

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

División de ciencia animal



**UTILIZACIÓN DE ZEOLITA (CLINOPTILOLITA) EN DIETAS DE OVINOS
SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y NIVEL DE N EN EXCRECIONES
FECALES.**

Por

Edwin Antonio Morales Ramírez

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener
El título profesional de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2011

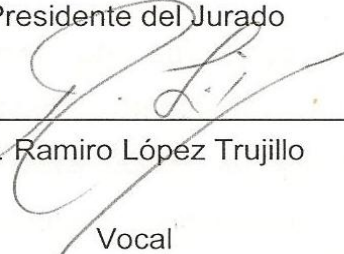
UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

UTILIZACIÓN DE ZEOLITA (CLINOPTILOLITA) EN DIETAS DE OVINOS SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y NIVEL DE N EN EXCRECIONES FECALES.

Tesis presentada por **Edwin Antonio Morales Ramírez** como requisito parcial para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista ante el jurado examinador siguiente:

Presidente del Jurado



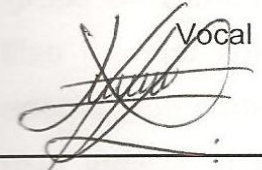
Dr. Ramiro López Trujillo

Vocal



Dr. Roberto García Elizondo

Vocal



M.C. Bulmaro Méndez Arguello

Vocal



Ing. Jesús León Coronel

El Coordinador de la división de ciencia animal

Alma Terra Mater



Dr. Ramiro López Trujillo

Buenavista, saltillo, Coahuila, México



AGRADECIMIENTOS

Primeramente a mi **Alma Mater** por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios superiores.

A mis asesores:

Dr. Ramiro López Trujillo, por su colaboración y apoyo en la realización de este trabajo.

Dr. Roberto García Elizondo, por el apoyo y revisión del presente trabajo.

Al M.C. Bulmaro Méndez Arguello, por sus consejos, empeño y tiempo dedicado a este trabajo.

Al Ing. Jesús León Coronel, por su apoyo, tiempo y seguimiento brindado durante la realización de este trabajo.

A la L.C.N. Laura Maricela Lara López laboratorista de reproducción animal por su valioso apoyo en la preparación y análisis de muestras analizadas en este experimento.

Al grupo de **Banda de guerra y Escolta** por haberme aceptado en sus filas y portar con gran orgullo los colores de mi Universidad, quien además fue parte de mi formación como persona, por la disciplina que esta implica al ser integrante de dicho grupo, a mis compañeros y amigos (Emilio, Ervin, Juan, Froy, Alejandro, Erick, Daniela, Esmeralda). Y demás integrantes.

Al **Ing. Miguel Ángel Briseño De León**, instructor, por su amistad, consejos y apoyo brindado durante mis estudios y estancia como integrante de este importante grupo cívico.

DEDICATORIA

Con mucho cariño para mis padres:

Ma. Trinidad Ramírez Sánchez

Raúl Morales Castro

Por haberme brindado su confianza al creer en mí para que yo pudiese superarme profesionalmente y quienes son mi ejemplo a seguir, por el apoyo incondicional, consejos y el empeño que pusieron en mí para que pudiese realizar este sueño.

A mis hermanos

Montserrat

Carlos

Kevin

Con quienes he compartido grandes momentos, por su apoyo y cariño, a mis abuelos José Isabel Ramírez Neri[†], quien fue una gran persona para mí, por sus valiosos consejos, que en donde quiera que se encuentre va dedicado este trabajo con mucho cariño para él y Eziquia Sánchez Mendoza.

A mi novia **Elenita** por su cariño y apoyo incondicional.

A mis amigos compañeros de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista y de otras especialidades con quienes compartí grandes momentos.

Sixto, Norberto, Alfredo, Rolando, Luis, Raúl, Cinthya, Jaime, Abdiel, Tere, Rodrigo, por mencionar algunos y los que me faltan gracias por brindarme su amistad.

Índice

ÍNDICE DE CUADROS	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. Revisión de Literatura.....	3
2.1. Sistemas de explotación de ovinos en México	3
2.2. Engorda de ovinos en nuestro país.....	4
2.2.1. Los ovinos en México.....	4
2.3. La importancia de la proteína en la alimentación de los ovinos	6
2.4. Contaminación ambiental por excreciones fecales de rumiantes	8
2.5. Aditivos no nutricionales usados en la alimentación de ovinos.....	9
2.5.1. Aditivos	9
2.5.2. Categorías de aditivos para la alimentación animal	10
2.5.3. Ácidos orgánicos.....	11
2.5.4. Aditivos enzimáticos.....	11
2.5.5. Extractos vegetales.....	12
2.6. Utilización de zeolita en la alimentación de bovinos	12
2.6.1. Zeolita	12
2.6.2. Clases de zeolita.....	12
2.7. Utilización de zeolita en la alimentación ovina.....	15
2.8. HIPOTESIS.....	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1. Ubicación del área de estudio	18
3.2. Análisis bromatológico	19
3.3. Análisis estadístico.....	20
4. RESULTADOS	21
4.1. Comportamiento productivo	21
4.2. Nivel de N en heces	22
5. DISCUSIÓN	23
5.1. Comportamiento productivo	23
5.2. Niveles de nitrógeno en heces	24
6. CONCLUSIONES.....	26
7. RESUMEN	27
8. LITERATURA CITADA	28
9. APÉNDICE	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	pág.
Cuadro 3.1. Análisis bromatológico de la dieta con adición de zeolita ofrecida a los ovinos.	19
Cuadro 4.1. Comportamiento productivo de borregos alimentados con dietas suplementadas con diferentes niveles de clinoptilolita.....	21
Cuadro 4.2. Niveles de N en heces.....	22
Cuadro 9.1 Análisis de varianza para ganancia de peso.....	33
Cuadro 9.2 Análisis de varianza para consumo de materia seca.....	33
Cuadro 9.3 Análisis de varianza para conversión alimenticia.....	33
Cuadro 9.4 Análisis de varianza para nitrógeno.....	34
Cuadro 9.5. Dieta utilizada en el periodo experimental.....	34
Cuadro 9.6. Análisis bromatológico del alimento rechazado.....	34

1. INTRODUCCIÓN

La producción ovina constituye una alternativa adecuada de producción por ser animales rumiantes pequeños, que se adaptan fácilmente a diversos ambientes y aprovechan de manera adecuada los recursos disponibles de cada región del país. El mercado y precio constante, en comparación con otras especies es atractivo para los productores por lo que en los últimos años ha incrementado su explotación (Camacho *et al.*, 2005).

Por otro lado en México el consumo de carnero es muy bajo, sin embargo, para cubrir la demanda interna, es necesaria la importación de una gran cantidad de carne en canal, así como de borregos en pie. En el país existen algunas diferencias en la producción ovina, originadas por las diversas condiciones agroecológicas imperantes, de tal manera que en el altiplano, en donde se encuentra la mayor densidad de población ovina y el principal mercado de carne de borrego, el nivel tecnológico en el proceso productivo es bajo (INIFAP, 2011).

La FAO señala que la producción pecuaria es una de las causas principales de los problemas ambientales más apremiantes del mundo, como el calentamiento del planeta, la degradación de las tierras, la contaminación atmosférica y del agua y la pérdida de biodiversidad (FAO, 2006).

En la actualidad tanto en la agricultura y la ganadería se ha implementado el uso de numerosos materiales, como los minerales, los cuales están recibiendo mayor atención como enmiendas del suelo y como suplementos dietéticos en la cría de animales. Por lo que el grupo de las zeolitas es uno de los minerales que más destaca entre los demás, y su capacidad física y química se

compromete a contribuir a muchas áreas de la agricultura y la acuicultura en la próxima década (Mumptom y Fishman, 1977).

Su abundancia y disponibilidad ha despertado un considerable interés en las estaciones experimentales de varios países, aunque el número de publicaciones y la cantidad de datos sobre su utilidad en la agricultura son aún pequeños (Mumptom y Fishman, 1977).

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la adición de tres niveles de zeolita (0, 3 y 6 %) tipo clinoptilolita en dietas de ovinos estabulados, en base a su comportamiento productivo (incremento de peso, consumo, conversión alimenticia) y niveles de N en heces.

2. Revisión de Literatura

2.1. Sistemas de explotación de ovinos en México

La producción ovina nacional enfrenta una problemática compleja como resultado de las características de los sistemas de producción, basándose en pequeños rebaños de baja productividad, escasa organización de los productores y problemas sanitarios (SAGARPA, 1998). Se estima que solo un 20 % de las explotaciones se consideran como tecnificadas o semitecnificadas, correspondiendo el resto a un sistema tradicional o de traspatio. Las regiones árida y semiárida del país se caracterizan por la predominancia del ganado productor de carne y lana con razas como la Rambouillet, esta región contribuye con el 22.2 % de la producción nacional de carne de ovino (SAGARPA, 1998).

La región templada, que comprende la zona central del país, es la de mayor producción de carne, basándose en razas especializadas, como la Suffolk, esta región aporta el 53.1 % de la producción de carne nacional (SAGARPA, 1998).

En la región del trópico seco y húmedo la ovinocultura se desarrolla con características propias del lugar, variando desde ovinos de lana en los trópicos de altura, hasta regiones donde las altas temperaturas y la humedad relativa obligan al uso de ovinos de pelo para la producción de carne. Esta región contribuye con el 24.7 % de la producción nacional (SAGARPA, 1998).

Sánchez (2001) indicó que los sistemas de producción predominantes son los de tipo semi-intensivos e intensivos, estos se encuentran entre los más tecnificados del país y están basados en la estabulación. El uso de grandes cantidades de grano así como el empleo de razas pesadas y sus cruces de

pelo. Estos sistemas se caracterizan por lograr una alta ganancia diaria de peso y conversión alimenticia con una viabilidad económica sujeta a un alto precio de venta, así como al costo y disponibilidad del grano.

En la región tropical del país se presenta una gran diversidad de sistemas de producción de ovinos, los cuales en su mayoría conforman un subsistema dentro de la unidad de producción, integrando elementos agrícolas y pecuarios. Se caracteriza en gran parte de los casos por la ausencia de prácticas de tipo sanitario, nutricional y reproductivo más comunes. Asimismo son generalmente manejados por productores de bajos ingresos y se consideran un elemento secundario utilizado como ahorro o para situaciones emergentes (Díaz, 1999).

2.2. Engorda de ovinos en nuestro país

2.2.1. Los ovinos en México

En la actualidad la problemática que aqueja a la ovinocultura nacional es compleja, es difícil entender por qué si hay buen precio para los productos y subproductos derivados, y mercados potenciales, existe una demanda insatisfecha, así mismo, que se reconoce como una actividad noble, generadora de empleos. Entonces, la pregunta obligada es ¿por qué cuesta tanto su crecimiento y expansión? En general, se puede señalar, que de los problemas que la aquejan desde hace muchos años se destaca la pobre eficiencia productiva de los rebaños. Un breve análisis de las cifras, muestra que si la población está en los 6.4 millones de animales y se sacrifican 2.1, ello indicaría que sólo se sacrifica el 32.8 % de la población, cuando en otros países rebasa el 50 % (Martínez *et al.*, 2010).

En el país, sólo los Estados de México e Hidalgo, de 1999 a 2004, obtuvieron un incremento significativo en producción, pero aun así, el consumo de carne ovina aumenta en proporción a su producción. En el 2008 hubo un déficit de casi 35,000 toneladas, que son importadas principalmente de Nueva Zelanda, Chile y Australia. Sin embargo, para aprovechar esta gran demanda nacional de carne ovina, se requiere que el sistema sea competitivo (Martínez *et al.*, 2010).

De acuerdo con la SAGARPA (2001), los sistemas de producción ovina son muy similares a los de bovinos, en el sentido de que la producción de corderos se hace en sistemas extensivos de bajos insumos, y la engorda se realiza tanto en corral, como en pastoreo.

No se tiene información en relación con el tamaño de las unidades de producción. Se estima que en engorda, alrededor de un 20 % de los animales se finalizan en corral, en sistemas de altos insumos; un 40 % se finalizan en corral, en sistemas de medianos insumos y otro 40 % en pastoreo, en sistemas de bajos insumos. La proporción de borregos engordados en corral y en praderas cultivadas, en sistemas de altos o medianos insumos, ha aumentado de manera importante en los últimos años, mientras que engorda en pastoreo, en sistemas de bajos insumos, ha disminuido (Scott, 1997).

En la producción de carne en general, la nutrición y la alimentación son factores importantes; dentro de una engorda, la alimentación ocupa de 50 % a 60 % o más de los costos totales de la misma, por este motivo, se debe tener un cuidado especial en seleccionar los alimentos que tomen parte dentro de la engorda (Scott, 1997).

Definitivamente, la alimentación en los sistemas de producción ovina es merecedora de especial atención; esta deberá planearse desde diferentes puntos de vista y dependerá de factores; tales como el tipo y los objetivos de la producción, las razas utilizadas, los costos y la disponibilidad de ingredientes para la elaboración de alimentos balanceados; es necesario tener en mente, que a medida que se intensifique el proceso de producción, es todavía más importante prestar atención a la alimentación, sobre todo cuando se trata de sistemas de alimentación estabulada (Urrutia *et al.*, 2000).

2.3. La importancia de la proteína en la alimentación de los ovinos

Orskov (1988) señala que el rumiante hospedador, a diferencia de los microorganismos que le proporcionan la mayor parte de su proteína, tiene necesidades proteicas variables. La fluctuación en sus necesidades nutritivas se debe a los cambios fisiológicos normales en el animal, si bien el manejo al que estén sometidos los rumiantes domésticos puede acentuar estas variaciones durante ciertos periodos críticos.

Por ejemplo, los rumiantes jóvenes en condiciones naturales suelen ser destetados cuando el aporte de proteína microbiana cubre sus necesidades. En la mayoría de los sistemas intensivos de producción animal, los animales jóvenes son destetados a las pocas semanas de edad, en una fase en que sus necesidades proteicas son muy altas y animales más desarrollados requieren necesidades de proteína diferentes entre sí para el mantenimiento tisular, crecimiento, lactación y crecimiento de lana y pelo, suelen ser coincidentes, pero es más conveniente estudiar las necesidades de forma independiente (Orskov, 1988).

En la actualidad, una de las áreas de investigación más activas en el campo de la nutrición de rumiantes, es la determinación de los requerimientos de

proteína y aminoácidos específicos para animales con alto potencial de crecimiento y producción de carne o leche (Cuevas, 1992).

El requerimiento de proteína del rumiante esta dado por la proteína microbiana en el rumen y por la proteína en la dieta que no es degradada en el rumen (llamada proteína de sobrepaso o escape) digestible en el intestino (Clark *et al.*, 1975). Por lo que en nutrición ovina, la cantidad de proteína es más importante que la calidad. Esto es así porque las bacterias del rumen le permiten sintetizar sus propios aminoácidos, mediante la acción bacteriana, las bacterias pueden también usar fuentes nitrogenadas no proteicas como la urea, para producir proteína. El nitrógeno se convierte en proteína, la que a su vez se desdobla y es utilizada por el animal (Ensminger, 1973)

Loosli *et al.* (1949) citado por Consejo Nacional de Investigación de Nutrición Animal de Buenos Aires (1975). Citan que la proteína de origen animal debe constituir por lo menos las dos terceras partes del equivalente proteico. Para que la urea sea bien utilizada tiene que formar parte de una ración perfectamente equilibrada.

La degradación ruminal de la proteína de la dieta está influida por sus propiedades físicas y químicas, métodos de cosecha y almacenamiento (seco vs fresco), tiempo de retención en el rumen, métodos de procesamiento (temperatura), ambiente ruminal (pH) y actividad proteolítica de los propios microbios ruminales (Clark *et al.*, 1975).

Debido a su compleja fisiología digestiva, los rumiantes disponen de dos fuentes de suministro de aminoácidos: la proteína microbiana sintetizada en el rumen y la proteína de los alimentos no degradada en este. Consecuentemente la digestibilidad en el intestino de esta ultima fracción es un elemento básico en los actuales sistemas de racionamiento de rumiantes (González, 2006).

Considerando también que en los ovinos como en otras especies los requerimientos de nutrientes son diferentes de acuerdo o dependiendo de factores como raza, edad, peso, sexo, estado fisiológico, entre otros. En ovinos de engorda las diferencias en requerimientos dependen básicamente de la edad y peso de los animales, animales en crecimiento, requieren dietas más altas en proteína (15 – 16 % P C), mientras que los animales en finalización requieren dietas altas en energía y bajas en proteína (12 – 13 % P C), los requerimientos de minerales son menos variables y se mantienen constantes en las dos etapas (Camacho *et al.*, 2005).

Además en rumiantes la energía requerida para llevar a cabo sus funciones de mantenimiento y producción se obtienen en su mayor parte de los ácidos grasos volátiles, principales productos finales de la fermentación llevada a cabo por los microorganismos del rumen (Church y Pond, 1987).

Mientras que una ingestión insuficiente de proteínas reduce el apetito, también disminuye el consumo de alimentos y origina una eficiencia alimenticia escasa. A su vez ello determina un crecimiento pobre y un desarrollo muscular escaso y la reducción de la capacidad tanto productiva como reproductiva (Ensminger, 1973).

2.4. Contaminación ambiental por excreciones fecales de rumiantes

La fase gaseosa del rumen dorsal usualmente contiene del 50 al 70 % de bióxido de carbono; el resto es, principalmente metano con pequeñas cantidades de otros gases tales como el nitrógeno, hidrogeno y oxigeno (Bryant, 1970).

Debido a la fisiología del ganado y una producción ganadera intensiva puede conllevar una serie de efectos perjudiciales para el medio ambiente. En ciertas áreas geográficas con alta concentración de ganado, la contaminación ambiental es una seria preocupación que en los últimos años ha sido foco de la atención pública y materia de numerosa legislación. Los aspectos medioambientales pueden tener un papel muy relevante en la aceptación pública, ubicación, crecimiento y productividad económica de la producción animal (Coma y Bonet, 2004).

Pérez (2008) menciona que el impacto de la ganadería en el ámbito climático y la contaminación del aire son aspectos que se reconocen de las actividades ganaderas que emiten cantidades considerables de gases invernadero, dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nítrico (N_2O), que contribuye de manera importante al cambio climático. Los rumiantes y en menor medida, los monogástricos emiten CH_4 como parte de su proceso digestivo que involucra la fermentación microbiana de alimentos fibrosos.

Las excretas animales emiten CH_4 , N_2O , amoníaco (NH_3) y CO_2 , en función de cómo salen de las instalaciones (sólida o líquida) y de su manejo en la colección, almacenamiento y aplicación en algunos casos a la agricultura (Pérez, 2008).

2.5. Aditivos no nutricionales usados en la alimentación de ovinos

2.5.1. Aditivos

El *Food Protection Committee of the Food and Nutrition Board of the National Research Council* (1959) citado por Lapedes (1977), describe un aditivo como una sustancia o mezcla de sustancias, o bien como un suplemento básico, el

cual está presente en un alimento como resultado de cualquier aspecto de producción, procesamiento, almacenaje o empaquetamiento.

Según Cheeke (1991) los aditivos alimenticios son sustancias no nutritivas agregados a los alimentos para mejorar la eficiencia en su utilización y la aceptación del mismo, o bien para beneficiar la salud o el metabolismo del animal.

Dentro de estos, en el grupo de los aditivos dietarios no nutritivos, destacan las zeolitas, que son cristales hidratados de génesis volcánica clasificadas como aluminosilicatos, formados principalmente por hidrógeno, oxígeno, aluminio y silicio, los que poseen infinitas estructuras tridimensionales que le confieren la capacidad de ganar y perder agua reversiblemente y de cambiar algunos cationes constituyentes (Pond *et al.*, 1995 consultado en Pulido, 2004).

2.5.2. Categorías de aditivos para la alimentación animal

El Reglamento N° 1831/2003 del parlamento Europeo y el consejo de la unión Europea clasifica a los aditivos para alimentación animal en las siguientes cinco categorías:

- a)** Aditivos tecnológicos.
- b)** Aditivos organolépticos.
- c)** Aditivos nutricionales.
- d)** Coccidiostáticos e histomonostáticos
- e)** Aditivos zootécnicos, que se definen como cualquier aditivo utilizado para influir positivamente en la productividad de los animales sanos o en el medio ambiente y que incluyen a diversos grupos funcionales, como los digestivos, los

estabilizadores de la flora intestinal, las sustancias que influyen positivamente en el medio ambiente y a otros aditivos zootécnicos (Carro *et al.*, 2006).

De los cinco grupos de aditivos, y desde el punto de vista de la producción animal, los aditivos zootécnicos son uno de los grupos que suscita mayor interés, ya que su utilización puede mejorar el rendimiento productivo de los animales y disminuir los costos de producción (Carro *et al.*, 2006).

2.5.3. Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos se utilizan habitualmente como aditivos en la alimentación de los animales monogástricos, el uso en rumiantes es limitado y las experiencias realizadas en estos animales, hasta el momento, se reducen a los ácidos fumárico y málico, productos intermedios de una de las vías metabólicas por las cuales el piruvato se transforma en ácido propiónico, el cual es absorbido en el rumen y, en su mayor parte, transportado al hígado, donde se convierte en glucosa (Carro *et al.*, 2006).

2.5.4. Aditivos enzimáticos

Los aditivos enzimáticos se emplean frecuentemente en la alimentación de los animales monogástricos con diferentes fines, como son eliminar factores antinutritivos de los alimentos, aumentar la digestibilidad de determinados nutrientes, y reducir la excreción de ciertos compuestos (p.e., fósforo y nitrógeno). En el caso de los rumiantes, los aditivos enzimáticos no sólo no se utilizan de forma rutinaria en la alimentación práctica, sino que todavía no se conocen claramente sus mecanismos de acción ni se han establecido las condiciones productivas en las que pueden ser más efectivos (Carro *et al.*, 2006).

2.5.5. Extractos vegetales

Los extractos vegetales podrían considerarse dentro del grupo de aditivos clasificado como “sustancias aromáticas y saborizantes”, en el que se incluyen “todos los productos naturales y los productos sintéticos correspondientes”, y que pueden utilizarse en todas las especies animales, sin restricción alguna en su edad o en la dosis de producto (Carro *et al.*, 2006).

2.6. Utilización de zeolita en la alimentación de bovinos

2.6.1. Zeolita

Zeolita es un término colectivo que incluye compuestos inorgánicos cristalinos ya sea naturales o sintéticos, que se caracteriza por la capacidad de intercambio iónico a bajas temperaturas (< 100 °C) y la capacidad de hidratación y deshidratación por debajo de 250 – 300 °C (Sardi *et al.*, 2002).

2.6.2. Clases de zeolita

Desde el descubrimiento de las zeolitas en 1949, 40 clases naturales han sido organizadas y clasificadas y en número similar han sido sintetizadas en laboratorio. Las principales zeolitas naturales son: clinoptilolita, modernita, chabacita, erionita, faujasita, ferrierita, heulandita, laumantita y filipsita. Dentro de estas clases las más utilizadas en nutrición animal han sido la clinoptilolita y la modernita (Cosma, 2008).

Los principales compuestos que intercambian iones utilizados en la alimentación animal son las zeolitas, que son compuestos caracterizados por la

habilidad de ganar y perder agua reversiblemente e intercambiar sus cationes que los constituyen sin ningún cambio en su estructura (Gámez, 1995).

Los animales alimentados con este mineral muestran más vitalidad. Referido a que al usar zeolita en el alimento se mejora el estado general del animal ya que estimula el crecimiento de las células epiteliales de las vellosidades en el intestino delgado, lo cual favorece la absorción de nutrientes igualmente, ejerce un efecto positivo en la efectividad enzimática al posibilitar un mejor desdoblamiento en sus formas asimilables (Kyriakis *et al.*, 2002).

En Cuba se realizó un ensayo con 120 terneros de ambos sexos, mestizos Holstein x Cebú, de edades entre 1 a 90 días, utilizando un tratamiento oral para el síndrome diarreico con zeolita natural en el cual se evaluó la eficacia del mismo por lo que se obtuvieron los siguientes resultados (Cuesta *et al.*, 2007).

En las condiciones del ensayo la zeolita natural en polvo mostró ser menos eficaz que el polvo antidiarreico en la recuperación clínica de los animales; sin embargo, constituye una alternativa prometedora en el tratamiento de estos procesos ya que la zeolita es un aluminosilicato cristalino que funciona como tamiz molecular en una red abierta que permite el intercambio de iones (intercambiar los cationes) y una reversibilidad de la deshidratación (adsorbe agua). Ello determina la recuperación del equilibrio hidroelectrolítico y ácido-básico del ternero diarreico y por tanto, la curación del animal; pues además de actuar como protectora de la mucosa gastroentérica, al neutralizar los desequilibrios del medio interno, mejora la respuesta inmunológica del animal (Cuesta *et al.*, 2007).

Pulido *et al.* (2004) implementaron un experimento con 24 terneras Frisón para evaluar el efecto de la adición de zeolita natural en la ración postdestete de vaquillas productoras de leche, sobre la ganancia de peso, consumo de alimento y eficiencia alimenticia. Las terneras fueron distribuidas en tres tratamientos de ocho animales cada uno: (0, 3, y 5 % Zeolita), base materia seca. La ración base estuvo compuesta por concentrado comercial y ensilaje de pradera en proporciones de \pm 40 y 60 %, respectivamente. El período experimental se dividió en dos etapas de 30 días.

Los consumos de alimento no mostraron diferencias entre tratamientos, las ganancias de peso (kg/día) entre tratamientos fueron similares en la primera etapa y para el total del experimento. Sin embargo, en la segunda etapa el tratamiento con 3 % de zeolita tuvo una mayor ganancia que 0 y 5, respectivamente. La eficiencia alimenticia no mostró diferencias significativas entre tratamientos. La inclusión de zeolitas naturales en un 3 % de la materia seca de la dieta de terneras productoras de leche, postdestete, no mejoró el consumo de alimento y no hubo diferencias estadísticas en eficiencia alimentaria, pero sí aumentó la ganancia de peso vivo a partir de los 30 días de experimento (Pulido *et al.*, 2004).

Ccallum y Galyean, (1983) citado por Gámez (1995) encontraron que la clinopólita altera la digestión y fermentación ruminal, pero fue incapaz de promover un mejoramiento significativamente en ganancia de peso en un lote de novillos de engorda con la adición de 1.25 y 5.0 % de clinoptilolita a una dieta alta en concentrado, basada en harina de soya.

Gutiérrez *et al.* (2008), experimentaron con cuatro vacas secas Holstein x Cebú con cánulas simples, para estudiar los efectos de la suplementación con zeolita y bentonita en la protección de la proteína ruminal. Los tratamientos

evaluados fueron: forrajes de gramíneas con predominio de pasto estrella y 1 kg de harina de soya como dieta basal. Se les adicionaron 0, 1 y 3 % de bentonita natural y 1 % de zeolita para estudiar el efecto de los aluminosilicatos en la degradación ruminal de los compuestos nitrogenados.

Los resultados mostraron diferencias en los mecanismos de acción entre estos dos complejos minerales. Mientras las zeolitas fueron capaces de retener al NH_4 como producto de degradación de los compuestos nitrogenados y liberarlos posteriormente, la bentonita pareció proteger las proteínas ante el ataque de los microorganismos. Esto garantizó cierta cantidad de proteína sobrepasante. En este sentido, las zeolitas pueden recomendarse cuando se utilizan alimentos fibrosos de mala calidad, mientras que la bentonita debe sugerirse para dietas con proteínas de alto valor biológico, destinadas a rumiantes (Gutiérrez *et al.*, 2008).

2.7. Utilización de zeolita en la alimentación ovina

Rivera (2005), utilizó cuatro ovinos machos de la raza pelibuey fistulados en rumen con un peso promedio de 32 ± 1.34 kg. Alimentados con una dieta basal heno de alfalfa (70 %) y concentrado (30 %) proporcionada *ad libitum*. Los tratamientos consistieron en cuatro niveles de zeolita (aditivo mineral) (0,1.5, 3.0 y 4.5 %) ajustados diariamente al consumo de alimento y dosificados vía intraruminal; con la finalidad de determinar el efecto de cada nivel sobre el pH, la concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH_3), la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV), sobre la degradación *in situ* de la materia seca (DISMS), entre otros.

Los tratamientos no tuvieron efecto sobre el pH, la concentración de N-NH_3 , la concentración de AGV (C2 y C4) y DISMS. En relación a AGV se mostraron

diferencias significativas sólo en el ácido propiónico, el cual fue mayor para el tratamiento 1.5 % zeolita comparado con el 3.0 y 4.5 % los cuales fueron iguales al control, presentándose diferencias entre las horas de muestreo, pero no entre la interacción tratamiento por hora de muestreo. Con la inclusión de zeolita se tuvieron algunas mejoras en las condiciones ruminales; se recomienda realizar posteriores estudios donde se incluya estos niveles de zeolita en dietas que contengan alimentos fibrosos de mala calidad, ya que en este tipo de dietas es donde pudiera encontrarse mejores resultados (Rivera, 2005).

Al alimentar ovinos *ad libitum* con una dieta suplementada con urea (0.9 %) mas zeolita (3 %), esta mostró una alta tendencia en la retención de N con más baja excreción urinaria, obteniendo mejor utilización del N (Parre *et al.*, 1997, citado por Rivera, 2005). Por lo tanto, la presencia de zeolita puede contribuir a un ambiente ruminal estable con respecto al nitrógeno aprovechable, lo que beneficiará a los microorganismos del rumen y al animal.

Por su parte, Ruiz *et al.* (2008) evaluaron los efectos de los siguientes porcentajes de zeolita adicionados a la ración: 0, 1.5, 3.0 y 4.5 en la digestibilidad y consumo de nutrientes. Utilizaron cuatro ovinos pelibuey, canulados en rumen. Los resultados sugieren que es factible utilizar la zeolita en 1.5 y hasta 3 %, como aditivo en dietas de henos de alfalfa y concentrado, destinadas a la alimentación de ovinos, ya que mejora el consumo de FDA digestible. Se recomiendan nuevos estudios con mayor número de animales.

Bartko *et al.* (1983) evaluaron el efecto de zeolita (clinoptilolita) en la acidosis metabólica inducida en el ganado ovino. Administrando sacarosa en dosis de 10 y 15 g por kg de peso vivo ya sea solo o en otros grupos, junto con 0.45 g de zeolita por kg de peso vivo, el contenido de AGV en el contenido de la panza y

los índices de la homeostasis ácido-base de sangre seguidos en las 24 y 48 horas posteriores. Los exámenes mostraron que la administración simultánea de la zeolita con sacarosa no pudo evitar el aumento de la acidosis metabólica, pero la caída en los índices de la homeostasis ácido-base fue menos grave, o se retrasó por tres a seis horas. La dosis de 0.45 g de zeolita por kg de peso vivo resultó ser insuficiente para la prevención de un curso de medio grave o grave de la acidosis metabólica.

Pond (1984) utilizando borregos, a los cuales ofreció dietas diferentes basadas principalmente en concentrado, adiciono un 2 % de clinoptilolita a las dietas; no encontrando evidencia en cuanto a diferencia significativa de ganancia de peso diario.

En ovinos, la zeolita ha mejorado la digestibilidad de la fibra neutro detergente y los patrones de fermentación ruminal (Forouzani *et al.*, 2004).

2.8. HIPOTESIS

La zeolita (clinoptilolita) mejora el comportamiento productivo de los ovinos y reduce la pérdida de N en heces debido a su función en los procesos enzimáticos involucrados en el metabolismo de las proteínas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área de estudio

El experimento se llevó a cabo en la Unidad Metabólica y en los laboratorios de Nutrición Animal, Reproducción y Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila. La localización geográfica de la Universidad es 25° 22' 44" N y 100° 00' 00" O, con altitud de 1770 m. El clima de la región es BSo Kx' (e') que se caracteriza por ser seco o árido, con régimen de lluvias entre el verano e invierno, precipitación media anual de 303.9 mm y temperatura media anual de 17.7 °C (García, 1973).

Las unidades experimentales fueron borregos en un periodo de 56 días más 14 días de adaptación al manejo y a la dieta, los cuales fueron alojados en corrales individuales de 2 x 3 m. Se utilizaron 12 borregos machos sin castrar, de cruza tipo comercial con predominancia de la raza Dorper con un peso promedio inicial de 25 kg y se concluyó con un peso promedio final de 38.92 kg.

Los animales se distribuyeron en 12 corraletas bloqueando por peso inicial, se desparasitaron y vitaminaron antes de iniciar la prueba. El incremento de peso fue registrado al inicio y al final del periodo de la prueba. El alimento se ofreció a libre acceso e incluía como ingredientes básicos maíz y harinolina (Cuadro 9.5 del Apéndice). La forma de incluir la clinoptilolita fue en sustitución de la dieta. El consumo se estimó restando el rechazo a lo ofrecido. La mezcla de la clinoptilolita y la dieta se hizo a pala (manualmente).

La obtención de las heces se realizó mediante el estímulo del recto ya que se debía obtener heces no contaminadas para posteriormente ser analizadas en cuanto a los niveles de N contenidos en ellas.

3.2. Análisis bromatológico

El alimento utilizado durante el periodo de experimentación se le realizó un análisis bromatológico (Cuadro 3.1) de acuerdo a la metodología descrita por la AOAC (1997).

Cuadro 3.1 Análisis bromatológico de la dieta con adición de zeolita ofrecido a los ovinos.

Determinación	Zeolita (%)		
	0	3	6
Humedad (%)	5.5	4.2	5.5
MST (%)	94.5	95.8	94.5
Cenizas (%)	6.3	9.9	13.7
Proteína Cruda (%)	12.9	11.4	10.4
Fibra Cruda (%)	12.2	15.6	17.8
FDA (%)	17.0	19.0	21.7
FDN (%)	62.8	61.9	63.1
EE (%)	3.2	3.1	3.0
ELN (%)	63.2	58.8	52.6

DONDE:

MST: Materia seca total.

FDA: Fibra detergente acida.

FDN: Fibra detergente neutra.

EE: Extracto etéreo.

ELN: Extracto libre de nitrógeno

3.3. Análisis estadístico

Se evaluaron las siguientes variables: consumo de alimento en base a materia seca (MS), incremento de peso, conversión alimenticia y nivel de nitrógeno en heces.

Para el análisis estadístico de incremento de peso, consumo, conversión alimenticia y nivel de nitrógeno en heces se utilizó un diseño experimental de bloques al azar (Steel y Torrie, 1980).

4. RESULTADOS

4.1. Comportamiento productivo

La ganancia de peso, el consumo de alimento (MS) y la conversión alimenticia, se muestra en el Cuadro 4.1. La inclusión de clinoptilolita en la dieta no tuvo efecto significativo ($P>0.05$) en el incremento de peso, sin embargo fue menor numéricamente el incremento con la inclusión de 3 % en comparación con el testigo y 6 % zeolita. El consumo de materia seca no demostró una diferencia significativa ($P>0.05$) pero de la misma forma el nivel incluido de 3 % clinoptilolita tendió numéricamente a ser menor que los tratamientos con 0 y 6 %, la conversión alimenticia demostró no significancia ($P>0.05$) y se observa una media similar entre tratamientos.

4.1. Comportamiento productivo de borregos alimentados con dietas suplementadas con diferentes niveles de clinoptilolita.

Periodo	Clinoptilolita (%)			P>F
	0	3	6	
Incremento de peso(g/día)				
0 – 56 días	250 ^a	197 ^a	252 ^a	0.246
Consumo MS (Kg/día)				
0 – 56 días	1.571 ^a	1.217 ^a	1.527 ^a	0.127
Conversión alimenticia				
0 – 56 días	6.318 ^a	6.151 ^a	6.280 ^a	0.196

^{a, b} Promedios con igual literal dentro de hilera no son significativos ($P>0.05$)

4.2. Nivel de N en heces

El nivel de N-fecal mostró una diferencia significativa ($P < 0.05$). Y se observó una disminución de N con los tratamientos que recibieron clinoptilolita Cuadro 4.2. Lo cual nos indica que al incrementar los niveles de clinoptilolita en la dieta se detectaron menores pérdidas de nitrógeno.

Cuadro. 4.2 Niveles de N presentes en heces de los borregos

Periodo	Clinoptilolita (%)			P>F
	0	3	6	
Nivel de N en heces %				
0 – 56 días	3.2967 ^a	2.7305 ^b	2.5089 ^b	0.031*

^{a, b} Promedios con igual literal dentro de hilera no son significativos ($P > 0.05$)

5. DISCUSIÓN

5.1. Comportamiento productivo

Los resultados de este experimento demostraron que la clinoptilolita no ayudo a incrementar la ganancia de peso de los borregos a lo largo de todo el periodo de prueba. En otros experimentos llevados a cabo con borregos de 32 kg de peso inicial y utilizando niveles de 0.5, 1.0 y 1.5 % de zeolita en la dieta de igual forma no observaron incrementos de peso favorables (Urías *et al.*, 2010), estos mismos autores señalan que las dosis optimas de zeolita en el alimento de los rumiantes son un máximo de 3 %, por lo que dosis mayores de 4 % afectan la estabilidad de la fermentación ruminal, trayendo consigo detrimento en la respuesta productiva de los animales rumiantes.

En otros estudios (Coutinho *et al.*, 2002) realizados con 24 bovinos con peso inicial de 280 kg, y con 2.4 % de zeolita en la dieta no observaron diferencia significativa en el incremento diario de peso, pero señalan que la zeolita puede ayudar a mejorar la digestibilidad de la dieta. En bovinos Pulido *et al.* (2004) trabajaron con vaquillas productoras de leche utilizando 0, 3, y 5 % de zeolita, en dos periodos, determinando que los consumos de alimento no mostraron diferencias entre tratamientos, y observaron que las ganancias de peso (kg/día) fueron similares entre tratamientos ($P>0.05$). Sin embargo, en el segundo período el tratamiento con 3 % de zeolita observaron una mayor ganancia de peso ($P<0.05$) que con 0 % y 5 % de zeolita. En cuanto a la eficiencia alimenticia no obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos ($P>0.05$), ni en el consumo de materia seca, por lo que concluyeron que la zeolita no modificó el consumo de MS coincidiendo con nuestros resultados al no mostrar diferencia significativa en esta variable.

5.2. Niveles de nitrógeno en heces

En cuanto a los resultados sobre niveles de N-fecal mostraron una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el tratamiento testigo y los que contenían 3 y 6 % de clinoptilolita lo cual nos indica una disminución en los niveles de N en heces, ya que al incrementar los niveles de clinoptilolita en la dieta se detectaron menores pérdidas de nitrógeno, lo cual indica que el contenido nutricional del alimento consumido es mejor aprovechado. En este contexto (Rivera, 2005) al utilizar cuatro ovinos machos fistulados en rumen con un peso inicial de 32.5 kg y utilizando niveles de 1.5, 3.0, y 4.5 % de zeolita en la dieta, demostró que la concentración de nitrógeno amoniacal ($N-NH_3$) fue diferente en algunas horas con los diferentes tratamientos pero tendió a ser mayor con el 4.5 % zeolita, lo cual puede contribuirse a la actividad microbiana y tender a producir mayor cantidad de biomasa microbiana y recomienda así mismo, incluir estos niveles de zeolita en raciones que contengan alimentos fibrosos de mala calidad, ya que en este tipo de dietas es donde pudiera encontrarse mejores resultados, además también son necesarios posteriores trabajos de investigación.

En lo que se refiere a bovinos, Gutiérrez (2008) trabajó con vacas secas, mestizas (Holstein x Cebú) a las cuales se les adicionaron 0, 1 y 3 % de bentonita natural y 1 % de zeolita para estudiar el efecto de los aluminosilicatos en la degradación ruminal de los compuestos nitrogenados en un arreglo factorial de 4 x 6 (cuatro tratamientos y 6 hr de muestreo). Demostrando que la producción de NH_3 varió en el tiempo y alcanzó valores de hasta 14.2 mmol/L con la aplicación de la zeolita, pero fue menor en los tratamientos en los que se empleó la bentonita natural, donde los valores no sobrepasaron los 9.0 mmol/L. Los resultados mostraron diferencias en los mecanismos de acción entre estos dos complejos minerales. Mientras las zeolitas fueron capaces de retener al NH_4 como producto de degradación de los compuestos nitrogenados y liberarlos posteriormente, la bentonita pareció proteger las proteínas ante el ataque de los microorganismos.

Esto garantizó cierta cantidad de proteína sobrepasante. En este sentido, las zeolitas pueden recomendarse cuando se utilizan alimentos fibrosos de mala calidad, mientras que la bentonita debe sugerirse para dietas con proteínas de alto valor biológico, destinadas a rumiantes (Gutiérrez, 2008).

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación demostraron que los niveles de clinoptilolita utilizados, no tuvieron efecto significativo en incrementos de peso, consumo de alimento, ni conversión alimenticia; sin embargo, numéricamente se observó que el 6 % demostró mejor ganancia de peso. Por otro lado, numéricamente se observó que el consumo fue mayor con el 6 %.

En cuanto a los niveles de nitrógeno en heces se encontró efecto significativo ($P < 0.05$). Los niveles tendieron a disminuir al incrementar el porcentaje de clinoptilolita en la dieta, lo cual nos indica que con el 3 y 6 % de este aluminosilicato en la dieta durante el periodo de prueba mostró resultados favorables el cual se asevera que la digestibilidad del N es mejor con el uso de clinoptilolita.

7. RESUMEN

Se realizó un experimento con 12 borregos machos sin castrar, de cruza de tipo comercial, con un peso promedio inicial de 25 kg y con 38.92 kg de peso final. Los cuales fueron alimentados con una dieta base con la inclusión de clinoptilolita en 0, 3, y 6 % de la dieta. Los cuales fueron desparasitados y vitaminados antes de iniciar el periodo de prueba. El experimento tuvo una duración de 56 días más 14 días de adaptación al manejo y a la dieta, en un diseño experimental de bloques al azar, para determinar el efecto de la clinoptilolita en el comportamiento productivo de los borregos, incremento de peso, consumo de MS, conversión alimenticia y niveles de nitrógeno en heces; los tratamientos se diseñaron de acuerdo al peso inicial de los animales y niveles de inclusión de clinoptilolita, la obtención de las heces se realizó mediante el estímulo del recto con los dedos conservándolas en bolsas de polietileno para posteriormente ser analizadas en cuanto a los niveles de N contenidos en ellas, el cual se realizó en la Unidad Metabólica, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) para ganancia de peso, consumo y conversión alimenticia. La clinoptilolita al 3 % disminuyó el consumo en comparación con el testigo y el 6 % adicionado, sin afectar la conversión alimenticia ya que esta se mantuvo similarmente entre los tratamientos y testigo. Los niveles de N en heces tendieron a disminuir al incrementar los niveles de clinoptilolita por lo que se ve una diferencia significativa en comparación de tratamientos con el testigo lo cual nos indica que con el 3 y 6 % de adición de clinoptilolita en la dieta de los animales durante el periodo de prueba mostró resultados favorables.

Palabras clave: ovinos, nitrógeno, zeolita, comportamiento, productivo.

8. LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. 1997. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 15th edition. Washington, D. C. 1018 pp.
- Barrera, G. y L. Finster. 2002. Emisión de gases de efecto invernadero. Rev. IDIA 21: 2: 212-215.
- Bartko, P., L. Vrzqula, M. Prosbova y J. Blazovský. 1983. The effect of feeding zeolite (clinoptilolite) on the health status of sheep. Rev. Vet. 8: 481-92.
- Bryant, M.P. 1970. Microbiología del rumen. En: Dukes, H.H. y M.J. Swenson. Fisiología de los animales domésticos. Tomo 1. 4ª edición. Ed. Aguilar. México.
- Camacho, R., J. A. Ortiz S., y O. García T. 2005. Engorda de ovinos en sistema simiestabulado. Colegio de postgraduados. Texcoco Edo. de México. Manual del participante. pp.14
- Carro, M.D., M. J. Ranilla., Y M. L. Tejido. 2006. Utilización de aditivos en la alimentación del ganado ovino y caprino. Rev. Del Sitio Argentino de Producción Animal. 3: 26-37.
- Cheke, P. R. 1991. Applied Animal Nutrition. Mcmillan Publishing Company. U: S. A. 229-255.
- Church, D. C y W. G. Pond. 1987. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. ED. Limusa. México. Pp. 146-149.
- Clark, J. H. 1975. Lactational responses to postruminal administration of proteins and amino acids. J. Dairy Sci. 58: 1178-1197.

- Consejo Nacional de Inv. De Nutrición Animal de Buenos Aires (1975).
Necesidades nutricionales de los ovinos: Ed. Hemisferio Sur.
- Cosma, F. D. 2008. "Utilización de una zeolita natural (clinoptilolita) en la alimentación de conejos en fase de engorde". Tesis licenciatura, Universidad de la Salle. Bogotá, D. C.
- Coma, J., J. Bonet. 2004. Producción ganadera y contaminación ambiental. XX curso de especialización FEDNA. Grupo Vall Companys. Barcelona España.
- Coutinho, F; W, Henrique; R, Peres; C, Justo; P, Siqueira., y eP, Coser. 2002. Efeito da zeolita na engorda de bovinos em confinamento. Rev. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 10: 2. 93-96.
- Cuesta, M. M. S. Prado, A. Enrique. 2007. Tratamiento oral del síndrome diarreico en terneros con zeolita natural. Rev. Electrón. Vet. 8: 3. 1-9.
- Cuevas A. 1992. Comportamiento de ovinos blackbelly alimentados con raciones a base de proteína vegetal suplementadas con lisina y metionina. Tesis de maestría. UAAAN. Saltillo, Coah. México.
- Díaz, P. 1999. Los sistemas de producción ovina en el trópico: aspectos generales de manejo. Producción sustentable de ovinos tropicales. Veracruz, México. En Glafiro T., H. G. Díaz, R. P. editores Pp. 89-133 .
- Ensminger., M. 1973. Produccion ovina. Cuarta edición. Editorial el Ateneo. Buenos aires, Argentina. Pp. 121.
- FAO. 2006. Las repercusiones del ganado en el medio ambiente. Boletín electrónico. Disponible en <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0612sp1.htm>. Consultado: Agosto 29 2011.

- Forouzani, R., Rowghani, E. y M.J, Zamiri, 2004. The effect of zeolita on digestibility and feedlot performance of Mehraban male lambs given a diet containing urea-treated Maite silage. *J. Animal Sci.* 78: 179-184.
- Gámez E. 1995. Aditivos empleados en la Alimentación de los Animales Domésticos. Monografía licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. México.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Koppen. 2ª. Edición. Instituto de Geografía UNAM. México.
- González, J. 2006. Aprovechamiento intestinal de la proteína de los alimentos en rumiantes. XXII curso de especialización FEDNA. Universidad politécnica de Madrid, Barcelona España.
- Gutiérrez, O; J. Galindo; A. Oramas y J. Cairo. 2008. Efecto de la suplementación con bentonita y zeolita en la protección de la proteína ruminal. *Estudios in vivo. Rev. Cubana de Cienc. Agri.* 3: 255-258
- INIFAP. 2011. Finalización de borregos pelibuey en estabulación. Boletín electrónico. Disponible en: <http://www.ugrj.org.mx>. Consultado: Agosto 29, 2011.
- Kyriakis, S. C., D.S. Papaioannou, C. Alexopoulos, Z. Polizopoulou, E.D Tzika y C.S. Kyriakis. 2002. Experimental studies on safety and efficacy of the dietary use of a clinoptilolite-rich tuff in sows: a review of recent research in Greece. *Rev. Microporous and Mesoporous Materials.* 51: 65–74.
- Lapedes, D. 1977. Food Agriculture y Nutrition. McGraw-Hill Enciclopedia of Food, Agriculture y Nutrition. pp. 255-258.
- Martínez, S., J. Ortega, M. coronel, F. Díaz. Y M. Herrera. 2010. Alternativas para la producción de carne ovina en Nayarit, México. *Rev. Fuente* 2:12-16

- Mumpton, F. A y P. H. Fishman. 1977. The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. *J. Anim. Sci.* 45: 5.
- Orskov, E. R. 1988. Nutrición proteica de los rumiantes. Edit. Acribia 1ª edición. Zaragoza España. 96 p.
- Parre, C., Vieira, P., Silveira, A., Arrigoni, M., Bento, D. y Curi, P. 1997. Utilização de uréia e zeolita na alimentação de ovinos. digestibilidade e balanço de nitrogênio. *Anais 34ª Reunião Anual da SBZ. Juiz de Fora*, 367 pp.
- Pérez, R. 2008. El lado oscuro de la ganadería. FAO. Problemas ecológicos de la ganadería. Disponible en <http://www.ejournal.unam.mx/pde/pde154/PDE003915411.pdf>. Septiembre 2011.
- Pond, W. G. 1984. Response of growing lambs to clinoptilolite or zeolite NaA added to corn, corn-fish meal and corn-soybean meal diets. *J. anim. Sci.* 59: 1320-1328.
- Pulido, R. 2004. Efecto de la adición de una zeolita natural sobre la respuesta productiva de terneras de lechería, posdestete. *Revista Arch. Med. Vet.* 2:197-201.
- Rivera M. 2005. La zeolita en la alimentación de ovinos: parámetros ruminales y producción de gas in vitro. Tesis maestría. UACH. Chihuahua, Chih. México.
- Ruíz, O; Y. Castillo; A. Elías; C. Arzola; C. Rodríguez; J. Salinas; O. La O; y C. Holguín. 2008. Efecto de cuatro niveles de zeolita en la digestibilidad y consumo de nutrientes en ovinos alimentados con heno de alfalfa y concentrado. Nota técnica. *Rev. Cubana de Cienc. Agric.* 4: 367-370.

- SAGARPA. 1998. Programa Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios. Boletín electrónico. Disponible en:<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Otros/Attachments/2/conargen.pdf>. Consultado: Agosto 22, 2011.
- SAGARPA. 2001. Informe sobre la situación de los recursos genéticos pecuarios (RGP). De México Boletín electrónico. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Informe%20sobre%20la%20situacin%20de%20los%20Recursos%20Genticos/Attachments/1/infofao.pdf>. Consultado: Agosto 22, 2011.
- Sánchez, C. 2001. Estrategias para la engorda de corderos en corrales. La revista del borrego. 2: 9: 10-11.
- Sardi, L., G, Martelli., y P. Parisini., 2002. The effects of clinoptilolite on piglet and heavy pig production. J Anim. Sic. 1:103 - 111
- Scott, G. E. 1997. The sheepmans production Handbook. Sheep industry development. Denver, Colorado. pp. 246
- Urias, J; A. Estrada; M, Martínez., S. Bolado., E. Vázquez., R. Ríos. Y L. Portillo. 2010. Efecto de la inclusión de niveles crecientes de zeolita en dietas integrales en las características de la canal y cortes primarios de ovinos pelibuey x katahdin en engorda intensiva. J. Anim. Sci. 88: 172-180
- Urrutia M. J., C. M Ochoa. A. y L. S. Beltrán 2000. La ovinocultura de agostadero en el noreste de México. 1a edición Universidad Autónoma de San Luís Potosí. INIFAP. San Luís Potosí. México.

9. APÉNDICE

Cuadro 9.1. Análisis de varianza para ganancia de peso

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.007712	0.003856	1.7879	0.246
BLOQUES	3	0.003778	0.001259	0.5839	0.649
ERROR	6	0.012941	0.002157		
TOTAL	11	0.024431			

Cuadro 9.2. Análisis de varianza para consumo de materia seca

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.297819	0.148910	2.9689	0.127
BLOQUES	3	0.252478	0.084159	1.6779	0.269
ERROR	6	0.300941	0.050157		
TOTAL	11	0.851238			

Cuadro 9.3. Análisis de varianza para conversión alimenticia

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.060760	0.030380	0.0994	0.906
BLOQUES	3	9.128815	3.042938	9.9575	0.010
ERROR	6	1.833557	0.305593		
TOTAL	11	11.023132			

Cuadro 9.4. Análisis de varianza para Nitrógeno

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	1.320557	0.660278	6.5838	0.031*
BLOQUES	3	0.817062	0.272354	2.7157	0.138
ERROR	6	0.601730	0.100288		
TOTAL	11	2.739349			

Cuadro 9.5. Dieta utilizada en el periodo experimental

Ingredientes	%
Maíz rolado	50
Avena	30
Harinolina	8
Melaza	8
Cascarilla de trigo	4
Total	100

Cuadro 9.6. Análisis bromatológico del alimento rechazado

Determinación	Zeolita (%)		
	0	3	6
Humedad (%)	4.2	4.9	4.4
MST (%)	95.9	95.0	95.7
Cenizas (%)	8.8	15.4	24.3
Proteína Cruda (%)	8.2	7.9	6.9
Fibra Cruda (%)	14.8	17.2	22.9
FDA (%)	30.5	19.1	19.7
FDN (%)	65.9	71.4	63.4
EE (%)	2.7	2.5	1.9
ELN (%)	64.1	54.7	41.3

DONDE: MST: Materia seca total. FDN: Fibra detergente neutra. ELN: Extracto libre de nitrógeno
 EE: Extracto etéreo. FDA: Fibra detergente acida.