



Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Facultad de Agronomía y Veterinaria



EVALUACIÓN DE GOBERNADORA (*LARREA TRIDENTATA*) COMO ALIMENTO
FUNCIONAL EN LA FINALIZACIÓN DE CORDEROS

Por:

Daniel Andrés Faz Colunga

Asesores

Dr. Juan Manuel Pinos Rodríguez

Dr. Héctor Aarón Lee Rangel

Dr. Juan Carlos García López

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de Maestro en Producción
Agropecuaria con énfasis en Pequeños Rumiantes.

Soledad de Graciano Sánchez S.L.P

Noviembre 2017

PÁGINA DE APROBACIÓN

El trabajo titulado: “Evaluación de *Larrea tridentata* (gobernadora) como alimento funcional en la finalización de corderos” fue realizado por: Daniel Andrés Faz Colunga como requisito parcial para obtener el título de Maestro en Producción Agropecuaria y fue revisado y aprobado por el suscrito Comité de Tesis.

Juan Manuel Pinos Rodríguez

Asesor

Héctor Aarón Lee Rangel

Asesor

Juan Carlos García López

Asesor

Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. a 02 días (s) del mes de noviembre de 2017.

Créditos institucionales

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Al Facultad de Agronomía y Veterinaria

Al Centro de Investigación y Estudios de Posgrado (CIEP)

AL CONACYT POR EL OTORGAMIENTO DE LA BECA-TESIS

Becario No. 710399

**LA MAESTRIA EN PRODUCCION AGROPECUARIA RECIBE APOYO
ATRAVES DEL PROGRAMA NACIONAL DE POSGRADOS DE CALIDAD
(PNPC).**

Dedicatoria

Dedicada Dios: por haberme permitido lograr mis metas, haberme dado salud y bienestar familiar.

Dedicada a mis padres Carlos y Roció: por apoyarme incondicionalmente durante el tiempo que estuve en clases y siempre tener una palabra de aliento para hacerme levantar de mis dudas y temores.

Dedicada a mí querido hermano Carlos: quien con su sola presencia me ayudo a superar tristezas y desalientos.

Dedicada a mí amada esposa Estefanía: quien siempre me apoyo y nunca dejo que flaqueara en instantes de estrés y trabajo y fue testigo del esfuerzo realizado para la conclusión de este trabajo.

Dedicada a mi amada y esperada hijita: quien aunque aún no ha nacido es una de las más importantes razones por las cuales sigo adelante sin importar las vicisitudes de la vida.

Agradecimientos

Al Dr. Juan Manuel Pinos Rodríguez, al Dr. Héctor Aarón Lee RANGEL Y al Dr Juan Carlos García López, por sus enseñanzas asesoría, paciencia y apoyo durante el trabajo de investigación, por la facilidades prestadas y por enseñarme a tomar decisiones en momentos difíciles. Me atreví a escribirles este agradecimiento juntos ya que ustedes 3 en conjuntos, han sido el pilar de mi formación y educación.

Al Dr. Gilberto Ballesteros Rodea por su invaluable aporte a mi formación profesional, por ayudarme en el conteo de protozoarios y por sus consejos e interés en mí como alumno.

A mis compañeros de laboratorio, Roque, Jorge y especial a Oswaldo por su apoyo en el laboratio por su enseñanza consejos y por enseñarme a ser un mejor investigador y una mejor persona.

A mis compañeros de Maestría por compartir tantos momentos de nervio, de estrés y de alegría y por ser siempre buenos compañeros de estudio y de vida, en especial a mis compañeros Israel, Leonardo y Gustavo por apoyarme en las mediciones de la etapa experimental de este trabajo.

Contenido

Créditos	
Institucionales	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Contenido	v
Índice de Cuadros	vi
Índice de Figuras	vii
Resumen	1
Summary	2
Introducción	3
Revisión de literatura	5
Producción de ovinos.....	5
Sistemas de producción intensiva.....	7
Pastoreo tecnificado o racional.....	7
Estabulación.....	8
Sistemas mixtos.....	10
Sistemas de producción semi intensivo.....	10
Sistemas de producción extensiva.....	11
Principales problemáticas de la producción ovina en México	13
San Luis Potosí.....	14
Ecosistema ruminal	15
Defaunación ruminal.....	17
Alimentos funcionales y aditivos	17
Alimentos funcionales.....	17
Fibras no digeribles y prebióticos.....	18
Probióticos.....	18
Breve historia y panorama mundial de los alimentos funcionales.....	18
Asia.....	18
Europa.....	19

Norte América.....	19
América latina.....	20
Alimentos funcionales en México.....	20
Aditivos.....	21
Antibióticos.....	21
Principal problemática de la utilización de antibióticos, coccidiostatos e histomonostatos como promotores de crecimiento.....	23
Alternativas a los antibióticos.....	23
Futuro de los promotores de crecimiento.....	24
<i>Larrea tridentata</i>.....	24
Usos de <i>Larrea tridentata</i>	25
Fitoquímica.....	27
Ácido Nordihidroxiiguayaretico (NDGA).....	27
Hipótesis.....	29
Objetivo.....	30
Objetivos específicos.....	30
Materiales y métodos.....	31
Material vegetal.....	31
Animales, alimentación y alojamiento.....	31
Desempeño productivo.....	32
Características ruminales.....	32
Conteo de Oocistos.....	33
Características de canal.....	33
Diseño Experimental y Análisis estadístico.....	33
Resultados.....	34
Discusión.....	37
Conclusión.....	39
Literatura citada.....	40

Índice de cuadros

Cuadro 1	32
Cuadro 2	34
Cuadro 3	35

Índice de figuras

Figura 1	9
-----------------------	---

Apéndice

Anexo 1.- Carta de empresa productora de alimentos.....	49
Anexo 2.- Carta de productor beneficiado por la información.....	50

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto la planta completa de *Larrea tridentata* sobre algunas características ovinos en la etapa de finalización. 21 corderos Rambouillet recién destetados fueron utilizados en un diseño completamente al azar y asignados a los siguientes tratamientos: T1: 0%; T2: 5 % y; T3: 10% (base seca) de planta completa de *L. tridentata*. La ceba de los corderos duro 60 días. Las variables a medir fueron consumo de alimento, ganancia de peso, conteo de oocistos, conteo de protozoarios, características de la canal. El tratamiento control tuvo mayor peso final ($P<0.05$) que los tratamientos con *L. tridentata*. Sin embargo para ganancia diaria de peso no hubo diferencia ($P>0.05$) entre los tres tratamientos. El consumo de alimento fue mayor ($P<0.05$) en el tratamiento control comparado con los tratamientos con *L. tridentata*, donde los consumos fueron similares ($P>0.05$). Para el conteo de oocistos el tratamiento con 5% de *L. tridentata* fue menor ($P<0.05$) que los otros tratamientos. El tratamiento control tuvo mayor ($P<0.05$) cantidad de protozoarios que los otros tratamientos. Los valores de pH ruminal fueron similares ($P>0.05$) en los tres tratamientos. En las características de la canal el peso de la canal fría, peso de la canal caliente y longitud de la canal fue mayor ($P<0.05$) para el tratamiento control. Para el perímetro del lomo para el tratamiento control y el tratamiento con 10% de inclusión de *L. tridentata* fue similar ($P>0.05$) y ambos fueron mayores ($P<0,05$) que el tratamiento con 5% inclusión de *L. tridentata*. Se puede concluir que la inclusión de *L. tridentata* podría disminuir el número de oocistos sin llegar a afectar las variables de peso final ni algunas características de la canal.

Palabras clave: *Larrea tridentata*, ovinos, oocistos, características de la canal

SUMMARY

The aim of the present study was to evaluate the effect of *Larrea tridentata* whole plants on some traits of fatten lambs. 21 weaned Rambouillet lambs were used of a complete random design and assigned to the following treatments: T1: 0%; T2: 5 % y; T3: 10% (dry matter) of *L. tridentata* whole plant. The fattening of the lambs lasted 60 days. The variables were feed intake, daily weight gain, final body weight, oocyst count, protozoan count and carcass traits. Control treatment had higher final weight ($P<0.05$) than treatments with *L. tridentata* inclusion. However, there were no differences for daily weight gain ($P>0.05$) for all treatments. Feed intake was higher ($P<0.05$) for control treatment, compared to *L. tridentata* treatments, between *L. tridentata* treatments feed intake was similar ($P>0.05$). Oocyst count was lower ($P<0.05$) for treatment with 5% of *L. tridentata* inclusion than the other treatments. Control treatment had higher ($P<0.05$) protozoans than the other treatments. Ruminant pH values were similar ($P>0.05$) for the three treatments. On carcass traits, cold carcass weight, warm carcass weight and carcass longitude were higher ($P<0.05$) for the control treatment. The loin perimeter were similar ($P>0.05$) for the control treatment and 10% inclusion *L. tridentata* treatment, and both were higher ($P<0.05$) than 5% *L. tridentata* treatment. It can be concluded that *L. tridentata* inclusion on the fattening lambs could decrease the number of oocysts without alter neither final body weight nor some carcass traits.

Key words: *Larrea tridentata*, lambs, oocysts, carcass traits

INTRODUCCIÓN

En México, alrededor de 128 millones de hectáreas se encuentran localizadas en las zonas áridas y semiáridas, en las cuales habita alrededor de la mitad de la población mexicana. La importancia ecológica y productiva de estas áreas radica que son solo aptas para la ganadería extensiva, como la desarrollada con ovinos y cabras para la producción de leche y carne (Echavarría *et al.*, 2006). A nivel nacional, en el año 2016, la producción de carne de ovino en canal fue de casi de 60 mil toneladas con un valor superior a los 3 mil millones de pesos (SAGARPA, 2016). En los sistemas de producción de carne ovinos, la alimentación promedia 60% de los costos totales, pero en la última década se ha incrementado debido al aumento en los precios de los insumos, especialmente los granos. Bajo estas condiciones, la búsqueda de alimentos no convencionales de producción regional y que además posean actividades funcionales, ha adquirido importancia en los últimos años (González, 2012). Los alimentos funcionales según la IFIC (Consejo Internacional de Información sobre Alimentos) son aquellos que aparte de su papel nutritivo básico desde el punto de vista material y energético, son capaces de proporcionar un efecto positivo en la salud tanto en el mantenimiento del estado de salud como en la reducción del riesgo de padecer una enfermedad (Pérez, 2006). Se conocen innumerables sustancias con actividad funcional, tales como la fibra soluble e insoluble, fitosteroles, fitoestrógenos, ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, derivados fenólicos, vitaminas, entre muchos otros (Silveira *et al.*, 2003). A su vez el uso de antibióticos y coccidiostatos tradicionales ha causado gran controversia. Así por ejemplo la OMS quien en su 34 ava sesión llevada a cabo en el año 2011 menciona que la resistencia a los antimicrobianos se ha convertido en un problema creciente de salud debido al uso extendido de antibióticos con fines veterinarios o como promotores de crecimiento en la industria del ganado. Esto representa un problema de seguridad alimentaria mundial, en la medida en que los alimentos son intercambiados en el mundo entero y pueden ser un vector de propagación de la resistencia a los antibióticos entre los animales y los humano (Manrique, 2011). En España en 2007, se realizaron mediciones

de incidencia de residuos de antibióticos y coccidiostáticos, así para las sustancias antibacterianas, el 12.1 % dieron positivas, siendo de los principales grupos afectados los pequeños rumiantes y las aves de corral (Blanco y Medel, 2008). Lo anterior justifica la investigación para encontrar nuevas alternativas naturales como es el caso de la *Larrea tridentata*, la cual en las zonas áridas tiene una adaptación y distribución importante que debe ser considerada. El arbusto de la gobernadora es considerada como una planta indicadora de disturbio y es foco de extensos esfuerzos de control (Andrade *et al.*, 2005). La gobernadora contiene de 11 a 20% de proteína cruda, similar a la de otros forrajes convencionales como la alfalfa. Sin embargo, las hojas de este arbusto poseen contenidos importantes de resina que limitan el considerarla como forraje no convencional en la alimentación animal (Pérez *et al.*, 2003). La resina está compuesta de aglicones flavonoides, lignanos, sapogeninas, aceites esenciales, alógenos alcaloides, ceras y de diversos compuestos volátiles como monoterpenoides y sesquiterpenoides aromáticos (Andrade *et al.*, 2005). Diversos estudios han evidenciado que varios extractos de *L. tridentata* poseen actividad antihelmíntica (Zamora *et al.*, 1985), antiamebiana (Segura *et al.*, 1978), antitumoral (Abbott *et al.*, 1966), antiviral (Gnabre *et al.*, 1995, 1996), citotóxica (Luo *et al.*, 1988), hepatotóxica (Lambert *et al.*, 2002), insecticida (Jacobson *et al.*, 1958), hipocolesterolémico (Arteaga *et al.*, 2005), fitotóxica (Bennett *et al.*, 1953), antiséptica, desinfectante (Saldivar *et al.*, 2008), tumoricida (Mazzio *et al.*, 2009), antifúngica (Ruiz *et al.*, 2011), y también inhibe la replicación y transcripción del virus de la inmunodeficiencia humana (García *et al.*, 2010). De los extractos activos se ha logrado aislar como principal componente bioactivo el lignano ácido nordihidroguaiarético como el responsable de la actividad antitumoral, citotóxica, hipocolesterolémico, antioxidante, antidiabético, antiviral, y hepatotóxica atribuida a la planta (Favela, 2012). Sin embargo, son escasos los estudios que realizados en animales de interés zootécnico. Por lo anterior, resulta de interés evaluar el efecto de *L. tridentata* como alimento funcional en la alimentación de ovinos.

REVISIÓN DE LITERATURA

Producción de ovinos

La producción ovina en el mundo se desarrolla bajo sistemas de pastoreo. Esta situación constituye una gran ventaja económica por el ahorro en los costos de producción, pues esos sistemas generan la mejor relación costo/beneficio y además dan algunas ventajas comparativas a la calidad nutricional de la carne, pero a su vez son muy susceptibles a las variaciones climatológicas estacionales y altamente vulnerables a las sequías extremas (SAGARPA 2013). En los países que tienen una fuerte tradición en la exportación de ovinos y de sus subproductos, como Australia y Nueva Zelanda (exportan el 90% del total mundial), cuentan con programas estandarizados que llevan a cabo evaluaciones sobre el potencial genético de sus animales (Por ejemplo LAMBPLAN) y les permiten tomar en cuenta características productivas de alta importancia económica, lo que redundaría en un rebaño más pequeño pero con mayor productividad individual (SAGARPA 2013).

México cuenta con una gran diversidad de climas que van desde el templado hasta el cálido y del húmedo al muy seco (García, 1981). También tiene una orografía muy accidentada y heterogénea, con diferentes tipos de suelo y presenta una tremenda pluralidad socioeconómica, con niveles de educación muy distintos e ingresos económicos muy desiguales, aun dentro del mismo medio rural (INEGI, 2016). Todo esto hace que en México, se presenten sistemas de producción ovina muy variados, con características propias de cada región y que son determinados por la disponibilidad de recursos y por los hábitos o tradiciones en el consumo de productos ovinos. Estos sistemas van desde los altamente tecnificados que mantienen a los animales en completa estabulación sobre pisos elevados, hasta los trashumantes que se mantienen en condiciones totalmente extensivas y no utilizan tecnología básica (SAGARPA, 2013).

Lo anterior ocasiona fluctuaciones estacionales a lo largo del año, con una tremenda irregularidad en la oferta de ganado y provoca marcadas diferencias en su tipo, en su condición corporal y en el peso que alcanza al momento de la venta, lo 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 (Partida, 2009).

A pesar de que México ha ido avanzando en mejorar su productividad, sólo genera el 70% de la carne ovina que consume, por lo que tiene un mercado interno potencial de unas 30,000 toneladas anuales (Arteaga, 2012).

Las tendencias en el contexto mundial indican que la producción de cordero se mantendrá estable en los próximos años, pero se prevé un aumento en el precio porque habrá más demanda, sobre todo en los países en vías de desarrollo (FAO, 2013). Las estimaciones indican que el grupo E7, compuesto por China, India, Brasil, Indonesia, México y Turquía tendrá, en el 2050, un poder adquisitivo 75% mayor que el que tiene actualmente el grupo G7 (Estados Unidos, Japón, Alemania, Inglaterra, Francia, Italia y Canadá) (Hawksworth, 2006).

En México se tienen registradas alrededor de 53,000 unidades de producción ovina, que están distribuidas aproximadamente de la siguiente forma: 53% en el centro, 24% en el sur-sureste y 23% en el norte (PROGAN, 2010). La ovinocultura de carne se desarrolla bajo un esquema de tipo regional, en la zona central se producen carne y pieles con razas de lana como Suffolk, Hampshire, Rambouillet y Dorset y de pelo (Katahdin, Dorper y Pelibuey), la región sur-sureste se orienta principalmente a la producción de carne con razas de pelo (Pelibuey, Black Belly, Katahdin y Dorper) y produce un poco de lana para uso artesanal con animales criollos en Oaxaca y Chiapas, y la zona norte ahora se dedica a la producción de carne, no obstante fue la principal proveedora de lana en épocas pasadas, por lo que aún se mantiene una población de animales de la raza Rambouillet, pero más recientemente se han introducido razas de pelo como Pelibuey, Katahdin y Dorper (SAGARPA, 2013).

Existen varios sistemas de producción ovina, que se desarrollan en pastoreo, en estabulación o en la combinación de estas dos modalidades. De acuerdo con la intensidad de su régimen de producción se dividen en: intensivo, semi-intensivo y extensivo, y según su propósito fundamental se dividen en comerciales y de autoconsumo.

Sistema de Producción Intensivo

Su propósito primordial es generar ingresos económicos, por lo que deben ser redituables y como sucede con otras especies, su viabilidad económica gira en función del precio de los insumos, sobre todo de los cereales, ya que la alimentación representa más del 60% de los costos de producción (González *et al.*, 2013). Pues es muy común que la alimentación se base en el uso de dietas integrales que son proporcionadas a libre acceso, o se emplea la combinación de forrajes de buena calidad con alimentos concentrados, que se ofrecen dos o tres veces al día, buscando tener la conversión alimenticia más equitativa y la máxima eficiencia de transformación, pues estos sistemas requieren producir de la manera más rápida posible para dar dinamismo a la inversión y lograr una mayor velocidad en el retorno del capital. Así mismo, los sistemas intensivos procuran tener la mayor eficiencia reproductiva (5 ó más parto en 3 años), la mínima mortalidad (<6%) y la mayor cantidad de kilogramos de cordero destetado por hembra (>25 kg), ya sea su fin la obtención de pie de cría o de corderos para el abasto. La producción intensiva puede ser realizada en pastoreo tecnificado, en completa estabulación o en esquemas mixtos con la combinación de estos dos procesos (González *et al.*, 2013).

Pastoreo Tecnificado o racional

El sistema de producción ovina en pastoreo tecnificado se basa en el consumo de forrajes, pues la mayor parte del alimento que ingiere el animal, provienen de las especies vegetales empleadas; por eso, es requisito indispensable mantener una interrelación óptima entre los forrajes y los animales, pues uno de los primeros retos que enfrentan los sistemas de producción basados en el pastoreo, es su persistencia a través del tiempo, ya que el uso inadecuado por un pastoreo excesivo durante largos períodos o por el aprovechamiento constante sin suficiente tiempo de recuperación, pueden originar la pérdida del forraje y la desestabilidad completa de éste régimen de producción. Por lo general, se desarrolla en áreas poco extensas, donde la vegetación está compuesta por especies introducidas, en una asociación de gramíneas con leguminosas. La carga animal

es alta, por lo que el tiempo de ocupación de las praderas es corto, esto hace necesaria la utilización de cercas, bajo un esquema de rotación de potreros (SAGARPA, 2013).

Estabulación

En este sistema, los animales se mantienen confinados durante toda su vida en corrales que cuentan con todo el equipo necesario para su cuidado, como pisos de “slats” elevados, sombra, comederos y bebederos automáticos, por lo general, emplean mano de obra contratada y tienen acceso al crédito, se llevan registros de producción mediante programas computarizados que determinan los tiempos y costos por etapa (Sistema Star, Ovin Plus, Ovin Mas, etc.), emplean razas especializadas y sistemas de cruzamiento definidos, tienen uso de tecnología avanzada y asesoría técnica profesional, mantienen una alta tecnificación en la alimentación que puede incluir el uso de: dietas altas en granos, enzimas, b-agonistas, hormonas, aditivos y modificadores de la fermentación ruminal, en el manejo reproductivo pueden emplear la inseminación artificial por laparoscopia, ovulación múltiple, transferencia de embriones, fertilización *in vitro* de embriones, uso de marcadores genéticos de ADN, etc.) y en el manejo sanitario (desparasitación y vacunación periódica, aplicación de complejos vitamínicos y control médico constante) (SAGARPA, 2013).

Como la alimentación se basa en el uso de dietas integrales con altos niveles de grano, tiene una alta dependencia del suministro de ingredientes y otros insumos, lo que ocasiona que su rentabilidad esté supeditada a la disponibilidad y las fluctuaciones en los costos de las materia primas, principalmente los granos, siendo indispensable desarrollar estrategias de compra consolidadas en las que se adquieran altos volúmenes de granos por grupos de productores o de empresas, también se pueden adquirir subproductos de la industria de panadería, de galletería y de hojuelas de maíz Como fuente de carbohidratos para sustituir los granos cuando su costo sea muy elevado (SAGARPA, 2013).

En este tipo de sistemas se incluyen la cría y desarrollo de animales para propósitos reproductivos (venta de pie de cría), la producción, finalización y venta de corderos para el abasto. Para abaratar los costos, en algunas empresas se proporcionan forrajes de corte

o ensilaje al pie de cría y sólo se da una pequeña cantidad de concentrado diariamente, pero los corderos se mantienen desde el destete hasta la venta con alimentación balanceada a libre acceso para que expresen su máximo potencial productivo.



Figura 1.- Sistema de producción intensiva de ovinos en corrales elevados.

Fuente: CESPOESLP.

Los hatos varían de 1,000 a 15,000 vientres y se distribuyen principalmente en la zona central del país, así como en algunas localidades del occidente y norte de la república.

Por lo general, el peso al sacrificio en nuestro país va de 30 a 50 kg y se prefieren animales jóvenes, pero para la elaboración de barbacoa se comercializan tanto hembras como machos de todas las edades, razas y pesos. El mercado para cortes de cordero es más exigente y prefiere animales muy jóvenes procedentes de sistemas estabulados, con un peso al sacrificio de 40 a 45 kg y un peso de la canal fría de 20 a 24 kg, que procedan de cruza entre razas de lana con razas de pelo (Gómez, 2013). En México existe la norma NMX-FF-106-SCFI-2006 para la clasificación de las canales ovinas, ésta norma considera cuatro criterios de clasificación que son: la edad (cordero y borrego), el peso (lechal, liviano y pesado), la conformación (excelente, buena y deficiente) y la cobertura grasa. No es una norma de aplicación obligatoria, pero es un instrumento muy útil para diferenciar la calidad y el precio de distintos tipos de canales ovinas.

Sistemas mixtos

En estos sistemas la producción se basa en una combinación del pastoreo con el confinamiento en corral, que se hace de acuerdo con los requerimientos alimenticios de los animales. Por ejemplo, durante el día se apacenta al hato reproductor en praderas de especies introducidas (gramíneas y leguminosas) y durante la noche se mantienen las borregas en corrales, donde son complementadas con rastrojos, esquilmos agrícolas, grano o alimento comercial, especialmente durante la época de lactancia (SAGARPA, 2013).

Lo que significa que el potrero debe tener suficiente disponibilidad de zacate para no limitar el consumo voluntario, se puede hacer el cálculo de asignación diaria, considerando un consumo de materia seca promedio del 2.5% del peso vivo del animal y dividiendo el resultado entre la cantidad de materia seca que contenga el forraje. El resultado de esto se multiplica por el número de animales que se vayan a pastorear para saber la cantidad de forraje que será consumido diariamente y poder definir la superficie que deberá ser asignada durante el periodo de pastoreo (SAGARPA, 2013).

Después del pastoreo se debe dar un tiempo de recuperación a la pradera que dependerá de la época del año y el tipo de vegetación, pero este periodo varía alrededor de los 30-35 días. En este sistema, los corderos se destetan entre los 60 y 90 días de edad, después de lo que se separan por sexo y se introducen en corrales de crecimiento y finalización, donde reciben dietas balanceadas para lograr ganancias de peso elevadas (más de 250 g/día), que les permitan salir al mercado con pesos de 40-45 kg en periodos cortos de tiempo (5 a 6 meses de edad) (SAGARPA, 2013).

Sistemas de producción semi-intensiva

Estos sistemas también se conocen como “diversificados”, con pastoreo en superficies agrícolas (maíz), cafetales, áreas forestales (hule y maderas) y en frutales (nogal, cítricos, agave, mango, manzano, peral, etc.). El pastoreo se efectúa cuando la plantación está bien establecida para evitar daños en los árboles jóvenes, ya que cuando hay poca

disponibilidad de alimento en el suelo, los ovinos pueden ramonear las hojas de los arbustos y árboles pequeños dañándolos (SAGARPA, 2013).

Usualmente, los animales pastorean en potreros o plantaciones de árboles en las primeras horas de la mañana y regresan al aprisco en la tarde, antes del anochecer, la carga animal puede ser de 30 borregos por ha cuando hay material suficiente; además, reciben alimentación complementaria que pueden ser basada en esquilmos agrícolas y granos de cereales o se proporciona alimento comercial. En estos sistemas también se tienen algunos cuidados sanitarios y se lleva a cabo el manejo reproductivo del rebaño (SAGARPA, 2013).

Durante los meses de septiembre, octubre y noviembre se pueden sembrar cereales (trigo, avena, cebada, centeno, triticale o pasto Ryegrass entre los árboles, para proporcionar forraje durante el invierno. Ventajas adicionales que tienen estos sistemas, son la reducción en los gastos para controlar malezas (en la huertas se ahorra el costo de 5 a 6 deshierbes por año), se disminuye el riesgo de incendios por el aprovechamiento de las plantas forrajeras y se mejora la calidad del suelo por la incorporación de abonos orgánicos en la tierra (SAGARPA, 2013).

Sistemas de producción extensiva

Los sistemas extensivos de producción ovina se basan en la utilización de la vegetación nativa, anteriormente se consideraban como una actividad secundaria en la producción de bovinos, pero en la actualidad se ha convertido en el fin principal por el elevado precio que alcanzan los borregos. En el sur-sureste los climas cálidos y una intensa precipitación pluvial, permiten una alta disponibilidad de zacates y leguminosas tropicales que se aprovechan mediante pastoreo rotacional o continuo. En el norte se cuenta con grandes extensiones áridas y semiáridas de recursos naturales renovables (50 millones de hectáreas), en donde se aprovechan pastizales y matorrales de diversas especies, entre las que se encuentran gramíneas, asteráceas, fabáceas, leguminosas y cactáceas (Esqueda y Gutiérrez, 2009). La calidad de forraje depende de su estado fenológico y varía con la época del año, presentándose la mayor disponibilidad y mejor calidad del forraje durante

la época de lluvias (julio, agosto y septiembre), donde el contenido de proteína varía entre 11-15%, dependiendo de la especie. No obstante, durante la época más seca (diciembre a junio) la cantidad y calidad del forraje disminuyen fuertemente, presentándose contenidos de proteína que sólo van del 4 a 8%, razón por la que se pastorea al ganado en residuos de maíz, frijol, sorgo, chile, algodón y cacahuete, y se apoya con algún otro tipo de suplementos alimenticios (frijol, garbanzo y cereales de segunda), sobre todo en las áreas de pastizal, pues los matorrales y arbustos permanecen verdes y mantienen más estable su contenido proteínico, por lo que no es tan necesaria la suplementación (Echavarría, *et al.*, 2006).

Inicialmente, se tenían grandes rebaños de borregas Rambouillet en el norte del país para la producción de lana, pero a raíz de la caída del precio de ésta, durante los últimos cinco años se han introducido razas de pelo (Pelibuey, Black Belly, Katahdin y Dorper) destinadas a la producción de carne, que por su origen africano manifiestan una fuerte adaptabilidad a las condiciones áridas de la región. A pesar de que tradicionalmente el norte del país se ha caracterizado por la producción de becerros para la exportación (en el sistema vaca-cría), los pequeños rumiantes (ovinos y caprinos) representan una excelente opción en esta zona, debido a que por su hábito de ramoneo, consumen hierbas y arbustos que no son apetecidos por los bovinos, lográndose un aprovechamiento complementario y más integral de los recursos naturales (SAGARPA, 2013).

El pastoreo se hace de manera continua, moviendo a los animales de un área a otra por un pastor en el día y confinándolos en corrales durante la noche. Los rebaños pueden variar fuertemente en el número de animales entre 100 y 1,500 cabezas.

Por lo general, los animales se mantienen juntos en un solo rebaño que incluye hembras y machos de diferentes edades, no se lleva un control reproductivo ni genético, por lo que hay partos en diferentes épocas del año, concentrándose los nacimientos en otoño-invierno y se presenta un alto grado de consanguinidad (SAGARPA, 2013).

No se proporcionan complementos alimenticios, únicamente los animales reciben sales minerales como suplemento y muy esporádicamente se les provee de algún tipo de subproducto agrícola. El manejo sanitario es nulo o muy restringido, por lo que hay

afecciones parasitarias frecuentes y una alta incidencia de enfermedades que originan elevada mortalidad en las crías. Además de la falta de forraje en la época de estiaje y el pastoreo excesivo, otro de los problemas graves que presentan los sistemas extensivos del norte de México, es el control de los depredadores como pumas, lobos, coyotes, perros y otros carnívoros que atacan a los corderos y en ocasiones a los animales adultos. Las pocas instalaciones que se tienen para el resguardo de los animales se fabrican con materiales locales de poco valor (SAGARPA, 2013).

PRINCIPAL PROBLEMÁTICAS EN LA PRODUCCIÓN OVINA EN MÉXICO

Entre los diversos factores económicos que afectan a la producción agropecuaria en México, destacan la globalización y la apertura de los mercados, aunque existen otros como son el bajo nivel tecnológico, canales de comercialización mal desarrollados, infraestructura de sacrificio inadecuada, falta de organización de productores, consumo regionalizado, poca diversidad en el consumo, entre otros; sin embargo, el impacto de estos factores, en muchas ocasiones se ve opacado por el impacto que las importaciones realizadas bajo prácticas desleales tienen sobre el precio y la sobre la producción nacional (CESPOESLP, 2011).

La producción ovina ocupa el penúltimo lugar por su impacto económico en la industria pecuaria nacional; sin embargo, es reconocida como una actividad importante dentro del subsector ganadero, por el alto valor que representa para la economía del campesino de escasos recursos y por tener sus productos una gran demanda especialmente entre la población urbana, principalmente en las grandes Ciudades como el Distrito Federal. Actopan, Tulancingo, Pachuca, Cuernavaca, Guadalajara y Monterrey (CESPOESLP, 2011).

Es sabido que la mayor parte de los ovinos se encuentra en manos de campesinos sin tierra, que no la desarrollan con un fin económico, más allá del simple ahorro que representa el patrimonio de su rebaño del cual hace uso en situaciones económicas de emergencia. Este productor alimenta a su ganado con pastos nativos, cuya cantidad y

calidad varían gradualmente a través del año favoreciendo estados de subnutrición. Regularmente no cuentan con asistencia técnica y emplean técnicas tradicionales de producción, como empadre continuo, cruzamiento entre animales muy emparentados, no destetan y sus criterios de selección se basan en aspectos fenotípicos (CESPOESLP, 2011).

Bajo este panorama, la producción ovina enfrenta una situación interesante ya que el volumen de carne demandado difícilmente podrá ser cubierto de manera total solo con la producción nacional. Esto significa que los barbacoyeros elaboran y comercializan un producto que contiene carne congelada sustituyendo cada vez en mayor grado la carne fresca (CESPOESLP, 2011).

Sin embargo, no puede proponerse la restricción de las importaciones de carne de ovino ni de animales en pie para abasto ya que ello implicaría sacrificar más del 80% del rebaño actual para satisfacer solo por un año, el volumen de esa demanda. Este panorama es atractivo para los productores nacionales, siempre y cuando estos sean capaces de garantizar el abasto y el incremento productivo de los inventarios actuales (CESPOESLP, 2011).

San Luis Potosí

En San Luis Potosí el ganado ovino se explota en las cuatro zonas en las que se divide el estado, siendo el sistema de producción predominantemente el extensivo, sobre todo en las Zonas Altiplano y Media donde los rebaños están compuestos por ganado criollo fundamentalmente cruzado con Rambouillet por su alta adaptabilidad a la zona, con deficientes condiciones de manejo y aplicación de técnicas poco avanzadas. En la Zona Centro se encuentran los tres tipos de pastoreo (intensivos, semi-intensivos y el extensivo) donde predomina la raza Rambouillet encontrándose hatos de diferentes razas con buenas técnicas de manejo y un alto valor genético productores de animales para Pie de Cría tanto machos como hembras cumpliendo con las características de cada raza y normas sanitarias establecidas (CESPOESLP, 2011).

En la Zona Huasteca predomina el sistema extensivo donde el pastoreo es a base de gramilla o en potreros sembrados con pastos apropiados de la zona y en la tarde noche son encorralados para protegerlos de los depredadores y de las inclemencias del clima, las razas más comunes son la, Pelibuey y Blackbelly (CESPOESLP, 2011).

El sistema productivo predominante en el estado de San Luis Potosí es extensivo, en el cual consumen plantas nativas que apoyan la nutrición y la economía de los productores (CESPOESLP, 2011), es por esto que se vuelve importante entender el aparato digestivo del rumiante para lograr comprender como es que pueden aprovechar las fibras indigeribles para los no rumiantes y así poder entender la importancia de la microbiología ruminal y como poder alterarla para mejorar la salud, nutrición y producción de los ovinos.

ECOSISTEMA RUMINAL

El ecosistema ruminal comprende una población compleja de bacterias anaeróbicas estrictas, hongos y protozoos (Forsberg y Cheng, 1992) definidos por la intensa presión selectiva del ambiente ruminal. Estos microorganismos en simbiosis se adaptan a sobrevivir en condiciones de anaerobiosis no estricta, altos ritmos de dilución, altas densidades de células y a la predación protozoaria, y han desarrollado distintas capacidades para la utilización eficiente de los complejos polímeros vegetales (i.e. celulosa y hemicelulosa). A pesar de su complejidad, baja porosidad y variada capacidad de cristalización, los compuestos fibrosos de las plantas son digeridos por la actividad simultánea de todo el conjunto de enzimas microbianas presentes en el rumen (Chesson y Forsberg, 1997).

Los alimentos que llegan al rumen son fermentados hasta convertirse en productos metabólicos comunes como son los ácidos grasos volátiles. Los ácidos grasos volátiles son absorbidos directamente desde el rumen y pueden ser usados tanto en procesos catabólicos (i.e. mantenimiento) como anabólicos (i.e. gluconeogénesis). Sin embargo, el

proceso de fermentación, aunque tiene muchas ventajas, también resulta en significativas pérdidas de energía en forma de metano, hidrógeno y calor (Caja et al., 2003).

El rumen degrada y fermenta eficientemente los polisacáridos estructurales por medio de un número muy elevado de enzimas (polisacaridasas) producidas por su propia microbiota (Caja et al., 2003). Por ejemplo, la degradación de los arabinoxylanos, polisacárido estructural que se encuentra en las paredes celulares de los forrajes y en el endospermo de los cereales, requiere una serie de enzimas trabajando secuencialmente. Esencialmente, las enzimas que hidrolizan las cadenas de arabinosa, el grupo acetil, el ácido ferúlico y el ácido glucurónico, actúan primero seguidas por las xilanasas que se encargan de fraccionar las principales cadenas de xilano (Caja et al., 2003).

La descomposición de la celulosa necesita también de una serie de enzimas que incluyen endo-1,4-D-glucanasas, 1,4-D-glucano celobiohidrolasas y glucosidasas. La hidrólisis de los polisacáridos estructurales hasta azúcares fermentables es por tanto un sistema complejo de cooperación entre los microorganismos y sus enzimas. Estos organismos forman una ecología compleja, que incluye mecanismos de competición y simbiosis, su población es fuertemente influenciada por la composición de la dieta consumida por el animal (Caja et al., 2003).

La fermentación ruminal le permite al rumiante, utilizar alimentos que son muy fibrosos para los no rumiantes, además le confiere la habilidad de degradar la celulosa y liberando el contenido celular convirtiendo a la celulosa en un nutrimento primordial, que permitirá la síntesis de proteína microbiana de alto valor biológico a partir de proteína vegetal de bajo valor biológico, a partir de nitrógeno no proteico de la dieta y a partir del reciclaje de productos metabólicos de desecho (urea). Este provee todas las vitaminas del complejo B siempre y cuando exista la concentración adecuada de cobalto para la síntesis de vitamina B12 (Calsamiglia, 2007).

El pH ruminal refuerza el balance entre la capacidad amortiguadora y la acidez de la fermentación, La composición de la dieta y las prácticas de alimentación influyen sobre el pH ruminal, ya que, a medida que se incrementa la proporción de ingredientes de fermentación rápida disminuye el pH y viceversa (Kaufmann, 1976). Son varios los

factores que intervienen para cambiar el pH en el rumen. La naturaleza de la dieta suministrada es factor determinante en las fluctuaciones del pH ruminal, aunque los rumiantes poseen un sistema altamente desarrollado para mantener el pH dentro de los límites fisiológicos – 6,2 a 7,0; el pH ruminal depende la presión parcial del CO₂ (Febres et al., 2007).

Defaunación Ruminal.

Los protozoarios que se encuentran en el rumen son parte del ecosistema ruminal, y son relacionados con bacterias y hongos, en la competencia de nutrientes, la defaunación sirve como estrategia para el mejor aprovechamiento de la proteína dietética, cuando el porcentaje de protozoarios aumenta se alimenta de bacterias benéficas que degradan los alimentos y aumenta el gas emitido por el rumiante (Suarez, 2015).

ALIMENTOS FUNCIONALES Y ADITIVOS

Alimentos funcionales

Se considera como funcional, un alimento en su estado natural, o un alimento al cual se han adicionado, removido o modificado uno o más de sus componentes (Roberfroid, 2002). Aunque no se ha logrado una definición del término alimentos funcionales que sea aceptada globalmente, el concepto general es que son alimentos o componentes alimenticios cuyo consumo además de una nutrición básica, genera beneficios para la salud y/o reduce el riesgo de enfermedad. Un alimento o componente alimenticio funcional puede ser un macro nutriente con un efecto fisiológico específico o un micronutriente esencial, pero también puede ser un componente alimenticio que aunque no tenga un alto valor nutritivo o no sea esencial, su consumo logre la modulación de alguna función en el organismo que reduzca el riesgo de enfermedad, como es el caso de la fibra y algunos microorganismos viables (Roberfroid, 2000).

Fibras no digeribles y prebióticos.

Las fibras dietéticas (celulosas, hemicelulosas y pectinas resistentes a la digestión por las enzimas endógenas del intestino) benefician las funciones gastrointestinales y se sugiere que previenen enfermedades (Bijlani, 1985). Los prebióticos son ingredientes o aditivos alimenticios no digeribles que tienen efectos favorables por estimular selectivamente el crecimiento y/o actividad de bacterias benéficas en el colon (Roberfroid, 2001).

Probióticos.

La denominación “probiótico”, se aplica tanto a los microorganismos como a los productos alimenticios que contienen determinados microorganismos viables, en número suficiente para alterar la microbiota, generando efectos beneficiosos para la salud (Schrezenmeir y Vrese 2001). Así por ejemplo, se ha demostrado que el tratamiento con probióticos puede prevenir o reducir la infección por *Helicobacter pylori*, germen causante de gastritis crónica y relacionado estrechamente con cáncer gástrico en humanos (Hamilton, 2003). Otros ejemplos de estas propiedades funcionales en los alimentos son el ácido linoléico conjugado (CLA) presente de forma natural en la grasa de la leche y la carne de rumiantes o el obtenido sintéticamente por la hidrogenación catalítica de aceites vegetales, posee propiedades anticancerígenas, antilipogénicas y antiteratogénicas (De La Torre et al., 2006)

BREVE HISTORIA Y PANORAMA MUNDIAL DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES

Asia

En 1984 el Ministerio de Educación Ciencia y Cultura Japonés (MESC) inicia un proyecto de análisis sistemático y desarrollo de alimentos funcionales, que relaciona el consumo de algunos alimentos o componentes alimenticios con efectos beneficiosos para la salud, siendo esta la primera oportunidad en la que el término “alimentos funcionales” es empleado oficialmente (Arai, 1997). En 1991 Japón legaliza la comercialización de

alimentos con propiedades saludables colocándolos bajo la denominación de “FOSHU” (Food for Specified Health Use). El primer alimento FOSHU correspondió a una especie de arroz de consumo masivo, en el que se eliminó por hidrólisis enzimática una proteína causante de alergia cutánea, obteniéndose un nuevo producto inmunológicamente seguro y saludable (Arai, 2002).

Europa

En la Unión Europea durante la década de los 90s, se desarrolló un importante número de proyectos de investigación en el área de alimentos y nutrición, temas como fibras alimentarias, probióticos, prebióticos y más recientemente antioxidantes, vitaminas, y fitoestrógenos, han sido estudiados para valorar el impacto de su consumo habitual en la salud humana (Verschuren, 2002).

La Unión Europea creó una comisión de acciones concertadas para la investigación sobre alimentos funcionales en Europa FUFOSE (Functional Food Science in Europe), conformada por investigadores en áreas relacionadas con nutrición y salud bajo la coordinación del ILSI (International Life Sciences Institute). En 1999 esta comisión, hace pública la primera definición de alimentos funcionales indicando que son alimentos en los que se ha demostrado satisfactoriamente que además de una adecuada nutrición proveen beneficios en una o más funciones del organismo mejorando la salud ó reduciendo el riesgo de enfermedad cuando son consumidos en las cantidades esperadas dentro de una dieta normal (Delzenne y Kok, 2001).

Norte América

En Norteamérica ha existido interés científico por la relación entre la alimentación y la prevención de ciertas enfermedades presentes en la población. Aunque la legislación Americana no incluye una definición de “alimentos funcionales”, para las entidades encargadas de la regulación alimentaria la palabra “funcional” implica un alimento que

posee propiedades que generan beneficios para la salud o reducen el riesgo de enfermedad.

La FDA (Food and Drug Administration) clasifica algunas categorías de alimentos con propiedades adicionales que incluyen alimentos convencionales, aditivos alimenticios, suplementos dietéticos, alimentos medicados o alimentos para uso en dietas especiales, la categoría usada para definir un alimento o componente funcional específico, depende de su forma de elaboración y los parámetros de comercialización (Ross, 2000). Cerca de 25000 compuestos químicos presentes en frutas y vegetales de consumo humano, han sido relacionados con efectos saludables o disminución del riesgo de enfermedades y de ellos más de 500 directamente asociados a la prevención de procesos cancerígenos (Hasler et al., 2004).

Existe un importante potencial de conocimientos sobre alimentos y componentes alimenticios con propiedades funcionales, que junto con los avances en genómica humana y vegetal, permitirán en un futuro, comprender mejor las interacciones entre nutrientes y células del organismo, permitiendo incluso el uso de la manipulación genética en beneficio de la salud y la reducción de riesgo de enfermedad. (Milner, 2002).

América Latina

El conocimiento de los alimentos funcionales en América Latina es relativamente reciente, y poco estudiado, sin embargo, es actualmente un potencial productor y consumidor de alimentos funcionales, posee grandes recursos naturales, una amplia biodiversidad de flora y fauna asociada a gran variedad de plantas y frutos comestibles, con potenciales efectos beneficiosos para la salud (Rubiano, 2006).

Alimentos funcionales en México

Así los alimentos funcionales permiten una nueva y moderna visión de la nutrición en una relación más integral con la salud, bienestar y calidad de vida de las personas. Cada día nuevas investigaciones y adelantos científicos incrementan la lista de alimentos o sustancias alimenticias con propiedades saludables, sin embargo como se ha demostrado

para el caso de México aún falta mayor investigación para la nutrición animal y sobre todo con plantas nativas de zonas marginales las cual tienen la potencialidad de desarrollar nuevas alternativas en la producción animal (Rubiano 2006).

ADITIVOS

Un aditivo alimenticio hace referencia a una sustancia o producto incluido en la formulación a un nivel bajo de inclusión cuyo propósito es incrementar la calidad nutricional del alimento, el bienestar o la salud del animal (Ravindran, 2010). El reglamento CE 1831/2003, proporciona una definición más clara en la que los aditivos se definen como sustancias, microorganismos o preparados distintos de las materias primas y las premezclas, que se añaden intencionalmente al alimento o al agua para influir favorablemente en : las características de los piensos o de los productos de origen animal, las consecuencias ambientales de la producción animal, los rendimientos productivos, el bienestar, la salud, mediante su influencia en el perfil de la flora y fauna intestinal o la digestibilidad de los alimentos, o por su efecto coccidiostático o histomonostático. En consecuencia los aditivos se asignan a una o más de las siguientes categorías, dependiendo de sus propiedades y funciones (Ravindran, 2010). Aditivos tecnológicos (antioxidantes, emulsificantes o acidificantes), Aditivos sensoriales (aromas y pigmentos), Aditivos nutricionales (vitaminas, minerales traza, aminoácidos), Aditivos zootécnicos (potenciadores de la digestión, estabilizadores de la flora intestinal) y Coccidiostáticos o histomonostatos.

Antibióticos

Los antibióticos son sustancias químicas producidas por diferentes especies de microorganismos que suprimen el crecimiento de otros microorganismos y pueden, eventualmente, destruirlos. El anuncio del primer antibiótico sulfamídico en 1935 inició la era moderna de la terapéutica antimicrobiana, caracterizada por una enorme disminución de la morbilidad y de la mortalidad para muchas enfermedades infecciosas. El impacto de este tipo de sustancias sobre factores médicos, veterinarios, de sanidad

pública, y económicos relacionados con los estados patológicos, no tiene paralelo en la historia de la terapéutica medicamentosa (Martínez y Sánchez, 2007). Los antibióticos actúan inhibiendo diversos procesos metabólicos que son esenciales para la supervivencia de los microorganismos. La especificidad de acción depende de que el fármaco bloquee una enzima o sustrato no presente en las células eucariotas o suficientemente distintas. Es por eso que podemos decir que los antibióticos funcionan de la siguiente manera: Inhibidores de la síntesis de la pared bacteriana, Actividad bactericida, Inhibidores de la síntesis proteica, Antibióticos que inhiben la síntesis de los ácidos nucleicos, Antibióticos que actúan en la membrana externa de bacterias gramnegativas o en la membrana citoplasmática y Otros antibióticos.

La nitrofurantoína y la furazolidona son derivados del nitrofurano que parecen actuar tanto en la síntesis proteica como en los mecanismos reparadores del ADN bacteriano. Una vez reducidos en el interior de la bacteria, pueden unirse a proteínas ribosómicas y bloquear la traducción, mientras que en su forma no reducida puede dañar el ADN bacteriano. Los antibióticos se incluyen dentro del amplio grupo de compuestos que forman parte de la composición de un alimento animal, pudiendo actuar con dos fines claramente diferenciados: como terapéuticos y/o profilácticos, ya que los piensos constituyen una de las vías de administración más usadas para suministrar los fármacos en el sector veterinario. Los antibióticos se incorporan a los alimentos en forma de premezclas medicamentosas (sólidas o líquidas) a concentraciones relativamente elevada (Martínez y Sanchez, 2007). Como promotores de crecimiento, favoreciéndose de esta forma el control de la flora bacteriana del animal, lo que se traduce en un mayor aprovechamiento de los nutrientes y un aumento considerable de peso. En este caso, se incorpora al alimento en forma de aditivo y a concentraciones subterapéuticas (Martínez y Sanchez, 2007).

PRINCIPAL PROBLEMÁTICA DE LA UTILIZACIÓN DE ANTIBIÓTICOS, COCCIDIOSTATOS E HISTOMONOSTATOS COMO PROMOTORES DE CRECIMIENTO.

Los antibióticos constituyen uno de los agentes farmacológicos peor usados, tanto a nivel médico como veterinario, siendo administrados en muchas ocasiones de forma irracional y en dosis inadecuadas. El empleo indiscriminado de estos productos puede acompañarse de complicaciones tales como reacciones alérgicas, infecciones, retrasos en la identificación del germen causal; quizás, una de las complicaciones más importantes es la aparición de gérmenes antibiótico-resistentes que a su vez, crea la necesidad cada vez mayor de nuevas drogas (Cancho et al., 2000). La expansión e internalización de los microorganismos y las resistencias que provocan los agentes antimicrobianos es un problema global que está causando muertes y aumentando el gasto hospitalario pero que sin embargo, está todavía sin cuantificar. En los últimos años, el uso veterinario de antibióticos, especialmente los empleados como promotores de crecimiento animal, está siendo objeto de duras críticas y presiones legales. (Cancho et al., 2000). La industria se enfrenta a un futuro sin promotores de crecimiento, la prohibición en la Unión Europea y el retiro voluntario de los promotores de crecimiento en otras partes del mundo ha supuesto una presión adicional para encontrar alternativas que ayuden a mejorar la salud intestinal y el bienestar animal.

Alternativas a los antibióticos

Como una consecuencia de la prohibición de uso de los antibióticos en la Unión Europea, la industria de alimentos para animales a nivel mundial está invirtiendo en gran medida en investigación y desarrollo de estrategias, alternativas que permitan prevenir la proliferación de bacterias patógenas, manteniendo la salud digestiva y los niveles productivos, y que optimicen la digestión de los rumiantes. Un amplio rango de productos alternativos ha demostrado afectar a las poblaciones microbianas del tracto digestivo. De una forma sencilla, estas alternativas pueden ser clasificadas en cinco grupos y, a continuación, se presentaran algunas de ellas realizando una breve descripción de las más

relevantes para el presente trabajo: Prebióticos, acidificantes, enzimas exógenas y fitogénicas (Cancho et al., 2000).

Futuro de los promotores de crecimiento

En la actualidad, existe un aumento sustancial en las líneas de investigación dirigidas a evaluar productos alternativos para mantener la flora intestinal beneficiosa y la salud digestiva, donde se incluyen diversas clases de aditivos como enzimas probióticos, prebióticos, ácidos orgánicos y fitogénicos. El crecimiento poblacional aunado a la demanda mayor de carne y a la prohibición del uso de antibióticos en el alimento para los rumiantes, tendrá un profundo efecto en la demanda de alimento y materias primas, es evidente que las materias primas tradicionales no cumplirán los requerimientos futuros. Es por esto que la primera estrategia a disposición de la industria y de la comunidad científica es evaluar el potencial de nuevas materias primas que puedan cumplir con la demanda de mejorar las condiciones de salud animal, mejorar la integridad intestinal del rumiante y disminuir los costos será de vital importancia (Cancho et al., 2000).

LARREA TRIDENTATA

Larrea tridentata conocida también como gobernadora, por su característico olor que despide después de la lluvia, debido a esta característica en algunos lugares de México se le da también el nombre de hediondilla. Es una planta de la familia zygophyllacea, nativa de norte américa, se desarrolla en clima semiárido BS y desérticos BW, con temperaturas que varían desde 14 a 28 grados centígrados, y presencia de hasta 8 meses de sequía, con precipitaciones de 150 a 500 mm anuales, no prospera en climas de tipo isoterma. Los suelos en los que se desarrolla son de profundidad variable, textura franco arenosa, estructura granular, drenaje interno medio de consistencia friable, de color café grisáceo, compacto arcilloso, calcáreo, blanco-arenoso, aluvial con pH de 6.8 a 7.6 ligeramente alcalino (CONABIO 2012).

La familia zygophyllacea incluye más de 30 géneros y aproximadamente 250 especies (Arteaga et al., 2005), siendo las más destacadas *Larrea tridentata* y *Larrea divaricata*, la cual crece en la parte sur del continente americano (Aguirre et al., 2016). Su nombre genérico de Larrea es honor al científico español J.A. Hernández Pérez de Larrea quien fue el primero en describir la especie (Gnabre et al., 1995). En los Estados Unidos de América se distribuye por los Estados de California, Nevada, Utah, Nuevo México y Texas (Ross, 2005).

En México *Larrea tridentata* (Sesse and Moc. ex DC) Coville se encuentra en 12 de los 32 estados de este país, entre los cuales se encuentran Baja California Norte, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Zacatecas (CONABIO 2012).

La abundancia de esta planta se ha incrementado en alrededor de 19 millones de hectáreas tanto en México como en EUA, las cuales eran consideradas áreas de pastizal esto en respuesta a los perturbaciones ocasionadas en este tipo de vegetación. Es una planta indicadora de desertificación por lo cual es blanco de múltiples intentos de control y erradicación. Sin embargo, es una planta con importancia histórica en medicina tradicional, dentro de sus aplicaciones medicinales el efecto antioxidante es de los más prominentes (Arteaga et al., 2005).

Usos de *L.tridentata*

En la industria *L. tridentata* se ha utilizado como adhesivo pegamento para triplay y cartón comprimido. Se utiliza como condimento, las hojas son importantes por su contenido de proteínas, lo que permite utilizarlas para consumo animal. Es industrializable para teñir cuero (CONABIO 2012).

Extracción de fenoles que sirven de base para fabricar pinturas, plásticos. La resina que se extrae de las hojas contiene ácido nordihidroguayarático, que se utiliza como antioxidante en la industria alimenticia, en la elaboración de grasas (calzado), aceites,

lubricantes, barnices como desincrustante de materias salinas en calderas, productos farmacéuticos, hule. Se utiliza como insecticida las resinas muestran actividad fungicida contra *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium* spp. y otros hongos fitopatógenos (CONABIO 2012).

Actividad insecticida contra: gorgojo pardo del frijol (*Acanthoscelides obtectus*, Coleoptera: Bruchidae); barrenador mayor de los granos (*Prostephanus truncatus*, Coleoptera: Bostrichidae). Las resinas sirven para la elaboración de jabones y la fabricación de grasas para calzado (CONABIO 2012).

En la medicina tradicional mexicana *L. tridentata* se emplea como cicatrizante, antibiótico, hipocolesterolémico, antimalárico, antiinflamatorio, contra cálculos renales, y biliares, cólicos, cáncer del tracto digestivo, úlceras gástricas, hemorroides y abortivo (Ruiz-Martínez et al., 2011). En la medicina tradicional, en los Estados Unidos, la planta se emplea para la varicela, llagas en la piel, diabetes, cáncer, enfermedades venéreas, tuberculosis, resfriado, reumatismo, cálculos renales y biliares (Lu et al., 2010).

Otros investigadores han encontrado que varios extractos preparados de *L. tridentata* poseen actividad antihelmíntica (Zamora et al., 1985), antiamebiana (Segura et al., 1978), antitumoral (Abbott et al., 1966), antiviral (Gnabre et al., 1995;1996), citotóxica (Luo et al., 1988), hepatotóxica (Lambert et al., 2002; 2005), insecticida (Jacobson et al., 1958), hipocolesterolémico (Arteaga et al., 2005), fitotóxica (Bennett et al., 1953), antiséptica, desinfectante (Saldivar et al., 2007), tumoricida (Mazzio et al., 2009), antifúngica (Ruiz et al., 2011), y también inhibe la replicación y transcripción del virus de la inmunodeficiencia humana (García et al., 2010).

La actividad antihelmíntica es de especial interés para este trabajo, se ha probado que el extracto de éter de *L. tridentata* desecado de la oleorresina tiene actividad antihelmíntica contra *Eimeria tenella* en pollos (Ross, 2005). Sin embargo su uso está limitado por reportes de hepatotoxemia (Brent, 1999) y casos de cistitis renal (Smith, 1994) asociadas con el uso crónico de la planta. Sin embargo, un estudio realizado en ratones por Aguirre. L.S 2016 obtuvo diferentes resultados con dosificaciones bajas en su utilización no

obtuvo signos clínicos de enfermedad hepatotóxica, lo cual sugiere que a dosis bajas no se tendrá una hepatotoxicidad.

Fitoquímica

Larrea tridentata es un recurso con aproximadamente 50 % de peso seco de la materia extractable, la resina contiene 19 flavonoides, con altos contenidos de lignanos, incluyendo el notable antioxidante NDGA, algunos glicosidos flavonoides, saponinas, aceites esenciales, alcaloides halógenos (Argueta, 1994). *Larrea tridentata* contiene el 0.1 % de aceites volátiles, con una fracción volátil de 67 componentes identificados, constituyendo así más del 90% de aceites de arbustos conocidos, el restante 10 % es una mezcla de más de 300 constituyentes principalmente monoterpenoides y sesquiterpenoides aromáticos (Mabry y Bohnstedt 1981; Xue et al., 1988). Además un gran número de sustancias, el vinilo y el metilacetona contribuyen significativamente a la característica de *Larrea Tridentata*. También se han identificado tres esteroides comunes: campesterol, estigmasterol y sitosterol, así como saponinas que representan menos del 1% del peso seco (Mabry y Bohnstedt 1981). Algunos alcaloides han sido aislados de la corteza y de las raíces, pero no de las hojas y flores (Lara y Márquez, 1996).

En términos generales *Larrea tridentata* tiene gran cantidad de lignanos como el NDGA, que se deposita en la superficie de las hojas (Mabry y Bohnstedt, 1981). Se encontró que el NDGA es 80% de todos los fenoles en la resina. Un estudio sobre la distribución de compuestos fenólicos secundarios encontró las flores, hojas, tallos verdes y pequeños tallos leñosos contienen NDGA, con concentraciones más altas en hojas (38,3 mg / g) y tallos verdes (32,5 mg / g) (Hyder et al., 2002).

Ácido Nordihidroiguayaretico (NDGA)

El ácido Nordihidroiguayaretico o NDGA (por sus siglas en inglés) es uno de los principales compuestos fenólicos de *Larrea tridentata* o gobernadora. Es un metabolito secundario con grandes capacidades antioxidantes. Este lignano posee varias propiedades

benéficas, ha sido utilizado en el tratamiento del síndrome de Sjogren-Larsson, un trastorno neurocutáneo severo (Willensen, 2000). Este es el único uso clínico reportado. Este lignano modula la expresión de la sintetasa de óxido nítrico endotelial de manera in vitro, por lo cual podría tener implicaciones en el tratamiento de cardiopatías (Ramasamy et al., 1999) y también reduce la hipertensión arterial en ratas inducida por fructosa (Gowri et al., 1999).

HIPÓTESIS

La inclusión de la planta molida de *L. tridentata* en dietas para corderos en finalización mejora la eficiencia de alimentación, ganancia de peso, calidad de la canal y funciona como coccidiostático.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de la inclusión en la dieta de 5 y 10% de *L. tridentata* en corderos en finalización sobre los cambios de peso vivo, características de canal, así como evaluar sus efectos como coccidiostato.

Objetivos específicos

1. Medir ganancia de peso vivo en ovinos alimentados con 0, 5 y 10% de *L. tridentata*.
2. Medir los cambios provocados en conteo de oocistos y conteo de protozoarios por el consumo de *L. tridentata*.
3. Evaluar si el consumo *L. tridentata* mejora la calidad de la canal

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, ubicadas en el Km. 14.5 de la Carretera S.L.P. – Matehuala, Ejido “Palma de la Cruz” Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., México.

Material vegetal

Plantas completas de *L. tridentata* fueron recolectadas en campos abiertos del municipio de Soledad de Graciano Sánchez, estado de San Luis Potosí. Su identificación se realizó con base en las características de la planta descritas por Vázquez et al. (1999) y validadas por un botánico experto del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas. Se recolectó la planta completa (raíz, tallo y hojas). Posteriormente, se deseco a temperatura ambiente para ser triturada con un molino de criba para forraje.

Animales, alimentación y alojamiento

Se seleccionaron 21 corderos machos de la raza Rambouillet, sin castrar, destetados de aproximadamente 2 meses de edad. Fueron alojados individualmente en jaulas metabólicas con sombra, equipadas con bebederos y comederos. Los animales fueron sometidos a un periodo de adaptación de 15 días, en los que fueron alimentados con heno de alfalfa. En este periodo, se distribuyeron aleatoriamente en 3 grupos de 7 animales cada uno (0, 5 y 10% de *L. tridentata* de la dieta completa) y posteriormente se les cambio el alimento de manera gradual, por una dieta experimental. Previo al experimento, los animales fueron sometidos a tratamientos sanitarios preventivos que constarán de desparasitación y vacunación contra enfermedades endémicas de la región.

Las dietas constarán de una ración totalmente mezclada para cordero en finalización de acuerdo al NRC (1985). El alimento y el agua serán ofrecidos diariamente a libre acceso. El periodo de ceba constará de 60 días.

Cuadro 1.- Análisis calculado de las dietas de corderos suplementados con *Larrea tridentata* con diferentes tratamientos.

Nutrientes	Control	5%	10%
MS (%)	89	90	93
PC (%)	14.87	17.64	18.66
EE (%)	3.49	3.16	3.5
FDN	88	89.2	93.53
FDA	88	89.2	93.53
Cenizas	19.41	21.14	11.73

MS (%) Porcentaje de materia seca, PC (%) Porcentaje de proteína cruda, EE (%) Porcentaje de extracto etéreo, FDN Fibra detergente neutra, FDA Fibra detergente acida. Control, tratamiento testigo, 5% (Inclusión de 5% de *Larrea tridentata* en la dieta para finalización de corderos, 10% (Inclusión de 10% de *Larrea tridentata* en la dieta para finalización de corderos).

Desempeño productivo

La ganancia de peso y consumo de alimento de los corderos fue registrado cada semana desde el inicio del experimento hasta su finalización.

Características ruminales

Se realizó un conteo de protozoarios con la finalidad de observar la interacción de los compuestos fenólicos de *Larrea tridentata* a través del conteo de protozoarios totales, para lo cual se tomaron muestras de líquido ruminal cadavéricos de cada cordero utilizado en el experimento utilizando un conservador y fijador de protozoarios para su posterior análisis. Utilizando un microscopio, y la técnica de McMaster para el conteo de microorganismos, se observó el número de protozoarios totales por ml de líquido ruminal, esos resultados fueron multiplicados por 50 obteniendo así los datos necesarios para su posterior análisis.

Conteo de Oocistos

Se realizó un conteo de oocistos a través de colectas de excretas directamente de ano con guantes de látex llevándose al laboratorio para su posterior análisis, conservándose a temperaturas de 4 grados centígrados durante 2 días y posteriormente utilizando la técnica de Mac master para el conteo de oocistos, que consiste en sumergir la muestra en solución salina al 5 % revolverla y después llevarla al microscopio para su posterior observación y conteo. Después en la libreta de campo se anotó el número de oocistos contados por el mismo observador y se multiplico por 50 obteniendo así los datos para el posterior análisis.

Características de canal

Al finalizar el periodo de ceba de 60 días, los corderos fueron sacrificados de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014 (SEGOB, 2014). Después de haber sido sacrificado y desangrado, se retiró la cabeza, patas, piel, y vísceras, excepto riñones. El peso de la canal fue registrado inmediatamente y se refrigero durante 24 horas a 4° C. Posteriormente se registró el peso de la canal fría. Con el peso del animal al sacrificio, se calculó el rendimiento de la canal caliente y fría. Después de registrar el peso de la canal caliente, la clasificación y conformación de la canal se realizará de acuerdo con la norma oficial mexicana NMX-FF-106-SCFI-2006 (SEGOB, 2006).

Diseño Experimental y Análisis estadístico

Los datos fueron analizados como un diseño completamente al azar utilizando el procedimiento de Mixed de SAS (2004), cuando se encontraron diferencias entre medias se utilizó una prube de Tukey (SAS, 2004)

RESULTADOS

Se puede observar en la Cuadro 2 que en cuanto a ganancia de peso hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) con mayor ganancia total de peso para el tratamiento control. Sin embargo, en ganancia diaria de peso no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos. Para el peso final fue mayor ($P < 0.05$) para el tratamiento control, los pesos finales de los tratamientos con *L. tridentata* fueron similares ($P > 0.05$). El consumo de alimento fue mayor ($P < 0.05$) en el tratamiento control comparado con los tratamientos con *L. tridentata*, donde los consumos fueron similares ($P > 0.05$).

Cuadro 2. Medias de variables productivas, conteo de oocistos, protozoarios y pH ruminal de corderos de los diferentes tratamientos.

Variables	Control	5%	10%	EEM
productivas				
Peso Inicial (kg)	22.3 ^a	21.4 ^a	20.8 ^a	1.33
Ganancia diaria de peso (Kg)	0.31 ^a	0.27 ^a	0.29 ^a	0.02
Ganancia Total (Kg)	18.6 ^a	16.2 ^b	17.4 ^b	1.84
Consumo diario de Alimento (Kg)	1.4 ^a	1.2 ^b	1.1 ^b	0.15
Conversión	4.5	4.4	3.7	0.1
Peso Final (kg)	40.9 ^a	37.6 ^b	38.2 ^b	1.55
Oocistos/g de h Log⁽¹⁰⁾	12455 ^c	7461 ^a	8531.4 ^b	57.13
Conteo de protozoarios	11892.9 ^a	6435.7 ^b	5285.7 ^b	0.02

pH L-R	6.4 ^a	6.4 ^a	6.3 ^a	0.161
---------------	------------------	------------------	------------------	-------

^{ab}Medias con diferente literal entre columnas son diferentes estadísticamente (P<0.05). Control: 0% *Larrea tridentata*, 5% Inclusión de 5% de planta completa de *Larrea tridentata*, 10% Inclusión de 10% de planta completa de *Larrea tridentata*, (pH L-R) pH liquido ruminal.

Para el conteo de oocistos el tratamiento con 5% de *L. tridentata* fue menor (P<0.05) que los otros tratamientos (Cuadro 2). El tratamiento control tuvo mayor (P<0.05) cantidad de protozoarios que los otros tratamientos. Los valores de pH ruminal fueron similares (P>0.05) en los tres tratamientos.

En la tabla 3 se muestran las características de la canal evaluadas, el peso de la canal fría, peso de la canal caliente y longitud de la canal fue mayor (P<0.05) para el tratamiento control. Para el perímetro del lomo para el tratamiento control y el tratamiento con 10% de inclusión de *L. tridentata* fue similar (P>0.05) y ambos fueron mayores (P<0.05) que el tratamiento con 5% inclusión de *L. tridentata*. Para el caso de temperatura de la canal, pH de la canal, perímetro de grupa, ancho de grupa, perímetro de tórax, ancho de tórax, piel de tórax, grasa dorsal y área de lomo no hubo diferencias significativas (P<0.05) entre los tres tratamientos evaluados.

Cuadro 3. Medias de las características de la canal con los diferentes tratamientos.

Características de la canal	Control	5%	10%	EEM
PCc	22.28 ^a	18.32 ^b	18.43 ^b	0.10
PCf	22.06 ^a	18.14 ^b	18.24 ^b	0.10
TC Centígrados	21.88 ^a	21.67 ^a	21.70 ^a	0.78
pH-C	5.75 ^a	5.69 ^a	5.60 ^a	0.27
Lc	80.85 ^a	75.57 ^b	72.14 ^b	0.16

Pl	43.28 ^a	36.28 ^b	39.71 ^a	0.46
Pg	63.28 ^a	59.07 ^a	63.42 ^a	0.07
Ag	16.71 ^a	16.28 ^a	16.14 ^a	0.23
Pt	83.14 ^a	80.35 ^a	79.00 ^a	0.08
At	16.28 ^a	15.85 ^a	15.92 ^a	0.72
PIT	35.28 ^a	31.71 ^a	33.14 ^a	0.23
Gd	3.00 ^a	2.07 ^a	2.42 ^a	0.15
Al	37.14 ^a	15.32 ^a	17.96 ^a	0.21

^{ab}Medias con diferente literal entre columnas son diferentes estadísticamente (P<0.05).

Control: 0% *Larrea tridentata*, 5% Inclusión de 5% de planta completa de *Larrea tridentata*, 10% Inclusión de 10% de planta completa de *Larrea tridentata*. (PCc) Peso de la canal caliente, (PCf) Peso de la canal fría, (TC Centígrados) Temperatura de la canal en centígrados, (pH-C) pH de la canal, (Lc) Longitud de la canal, (Pl) Perímetro del lomo,(Pg) Perímetro de la grupa,(Ag) Ancho de la grupa, (Pt) Perímetro del tórax ,(At) Ancho del tórax ,(PIT) Piel del tórax ,(Gd) Grasa dorsal ,(Al) Área del lomo.

Discusión

Existen pocos estudios con *L. tridentata* con animales productores de carne *in vivo* y en especial en ovinos, en los cuales los metabolitos secundarios de la planta podrían ejercer un efecto favorable sobre los microorganismos del rumen (Patra y Yu, 2013; Patra et al., 2006). En este estudio se observó que con la inclusión de *L. tridentata* disminuyó el contenido de protozoarios. En este estudio los animales no mostraron sintomatología de hepatotoxemia o nefropatía, aunque no se realizaron cortes histológicos para determinar daño renal o hepático, esto coincide con Aguirre et al. (2016), el cual en un estudio realizado en ratones demostró que a dosis de 1.5 g/kg de extracto acuoso de *L. tridentata* los animales no mostraron sintomatología de hepatotoxemia y de nefropatía. En otro estudio realizado por Erzoz et al. (2011) en ovejas productoras de leche tratadas con compuestos fenólicos, se demostró que estos compuestos incrementan la acidez de la leche mejorando la calidad de la leche a dosis máximas de 10% en la dieta, en este mismo estudio se demostró que los componentes fenólicos tienen acción antimicrobiana disminuyendo las cargas parasitarias en ovejas lactantes, lo cual concuerda con lo encontrado en este estudio. En otro estudio realizado por Portilla et al. (2008) en ratas dosificadas con 1ml de infusión oral de extracto de *L. tridentata* donde se indujo urolitiasis se demostró que no hubo efecto sobre los urolitos pero tampoco efecto negativo sobre la ganancia de peso, lo cual concuerda con lo encontrado en este estudio en el cual en las ganancias de peso no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos de 5 y 10% de *L. tridentata* en comparación con el testigo.

Es importante mencionar que la cantidad de oocistos disminuyó con los tratamientos de *L. tridentata*, lo anterior puede ser atribuible a la utilización de planta completa de *L. tridentata* en la dieta y a una serie de compuestos de la planta, entre los cuales destacan el lignano fenólico ácido nordihidroguayaretico (NDGA), por ser el principal componente activo de la planta. El NDGA, induce apoptosis en muchos tipos de células. Mejor conocido como inhibidor de la enzima lipoxigenasa (LOX). Varios mecanismos

han sido propuestos para la inducción de apoptosis celular incluyendo disminución de la glutatión, reacción de peroxidación y estrés mitocondrial (Biswal et al., 2000). La mezcla de compuestos de *L. tridentata* tuvieron acción antimicrobiana en especial antihelmíntica en los ovinos disminuyendo la carga parasitaria de los mismos y mejorando la integralidad intestinal de los ovinos del presente estudio, se sugiere continuar con el estudio como antihelmíntico en rumiantes.

Conclusión

La utilización de la Gobernadora *L. tridentata* en dietas para ovinos mostró una menor ganancia de peso final. Sin embargo, puede ser una opción viable en la producción de carne ya que mostró actividad importante como coccidiostato sin alterar las características de la canal.

Literatura citada

- Abbott, B.J., Leiter, J., Hartwell, J.L., Perdue, R.E Jr., Schepartz, S, A. 1966. Screening data from the cancer chemotherapy National Service Center Screening Laboratories. XXXIV. Plant extracts. *Cancer Res*; 26 : pp 761–935.
- Aguirre, L.S., García, L.J.C., Pinos, J.M., Yañez, E.L., Lopez, H.Y. 2016. Chemical Characterization and Oral Toxicity of and Aqueous Extract of *Larrea tridentata*. *Journal of natural products and resources*; pp 79-82.
- Andrade, A.C, Cárdenas, R, Arteaga, S. 2005. *Larrea tridentata* (Creosote bush), and abundant plant of Mexican and US-American deserts and its metabolite nordihydroguaiaretic acid. *Journal of Ethnopharmacology*; 98: pp 231-239.
- Andrade, R, E., Martínez, C, A, R., Castelán O, O, A. 2012. Producción de metano utilizando plantas taníferas como substrato en fermentación ruminal in vitro y efecto de extractos fenólicos en la microflora ruminal. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*; 15: pp 301 – 312.
- Arai, S. 1997. *Nippon Yakurigaku Zasshi*; 110: 1; pp 7-10.
- Arai, S. 2002. Global view on functional foods: Asian perspectives. *Br J Nutr*; 88: pp 139-143.
- Argueta. 1994. Atlas of the Traditional Mexican Medicinal Plants, vol. II. V. (Ed.) National Indigenous Institute, México; pp 669–670.
- Arteaga, C, J, D. 2012. Mensaje institucional en el acto Inaugural del VII Foro Ovino del Estado de México. INIFAP. ICAMEX.
- Arteaga, S., Carmona, A., Luis, J., Andrade, C, A., Cárdenas, R. 2005. Effect of *Larrea tridentata* (creosote bush) on cholesterol gallstones and bile secretion in hamsters. *J Pharm Pharmacol*; 57: pp 1093-1099.
- Bennett, E, L., Nbonner, J. 1953. Isolation of plant growth inhibitors from *Thamnosma montana*. *Amer J Bot*; 40: p 29.

- Bennett, E, L., Nbonner, J. 1953. Isolation of plant growth inhibitors from *Thamnosma montana*. Amer J Bot; 40: p 29.
- Bijlani, R, L. 1985. Dietary fibre: consensus and controversy. Prog Food Nutr Sci; 9: pp 343-393.
- Biswal, S,S., Datta, K., Shaw, S,D., Feng, X., Robertson, J,D., Kehrer, J,P. 2000. Glutathione oxidation and mitochondrial depolarization as mechanisms of Nordihydroguaiaretic acid-induced apoptosis in lipoxygenase-deficient FL5 12 cells. Toxicology science; 53: pp 77-83.
- Blanco F, J., Medel P. 2008. Flujo real, análisis, e innovaciones tecnológicas para la minimización de la contaminación cruzada. Imas de Agroalimentaria, Universidad Alfonso X El Sabio. Barcelona: VI Seminario de fabricación de piensos compuestos.
- Brent, J. 1999. Three new herbal hepatotoxic syndromes. Journal of Toxicology and Clinical Toxicology; 37: pp 715–719.
- Caja, G, E., González, C., Flores, M,D., Carro., Albanell, E. 2003. Alternativas a los antibióticos de uso alimentario en rumiantes: Probióticos, enzimas y ácidos orgánicos. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Calsamiglia, S. 2007. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas para rumiantes. XV Curso de Especialización Avances en Nutrición y Alimentación Animal, FEDNA.
- Cancho, G, B., García, F, M, S., Simal, G, J. El uso de los antibióticos en la alimentación animal: Perspectiva actual. Departamento de Química Analítica y Alimentaria. Facultad de Ciencias Campus de Ourense. Universidad de Vigo. E-32004 Ourense.
- Chesson, A., Forsberg, C,W. 1997. The Rumen Microbial Ecosystem, 2º Ed. Uk.
- Comité Estatal del Sistema Producto Ovinos de Estado de San Luis Potosí. 2011. Plan Rector del Sistema Producto Ovino del Estado de San Luis Potosi.
- Conabio.2012. Ficha técnica de *Larrea tridentata*, zygothylaceae. Publicado; Contr. U.S. Natl. Herb; 4:75. 1893.

- De La Torre, A., Debiton, E., Juaneda, P., Durand, D., Chardigny, J. M., Barthelemy, C., Bauchart, D., & Gruffat, D. 2006. Beef conjugated linoleic acid isomers reduce human cancer cell growth even when associated with other beef fatty acids. *Br J Nutr*; 95: pp 346-352.
- Delzenne, N, M., Kok, N. 2001. Effects of fructans- type prebiotics on lipid metabolism. *Am J Clin Nutr*; 73: pp 456-458.
- Echavarría, Ch. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano. I Vegetación nativa. *Técnica Pecuaria México*; 44(2): pp 203-217
- Ersöz, E., Özer, K., Oktay, Y., Açu, M. 2011. Effect of phenolic compounds on characteristics of strained yoghurts produced from sheep milk. Department of Dairy Technology, Faculty of Agriculture, Ege University, Bornova, Turkey. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 6(23); pp 5351-5359.
- Esqueda C, M, H., Gutiérrez, R, E. 2009. Producción de ovinos de pelo bajo condiciones de pastoreo extensivo en el norte de México. Libro Técnico No. 3. Centro de Investigación Regional del Norte Centro. INIFAP.
- FAO. 2013. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/home.html>.
- Favela, H, J. 2012. Aislamiento y caracterización de los compuestos antibacterianos antituberculosos de *Larrea tridentata*, determinación de su toxicidad y mecanismo de acción del compuesto más activo.
- Febres, O, A. 2007. Propiedades físicas y químicas del rumen. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*; 15: pp 133-140.
- Forsberg, C,W., Cheng, K,J. 1992. *Biotechnology and Nutrition*. Butterworth Heinemann, Stoneham; pp 107-147.
- García, C, L., Martínez, A, R., Ortega, J, L, S., Castro, F, B.2010. Chemical components and their relation with biological activities of some plant extracts. *Química Viva*; 2(9).
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climático de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. México, D. F. Instituto de Geografía. UNAM.

- Gnabre, J, N., Ito, Y., Ying, M., Ru, C, H. 1996. Isolation of anti-HIV-1 lignans from *Larrea tridentata* by counter-current chromatography. *J Chromatogr A*; 719: pp 353–364.
- Gnabre, J., Huang, R, C, C., Bates, R, B., Burns, J, J., Caldera, S., Malcomson, M,E., McClure, K, J.1995. Characterization of anti-HIV lignans from *Larrea tridentata*. *Tetrahedron*; 51(45): pp 12203–12210.
- Gómez, A, R. 1990. Técnicas para medir microbiota ruminal en Manual de técnicas de investigación en Rumiología; pp 57-93.
- Gómez, M, J. 2013. Red de valor para la industria de la carne ovina en México: Integración Productiva. Memoria del I Foro Panamericano Ovino. Santiago de Querétaro, Qro.
- González, G, R., Blardony R, K., Ramos J, J, A., Ramírez H, B., Sosa R., Gaona P,M. 2013. Rentabilidad de la producción de carne de ovinos Katahdin x Pelibuey con tres tipo de alimentación. *Avances en Investigación Agropecuaria*: 17; pp 135-148.
- González., Caceres, O. 2012. Valor nutritivo de árboles, arbustos y otras plantas forrajeras para los rumiantes. Estación experimental de pastos y forrajes, España. Ed 5.
- Gowri, M., Reaven, G., Azhar, S. 1999. Masoprocol lowers blood pressure in rats with fructose-induced hypertension. *American Journal of Hypertension*; 12; pp 744–746.
- Gowri, M., Reaven, G., Azhar, S. 1999. Masoprocol lowers blood pressure in rats with fructose-induced hypertension. *American Journal of Hypertension*; 12: pp 744–746.
- Hamilton, M, J, M. 2003. The role of probiotics in the treatment and prevention of *Helicobacter pylori* infection. *Int J Antimicrob Agents*; 22: pp 360-366.
- Hasler, C, M., Bloch, A, S., Thomson, C, A., Enrione, E., Manning, C. 2004. Position of the American Dietetic Association: Functional foods. *J Am Diet Assoc*; 104: pp 814-826.
- Hawksworth, J. 2006. The world in 2050. Price wáter house Coopers.
- Hyder, P., Fredrickson, E,L., Rick, E., Estell, R., Tellez, M., Gibbens, R. 2002. Distribution and concentration of total phenolics, condensed tannins, and nordihydroguaiaretic acid (NDGA) in creosote bush (*Larrea tridentata*). *Biochemical Systematics and Ecology*; 30: pp 905–912.

INEGI. 2016. Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2016. Unidades de producción con uso de tecnología en ganado ovino, según tipo de tecnología empleada por entidad y municipio.

Jacobson, M. 1958. Insecticides from plants. A review of the literature, 1941-1953. Agr Handbook No.154, USDA; p 299.

Kaufmann, W. 1976. Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH-regulation in the rumen and on feed intake in ruminants. Livestock Production Science; 3(2): pp 103-114.

Lambert, J. D., Sang, S. M., Dougherty, A., Caldwell, C. G., Meyers, R. O., Dorr, R. T., Timmermann, B. N. 2005. Cytotoxic lignans from *Larrea tridentata*. Phytochemistry: 66(7); pp 811-5.

Lambert, J. D., Zhao, D., Meyers, R. O., Kuester, R. K., Timmermann, B. N., Dorr, R. T. 2002. Nordihydroguaiaretic acid: hepatotoxicity and detoxification in the mouse. Toxicology; 40(12): pp1701–1708.

Lara, F., Márquez, C. 1996. Medicinal Plants from Mexico: Composition, Uses and Biological Activity. UNAM, México; pp 59–61.

Lü, J. M., Nurko, J., Weakley, S.M., Jiang, J., Kougiyas, P., Lin, P.H., Yao, Q., Chen, C. 2010. Molecular mechanisms and clinical applications of nordihydroguaiaretic acid (NDGA) and its derivatives: an update. Med Sci Monit; 16(5): pp 93-100.

Luo, Z., Meksuriyen, D., Erdelmeier, C. A. J., Fong, H. H. S., Cordell, G. A. 1988. Larreantin, a novel, cytotoxic naphthoquinone from *Larrea tridentata*. J Org Chem; 53(10): pp 2183–2185.

Mabry, T., Bohnstedt, Ch. 1981. Larrea: a chemical resource. In: Campos, L.E., Mabry, J.J., Fernández, T.S. (Eds.), Larrea. CONACYT, México; p 232.

Manrique, P. V. 2011. Contaminación cruzada por antibióticos y coccidiostáticos en fábricas de piensos. Miproma alimentación y aditivos S.L.

Martínez, J. A., Sánchez, F. 2007. Mecanismos de acción de los antibióticos. Servicio de enfermedades infecciosas hospital clínica Barcelona España.

- Mazzio, E, A., Soliman, K, F.2009. In vitro screening for the tumoricidal properties of international medicinal herbs. *Phytother Res*; 23(3): pp 385-98.
- McSweeney, C., Mackie, R. 2012. Microorganisms and ruminant digestion: State of knowledge, trends and future prospects. Commission on genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Background study paper No. 61. URL: <http://www.fao.org/docrep/016/me992e/me992e.pdf>
- Milner, J, A. 2002. Functional foods and health: a US perspective. *Br J Nutr* 88 Suppl; 2: pp 151-158.
- National Research Council. 1985. Nutrient Requirements of Sheep. Sixth Revised Edition. National Academy Press, Washington, D.C. USA.
- Partida, P, J, A. 2009. Uso del cruzamiento en ovinos para la producción de carne de alta calidad. Querétaro, Qro. México: Folleto Técnico No. 3 INIFAP. ISBN; pp. 978-607-425-157-9. 59.
- Patra, A, K., Kamra, D, N., Agarwal, N. 2006. Effect of plant extracts on in vitro methanogenesis, enzyme activities and fermentation of feed in rumen liquor of buffalo. *Animal Feed Science and Technology*, 128: pp 276–291.
- Patra, A, K., Yu, Z. 2013. Effective reduction of enteric methane production by a combination of nitrate and saponin without adverse effect on feed degradabilityfermentation, or bacterial and archaeal communities of the rumen. *Bioresource Technology*; 148: pp. 352–360.
- Pérez, L, H.2006. Neutraceuticos: componente emergente para el beneficio de la salud. Instituto cubano de investigación sobre los derivados de la caña de azúcar; pp 20-28.
- Pérez, P, P., Calderón, P, J., Tapia, A, R. 2003. Antioxidant activity of extracts, fractions and compounds isolated from the plant *Larrea tridentata*. Universidad Autónoma de Iztapalapa. México, D.F. p 44.
- Portilla, B, E., Ramos, L., Aguilar, A., Ramos, A., Martínez, G., Cárdenas, A., Rodríguez, R., Lea , C. 2008. *Larrea tridentata* en urolitiasis. Efecto en un modelo no metabólico en ratas. División de Investigación Quirúrgica Centro Universitario de

Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Herbario Medicinal, Coordinación de Investigación Médica, Distrito Federal, México Bioterio.

PROGAN. 2010. Programa Nacional Ganadero. SAGARPA. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Programas/Paginas/PROGRAM.aspx>

Ramasamy, S., Drummond, G., Ahn, J., Storek, M., Pohl, J., Parthasarathy, S., Harrison, D., 1999. Modulation of endothelial nitric oxide synthase by nordehydroguaiaretic acid, a phenolic antioxidant in cultured endothelial cells. *Molecular Pharmacology*; 56: pp116–123.

Ravindran, V.2010. Aditivos en la nutrición animal presente y futuro, Institute of food, nutrition and human health. XXVI Cursos de especialización FEDNA. Madrid.

Roberfroid, M, B. 2000. Concepts and strategy of functional food science: the European perspective. *Am J Clin Nutr* 71: pp 1660-1664

Roberfroid, M, B. 2001. Prebiotics: preferential substrates for specific germs? *Am J Clin Nutr* 73: pp 4406-4409.

Roberfroid, M, B. 2002. Global view on functional foods: European perspectives. *Br J Nutr* 88 Suppl 2: pp 133-138.

Ross, I, A. 2005. Medicinal Plants of the World: Chemical Constituents, Traditional and Modern Medicinal Uses. Humana Press.V3. Totowa, New Jersey. ISBN: 1-59259-887-0; pp 263-270

Ross, S. 2000. Functional foods: the Food and Drug Administration perspective. *Am J Clin Nutr* 71: pp 1735- 1738.

Rubiano, S, L, A. 2006. Alimentos funcionales una alternativa de alimentación. Universidad de los Llanos, Colombia.

Ruiz, M, J., Ascacio, J, A., Rodriguez, R., Morales, D., Aguilar, C, N. 2011. Phytochemical screening of extracts from some Mexican plants used in traditional medicine. *J. Med. Plant. Res.* 5(13): pp 2791-2797.

SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2016.

- SAGARPA. 2013. Producción de carne ovina. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal.
- Saldivar, R, H, L., Suarez, M, H. 2008. Natural compounds having antimicrobial.
- SAS Institute Inc. 2004. SAS/STAT® 9.1 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Schrezenmeir, J., Vrese, M. 2001. Probiotics, prebiotics, and synbiotics—approaching a definition. *Am J Clin Nutr* 73: pp 361-364.
- SEGOB.2006. NMX-FF-106-SCFI-2006. Diario oficial de la Federación. Secretaria de Gobernación.
- SEGOB.2014. NOM-033-SAG/ZOO-2014. Diario oficial de la Federación. Secretaria de Gobernación.
- Segura, J, J.1978 Effects of nordihydroguaiaretic acid and ethanol on the growth of *Entamoeba invadens*. *Arch Invest Med (Mex)*; 1: pp 157–162.
- Silveira, R, M. 2003. Alimentos Funcionales y Nutricion Optima ¿cerca o lejos?. Servicio de endocrinología y Nutricion. Hospital Universitario de Getafe. Madrid; p15.
- Smith, A. 1994. Cystic renal cell carcinoma and acquired renal cystic disease associated with consumption of chaparral tea: a case report. *Journal of Urology* 152, pp 2089–2091.
- Suarez, A. 2015. Defaunación en bovinos: Breve discusión. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias (Colombian journal of animal science and veterinary medicine)* 10 (2): pp 104-107.
- Timmermann, B, N.2002 .Cytotoxic lignans from *Larrea tridentata*. *Phytochemistry*; 66(7): p 811
- Vanden, D, M., Veereman, W, G. 2002. Functional foods in pediatrics. *Acta Gastroenterol Belg*; 65: pp 45-51.
- Vazque, Y.1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO, Instituto de Ecología. UNAM.
- Verschuren, P, M. 2002. Functional foods: scientific and global perspectives. *Br J Nutr* 88 Suppl; 2: pp 125-130.

Willensen, M. 2000. 5-Lipoxygenase inhibition: a new treatment strategy for Sjogren-Larsson syndrome. *Neuropediatrics*; 31: pp 1–3.

Xue, H., Lu, Z., Konno, C., Soejarto, D., Cordell, G., Fong, H., Hodgson, W.1988. 3-(3,4-Dihydroxycinnamoyl)-erythrodiol and 3-(4-hydroxycinnamoyl)-erythrodiol from *Larrea tridentata*. *Phytochemistry*; 27: pp 233–235.

Zamora, J. M., Mora, E, C.1985.Cytotoxic, antimicrobial and phytochemical properties of *Larrea tridentate* Cav. *Diss Abstr Int B*; 45(12): pp 3809–3810.



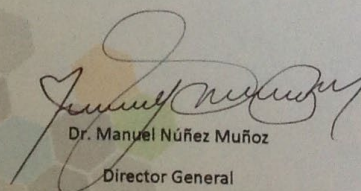
León, Guanajuato a 17 de Noviembre de 2017

Facultad de Agronomía y Veterinaria
Centro de Investigación y Estudios de Posgrado
Maestría en Producción Agropecuaria

Por este medio reconocemos la importancia práctica de los trabajos de tesis realizados en la Maestría en Producción Pecuaria de su Facultad, tal es el caso de la tesis "**Evaluación de *Larrea tridentata* (Gobernadora) como alimento funcional en la finalización de corderos**" tesis realizada por el alumno **Daniel Andrés Faz Colunga**. La información generada en esta tesis nos ayudará a comprender desde el punto de vista nutricional como algunos aditivos no convencionales como los extractos de plantas ayudan a mejorar los parámetros productivos y otras variables a nivel ruminal que son muy importantes en la producción de ovinos en nuestro país.

Se necesita más información de este tipo para conocer los mecanismos fisiológicos por los cuales algunos prebióticos y probióticos mejoran la salud intestinal y promueven un mejor estado de salud y producción en ovinos.

Cordialmente



Dr. Manuel Núñez Muñoz
Director General

PUERTO DE GIBRALTAR 207 COL. ARBIDE, CP 37360, LEON, GUANAJUATO, MEXICO
nutricionygeneticasaludable@gmail.com
Tel. 01 477 514 72 10

Anexo 1.- Carta de empresa productora de alimentos.

Ciudad del Maíz, SLP

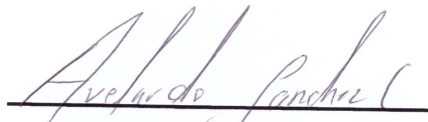
13/11/2017

IAZ Abelardo Sánchez Collazo productor de ovinos del municipio de Ciudad del Maíz.

A quien corresponda:

Por medio de la presente declaro que el IAZ Daniel Andrés Faz Colunga, estudiante de la Maestría en Producción Agropecuaria de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, me presento su trabajo de tesis en formato de un tríptico titulado *Larrea tridentata*: una alternativa para el control de coccidias en borregos que se deriva de su trabajo de tesis titulada "Evaluación de *Larrea tridentata* (Gobernadora) como alimento funcional en la finalización de corderos", el cual me sirvió para aprovechar las condiciones del terreno del cual soy propietario ya que cuenta con gran cantidad de "Gobernadora" para poder aprovecharla en la alimentación y finalización de corderos con la inclusión de esta planta para la eliminación de los coccidios y así mejorar las condiciones de salud de mis borregos.

Sin más por el momento, agradezco la atención prestada al presente documento.



IAZ y Productor de ovinos Abelardo Sánchez Collazo

Anexo 2.-Carta de productor beneficiado por la información.