith, D. H., Stanton, T. L., y Horn, B. E. (2010). Crop residues for livestock feed. *Crop series. Production*; no. 0.551.
- Shimada, Gómez, A. R. (1986). Engorda de ganado bovino en corral. *Consultores en Producción Animal*, S. C. México 44-49.
- SIAP (Sistema de información agropecuaria y pesquera). (2014). Cierre de la producción pecuaria por Estado 2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. [http:// www.siap.gob.mx/ganaderia-produccion-anual-en-Julio-2014](http://www.siap.gob.mx/ganaderia-produccion-anual-en-Julio-2014) 34-38.
- SIAP. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (2016) Producción pecuaria por especie. Consultado en agosto de 2017. Disponible en línea: http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario_siapx_gobmx/indexnal.jsp
- Simón, L. (1998). Ventajas y desventajas de los forrajes. Los árboles en la ganadería. Matanzas: EEPF: 56.
- Singh, G., Sharma, P. K., Dudhe, R., y Singh, S. (2010). Biological activities of *Withania somnifera*. *Ann Biol Res*, 1(3), 56-63.
- Singh, S. S., Pandey, S. C., Srivastava, S., Gupta, V. S., Patro, B., y Ghosh, A. C. (2003). Chemistry and medicinal properties of *Tinospora cordifolia* (Guduchi). *Indian journal of pharmacology*, 35(2), 83-91.
- Sniffen C.J., O'Connor J.D., Van Soest P.J., Rusell J.B. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70:356-357.
- Soto, L., Laredo, M. A., Alarcon, E. (2000). Digestibilidad y consumo voluntario del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst) en ovinos bajo fertilización nitrogenada. *Revista ICA*, 79-90.

- Squires V.R. (1993). Agua y sus funciones, regulación y empleo comparativo por los rumiantes. El rumiante, Fisiología digestiva y Nutrición. Editorial Acribia. España. pp. 243-253.
- Stacy, B. D. and A. C. I. Warner. (1966). Balances of water and sodium in the rumen during feeding osmotic stimulation of sodium absorption in the sheep. J. Exp. Physiol. 79-93.
- Swjrsen K., Hvelplund T., Nielsen M.O. (2006). Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction 23-33.
- Tedeschi, L. O., Cannas, A., y Fox, D. G. (2010). A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and other nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. Small Ruminant Research, 89(2), 174-184.
- Timmerman, H. M., Mulder, L., Everts, H., Van Espen, D. C., Van Der Wal, E., Klaassen, G., y Beynen, A. C. (2005). Health and growth of veal calves fed milk replacers with or without probiotics. Journal of Dairy Science, 88(6), 2154-2165.
- Uddin, Q., Samiulla, L., Singh, V., y Jamil, S. (2012). Phytochemical and Pharmacological Profile of *Withania somnifera* Dunal: A Review. Journal of Applied Pharmaceutical Science 02 (01); 2012: 170-175. Uriel, E., y Manzano, J. A. (2002). Análisis multivariante aplicado. Paraninfo, Vol. 76: 270,271.
- Uitz-Huchin, J. A., y Jaimes-Jaimes, J. (2012). Efecto de la adición de prebióticos y probióticos en el comportamiento de terneros lactantes Holstein. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, 11(1).
- Unal, Y., Kaya, I., y Oncuer, A. (2005). Use of urea molasses mineral blocks in lambs fed with straw. Preventive Veterinary Medicine, 156(4), 217-220.

- Uyeno, Y., Shigemori, S., y Shimosato, T. (2015). Effect of probiotics/prebiotics on cattle health and productivity. *Microbes and environments*, 30(2), 126-132.
- Van Keulen, J. Y. B. A., y Young, B. A. (1977). Evaluation of Acid-Insoluble Ash as a Natural Marker in Ruminant Digestibility Studies 1, 2. *Journal of Animal Science*, 44(2), 282-287.
- Van Soest P.J. (1982). *Nutritional Ecology of the Ruminant* Arteaga C.J.D. (2012). Mensaje institucional en el acto inaugural del VII. Foro Ovino del Estado de México. INIFAP. ICAMEX 26-40.
- Van Soest P.J. (1983). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. USA, Oregon: Cornell University. pp.230-248.
- Van Soest, P. J., Komarek, A. R. y Robertson, J. B. (1994). A comparison of methods for determining ADF using the filter bag technique versus conventional filtration. *J. Dairy Sci*, 77(Suppl 1), 114.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and nonstarch carbohydrates in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci*. 74, 3583–3597.
- Vasudevan, S.K. (1994). Augmentation of murine natural killer cell and antibody dependent cellular cytotoxicity activities by *Phyllanthus Emblica*, a new immunomodulator. *Journal of Ethnopharmacology*, 44: 55-60.
- Vega-Pérez C.A. y García-Barrera D.R. (2011). Guía práctica para pequeños productores ovinos. Proyecto Alianza Ovina con la Asociación de Productores Ovinos del Tundama y Sugamuxi 21-27.
- Vilaboa Arroniz, J., y Díaz Rivera, P. (2009). Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México. *Zootecnia Tropical*, 27(4), 427-436.

- Wanapat, M., Khejornsart, P., Pakdee, P., y Wanapat, S. (2008). Effect of supplementation of garlic powder on rumen ecology and digestibility of nutrients in ruminants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(13), 2231-2237.
- Warner, A. C. I. and B. D. Stacy. (1972). Water, sodium and potassium movements across the rumen wall of sheep. *Q. J. Exp. Physiol. Cogn. Med. Sci.* 57;103- 119.
- Wawrzynczak S., Kraszewski J., Wawrzyński M., Kozłowski J. 2000. Effect of herb mixture feeding on rearing performance of calves. *Ann Anim Sci.* 2000(27), 133-142
- Welch J.G., Hooper A.P. (1993). Ingestión de alimentos y agua. El rumiante, *Fisiología digestiva y Nutrición*. Editorial Acribia. España. pp. 117-126.
- Weller, R. A., F. V. Gray, A. F. Pilgrim y G. B. Jones. (1967). The rates of production of volatile fatty acids in the rumen. IV. Individual and total volatile fatty acids. *Aust. J. Agric. Res.* 18: 107-118.
- Mackie, R. I., C. S. McSweeney, A. V. Klieve. 2002. Microbial ecology of ovine rumen, en: *Sheep nutrition*. Feer, M., H. Dove, ed. CABI Publishing, Australia 345- 346.
- Orpin, C. G. 1977. Invasion of plant tissue in the rumen by the flagellate *Neocallimastix frontalis*. *J. Gen. Microbiol.* 98(2): 423-430.
- Yam, T. S., Shah, S., y Hamilton-Miller, J. M. T. (1997). Microbiological activity of whole and fractionated crude extracts of tea (*Camellia sinensis*), and of tea components. *FEMS microbiology letters*, 152(1), 169-174.
- Yokoyama M.T., Johnson K.A. (1993). Microbiología del rumen e intestino. El rumiante, *Fisiología digestiva y Nutrición*. Editorial Acribia. España. pp. 137-157.

- Yokoyama, M. T. y K. A. Johnson. (1988). Microbiología del rumen e intestino. En: El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición. C. D. Church. Editorial Acribia, 54-87.
- Zaragoza, J. (2010). Sistemas de alimentación en ovejas; La Ovinocultura en México.
- Zhao, T., Wang, X., Rimando, A. M., y Che, C. T. (1991). Folkloric medicinal plants: *Tinospora sagittata* var. *cravaniana* and *Mahonia bealei*. *Planta Medica*, 57(05), 505-505.