

## Utilización de Zeolita en novillos en engorde

### Use of zeolite in fattening cattle

#### **Mariano Eirin\***

Cátedra de Producción Animal II, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Argentina

#### **Carlos Ángel Cordiviola**

Cátedra de Introducción a la Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Argentina

#### **María Gabriela Muro**

Cátedra de Introducción a la Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Argentina

#### **Rubén Omar Arias**

Cátedra de Introducción a la Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Argentina

#### **Revista de la Facultad de Agronomía**

Universidad Nacional de La Plata, Argentina

**ISSN:** 1669-9513

**Periodicidad:** Semestral

vol. 121, núm. 2, 2022

redaccion.revista@agro.unlp.edu.ar

**Recepción:** 01 Junio 2022

**Aprobación:** 31 Octubre 2022

**URL:** <http://portal.amelica.org/ameli/journal/23/233665011/>

**DOI:** <https://doi.org/10.24215/16699513e115>

**Autor de correspondencia:** [marianoeirin@hotmail.com](mailto:marianoeirin@hotmail.com)



## Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la zeolita en una dieta de bovinos en engorde a corral, sobre su performance productiva. En un diseño enteramente al azar y un periodo de 63 días, se utilizaron 129 bovinos Aberdeen Angus, machos castrados, de 14 meses de edad y peso vivo (PV) inicial de 362 kg. Se realizaron 3 tratamientos: 0 gr de Zeolita/animal/día (D<sub>0</sub>), 50 gr de Zeolita/animal/día (D<sub>50</sub>) y 100 gr de Zeolita/animal/día (D<sub>100</sub>). La dieta base fue: silaje de maíz de planta entera 18%, grano de maíz partido 45%, pellets de raicilla de cebada 30%, pellet de soja 5%, núcleo vitamínico mineral 2%. La cantidad diaria de alimento fue ajustada al 2,5% del PV en base seca. A partir del día 45 se redujo en un 8% el silo y se aumentó en el mismo porcentaje el grano de maíz. Se registró: peso inicial, evolución de peso cada quince días, peso final, y se estimó la ganancia diaria de PV (GDPV). Durante los primeros 30 días se observó un efecto cuadrático ( $p < 0,05$ ) a favor de D<sub>50</sub> sobre GDPV. En la etapa (30-45 días) se verificó un mejor desempeño de D<sub>100</sub> corroborado por un efecto lineal ( $p < 0,05$ ) entre 0 y 100 gr. En la etapa (45-60 días), se registró una disminución cuadrática ( $p < 0,05$ ) observándose un mejor comportamiento de GDPV medias ( $p < 0,05$ ) para D<sub>0</sub>. Por lo tanto, si se hubiese combinado D<sub>50</sub> al principio del engorde con D<sub>100</sub> al final, cabría esperarse un efecto más claro y favorable de la zeolita.

**Palabras clave:** Zeolita, dosis, peso vivo, ganancias diarias

## Abstract

The objective of the work was to evaluate the effect of zeolite in a diet of fattening cattle in a corral, on its productive performance. In an entirely randomized design and a period of 63 days, 129 Aberdeen Angus cattle were used, castrated males, 14 months of age and with an initial body weight (LW) of 362 kg. 3 treatments were carried out: 0 gr of Zeolite / animal / day (D<sub>0</sub>), 50 gr of Zeolite / animal / day (D<sub>50</sub>) and 100 gr of Zeolite / animal / day (D<sub>100</sub>). The base diet was: 18% whole plant corn silage, 45% broken corn grain, 30% barley root pellets, 5% soybean pellet, 2% mineral vitamin nucleus. The daily amount of feed was adjusted to 2.5% of the PV on a dry basis. As of day 45, the silo was reduced by 8% and the corn grain was increased by the same percentage. It was recorded: initial weight, weight evolution every fifteen days, final weight, and daily gain of PV (GDPV). During the first 30 days a quadratic effect ( $p < 0.05$ ) was observed in favor of D<sub>50</sub> on GDPV. In the stage (30-45 days) a better performance of D<sub>100</sub> was verified, corroborated by a linear effect ( $p < 0.05$ ) between 0 and 100 gr. In the stage (45-60 days), a quadratic decrease ( $p < 0.05$ ) was registered, observing a better behavior of mean GDPV ( $p < 0.05$ ) for D<sub>0</sub>. Therefore, if D<sub>50</sub> had been combined at the beginning of the fattening with D<sub>100</sub> at the end, a clearer and more favorable effect of the zeolite would be expected.

**Keywords:** zeolite, dosage, body weight, daily gains

## INTRODUCCIÓN

El concepto de la necesidad de sincronización del aporte de energía y proteína a nivel ruminal es reconocido desde hace muchos años, ya habla de la necesidad de esa sincronización para maximizar la síntesis de proteína microbiana (PM), básicamente se trata de hacer coincidir la fermentación de los carbohidratos y la degradación de las proteínas, se han hecho ensayos para comprobar esta teoría. El concepto de sincronización en el rumen es importante para comprender la relación entre la energía y la proteína suministrada a los microorganismos ruminales. La síntesis de proteína microbiana se puede maximizar, si se sincroniza la disponibilidad de energía fermentable y de N degradable para los microorganismos en el rumen (Ørskov, 1992).

Es posible alterar el efecto sincrónico de las dietas, sea por cambios en sus ingredientes y en la frecuencia de oferta de determinados componentes energéticos o proteicos de la ración o por la combinación de algunas de estas formas. La sincronización del suministro de proteína y energía tiene una sólida base teórica, pero la mezcla de microorganismos del rumen conforma un complejo ecosistema (Repetto, 2009). En este, el suministro de nutrientes puede estar sincronizado para determinadas poblaciones microbianas y para otras no (Hall y Huntington, 2008). En nutrición de rumiantes, "sincronización" significa proveer proteína degradable en el rumen (proteína verdadera degradable y nitrógeno no proteico) y energía (CH<sub>2</sub>O fermentables en el rumen) de forma tal que los microorganismos ruminales (MOR) tengan a su disposición ambos elementos de forma simultánea (Yang et al., 2010). La sincronización entre la energía y la proteína degradable es un factor importante en la optimización de la síntesis de proteína microbiana, la falta de sincronización puede aumentar las necesidades de mantenimiento de los microorganismos, ya que el ATP formado no puede incorporarse a los procesos anabólicos y se deriva a otras actividades no relacionadas con el crecimiento, como puede ser la síntesis de polisacáridos, que a su vez disminuirán la eficiencia de síntesis (Russell, 1998). En dietas con nitrógeno rápidamente disponible y fuentes de energía de fermentación lenta, habrá un exceso de nitrógeno que no será incorporado a la síntesis microbiana y que será absorbido a través de la pared ruminal o expulsado hacia el abomaso, disminuyendo la eficiencia de utilización de la proteína degradable para la síntesis microbiana (Arias et al., 2013).

Una revisión de este tema revela que tanto las propiedades de intercambio iónico como de adsorción de las zeolitas naturales pueden explotarse para hacer un uso más eficiente del nitrógeno del alimento en la nutrición animal.

La clinoptilolita cálcica es la zeolita natural más abundante y debido a su gran capacidad de intercambio catiónico es ampliamente utilizada en la agricultura. Por sus características adsorbentes, que modifican la viscosidad de los fluidos (Spotti et al., 2005), y su gran afinidad para retener y liberar nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), las zeolitas son prometedoras como aplicación en aditivos alimenticios para rumiantes ya que estos efectos pueden favorecer la eficiencia de la fermentación ruminal y la absorción de nutrientes, reflejándose en una mayor eficiencia en la utilización de la energía de la dieta. Sin embargo, los efectos sobre la utilización de nutrientes y de respuesta productiva en rumiantes suplementados con zeolitas son inconsistentes ya que en varios estudios se han informado respuestas positivas (Ghaemnia et al., 2010; Goodarzi y Nanekarani, 2012), mientras que, en otros, no se han observado ventajas, o incluso, se informan resultados negativos cuando las zeolitas son utilizadas (Sherwood et al., 2005). Las inconsistencias en los resultados pueden deberse, en parte, al nivel de zeolita utilizado y a la composición de la dieta empleada. La mayoría de los informes con resultados positivos son en dietas de moderado a bajo contenido de energía, suplementadas con zeolita en un rango de 1 a 5% de la materia seca (Ghaemnia et al., 2010; Goodarzi y Nanekarani 2012; Ural, 2014); mientras que, la información sobre la respuesta al uso de zeolitas en rumiantes consumiendo dietas de finalización altas en energía es limitada.

Estudios realizados en ganado bovino han mostrado que la ingesta de alimento no se ve afectada por la inclusión de hasta 5% de zeolita en dietas con bajo y moderado contenido de energía (Pulido y Fehring, 2004).

Según Coutinho Filho et al, (2002) la zeolita en dietas concentradas para bovinos, aumentó la eficiencia de las ganancias de peso vivo, pero en comparación con los animales control, la diferencia fue mínima en eficiencia utilizando este aditivo.

Estrada-Angulo et al, (2017) en un estudio con corderos, comprobó que la incorporación de zeolita por encima de 1,5% a dieta de finalización mejoró la utilización de la energía neta de la dieta y en base al rendimiento productivo y la eficiencia en la utilización de la energía neta de la dieta, la respuesta óptima observada fue con el 3% de inclusión. Asimismo, en ovinos Pelibuey, porcentajes de zeolita adicionados a la ración (0, 1.5, 3.0 y 4.5) no registraron diferencias significativas para la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica y de la fibra, el consumo de esta última fracción

verificó un efecto cuadrático. Sin embargo, se recomiendan nuevos estudios con mayor número de animales (Ruíz et al., 2008).

Según Gutiérrez et al., (2008), trabajado con vacas mestizas Holstein x Cebú, la zeolita puede recomendarse cuando se utilizan alimentos fibrosos de mala calidad, mientras destinadas a rumiantes, quienes afirman que las zeolitas naturales y sintéticas son capaces de intercambiar sus iones móviles con los compuestos nitrogenados en el rumen. Se produce así una liberación más lenta de estos últimos, con mayor disponibilidad para los microorganismos y el receptor hospedero. Al respecto, es importante destacar que la zeolita logra mantener un suministro de NH<sub>3</sub> casi constante.

La adición de zeolita podría lograr un ligero incremento en el consumo, debido a la dilución energética de la dieta. Sin embargo, por las propiedades adsorbentes, que modifican la viscosidad de los fluidos, la zeolita podría disminuir la tasa de pasaje (Spotti et al. 2005) lo que se traduciría en un efecto compensatorio en la regulación del consumo.

Como resultado de la afinidad de las zeolitas por los cationes de NH<sub>3</sub>-N, en experimentos donde dietas de moderada a baja energía (> 45% de forraje en la dieta) fueron suplementadas con zeolita los resultados positivos se han atribuido a una mejor retención del N. Datos in vivo e in vitro mostraron que hasta un 15 por ciento del NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en el rumen puede ser adsorbido por la zeolita. Sin embargo, este efecto no ha sido significativo en dietas con alto contenido de energía (Urías-Estrada et al., 2016). Por lo tanto, para este tipo de dietas, la mejora en la eficiencia energética por efecto de la zeolita podría estar más relacionada con la mejora en tasas de fermentación ruminal, utilización del almidón y de la materia orgánica.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la adición de zeolita en una dieta de bovinos en engorde a corral, sobre su performance productiva.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el establecimiento Santo Tomas de Fermagui S.A Ubicado en Bahía Blanca Provincia de Buenos aires. Las instalaciones utilizadas fueron 3 corrales de 700 metros cuadrados cada uno, con bebida dentro del corral y los comederos en su margen.

El diseño experimental fue enteramente al azar en un periodo experimental de 63 días con 15 previos de acostumbamiento a las dietas. Se utilizaron 129 bovinos Aberdeen Angus, machos castrados, con una edad de inicio de 14 meses y peso vivo inicial promedio de 362 kg. Se llevaron adelante 3 tratamientos con 43 animales cada uno: 0 gr de Zeolita/animal/día (D<sub>0</sub>), 50 gr de Zeolita/animal/día (D<sub>50</sub>) y 100 gr de Zeolita/animal/día (D<sub>100</sub>). La dieta base estuvo compuesta por: silaje de maíz de planta entera 18%, grano de maíz partido 45%, pellets de raicilla de cebada 30%, pellet de soja 5%, núcleo vitamínico mineral 2%

La cantidad diaria de alimento ofrecido fue ajustada al 2,5% del peso vivo en base seca. A partir del día 45 se redujo en un 8% el silo de maíz y se aumentó en el mismo porcentaje la cantidad de grano de maíz en la dieta, para aumentar la concentración energética en la etapa de terminación. Las dietas se ofrecieron en una comida diaria, a las 7:00 horas, en forma de ración completa con un mixer Comofra SF de 3000 kg. Las variables registradas fueron: peso inicial, evolución de peso cada quince días, peso final, y se estimó ganancia diaria de peso vivo (GDPV).

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para evaluar el efecto de niveles crecientes de zeolita sobre las GDPV se utilizó el siguiente modelo:

$$Y = \mu + T + UE + P + e$$

Y: variable dependiente  
μ: media general del ensayo  
T: tratamiento  
UE: unidad experimental  
P: período  
e: error

Los datos fueron analizados por el procedimiento MIXED del programa estadístico SAS (SAS, 2004), utilizando un modelo mixto que incluyó el efecto fijo del muestreo (tratamiento, periodo) y el efecto aleatorio del animal. Se usaron contrastes ortogonales para determinar efectos lineales (L) y cuadráticos (Q), de niveles crecientes de zeolita entero sobre la GDPV. Se utilizó el test Tuckey para

el análisis de comparación de medias. Se consideró un nivel de significancia de  $p < 0,05$  y como tendencias a valores  $p$  situados entre 0,05 y 0,10.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A lo largo de los 63 días que duró el ensayo, se pudo observar un efecto cuadrático significativo ( $p=0,035$ ) a favor de la dosis 50 g de zeolita ( $D_{50}$ ) sobre la ganancia diaria de peso vivo (GDPV). Mediante un análisis de media se observó que las ganancias diarias de  $D_{100}$  fue significativamente menor ( $p=0,0005$ ) que D. y  $D_{50}$ . La magnitud de esta diferencia puede observarse en la figura 1.

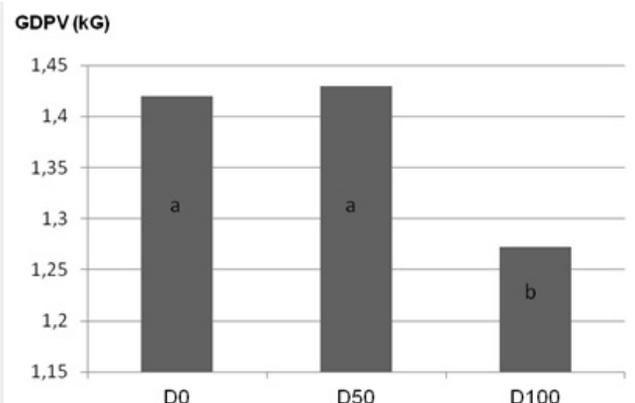


Figura 1

Ganancias diarias de peso observadas hasta los 63 días según tratamiento. Referencias: D0= 1,420 Kg GDPV, D50= 1,430 Kg GDPV, D100= 1,272 Kg GDPV, EE = 0,031 (error estándar).

Debido al cambio de dieta efectuado a partir de los 45 días y de las implicancias que el mismo pudiese traer, sobre todo en lo referente a la naturaleza y tipo de la fuente energética predominante, se decidió hacer un análisis diferencial del período previo al mismo. En este se constató un efecto cuadrático significativo ( $p=0,0001$ ) a favor de la  $D_{50}$  mayor que en todo el periodo analizado. El análisis de media arrojó que  $D_{50}$  se diferencia significativamente ( $p = 0,0001$ ) de D. y  $D_{100}$ , (figura 2).

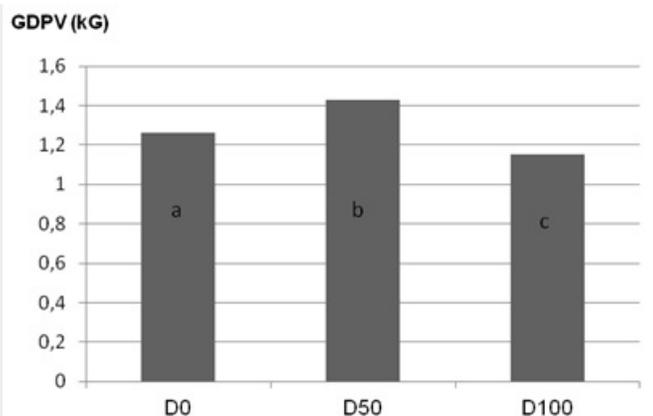
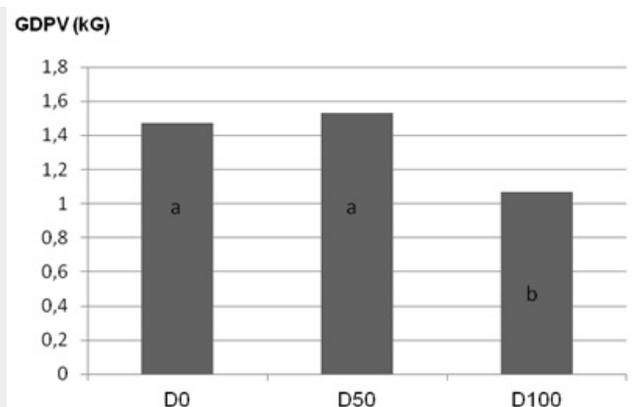


Figura 2

Ganancias diarias de peso observadas hasta los 45 días según tratamiento. Referencias: D0= 1,260 Kg GDPV, D50= 1,430 Kg GDPV, D100= 1,150 Kg GDPV, EE = 0,034 (error estándar).

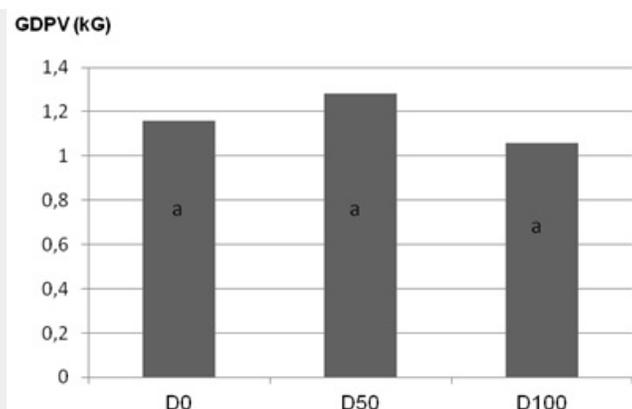
Desglosando el período de engorde por etapas, dada la frecuencia de pesadas, se obtuvieron los siguientes resultados. Por comparación con los efectos observados en las otras etapas, se considera que la etapa (0-15 días) se da la mejor relación dosis/peso vivo del animal (50 g para un peso vivo promedio de 378 kg) observándose un efecto cuadrático significativo ( $p=0,0002$ ) a favor de  $D_{50}$ . La GDPV media de  $D_{100}$  fue significativamente menor ( $p=0,0001$ ) que  $D_0$  y  $D_{50}$ , (figura 3).



**Figura 3**

Ganancias diarias de peso observadas hasta los 15 días según tratamiento. Referencias:  $D_0= 1,470$  Kg GDPV,  $D_{50}= 1,530$  Kg GDPV,  $D_{100}= 1,070$  Kg GDPV,  $EE = 0,034$  (error estándar).

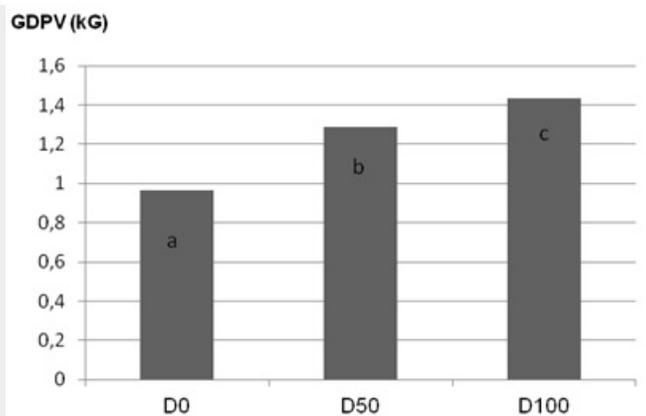
En relación a la etapa (15-30 días) se observó una tendencia cuadrática positiva ( $p= 0,078$ ) del efecto de  $D_{50}$  sobre la GDPV, debido a un probable desajuste (en defecto) de la dosis de zeolita en relación al creciente peso vivo de los animales. El análisis de media no arrojó diferencias significativas entre los tratamientos ( $p=0,138$ ), (figura 4).



**Figura 4**

Ganancias diarias de peso observadas de los 15 a 30 días según tratamiento. Referencias:  $D_0= 1,160$  Kg GDPV,  $D_{50}= 1,280$  Kg GDPV,  $D_{100}= 1,060$  Kg GDPV,  $EE = 0,083$  (error estándar).

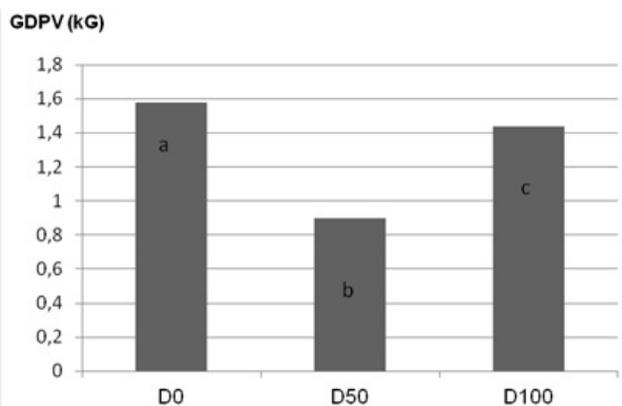
Respecto a la etapa (30-45 días), el desajuste de la  $D_{50}$  en función del creciente peso vivo de los animales (415 kg PV promedio) quedaría verificado por el mejor desempeño de  $D_{100}$ , corroborado por un efecto lineal significativo ( $p=0,0001$ ) entre 0 y 100 gr de zeolita/animal/día. Mediante el análisis de media se observaron diferencias significativas ( $p=0,0001$ ) entre los tratamientos (figura 5).



**Figura 5**

Ganancias diarias de peso observadas de los 30 a 45 días según tratamiento. Referencias: D0= 0,965 Kg GDPV, D50= 1,287 Kg GDPV, D100= 1,432 Kg GDPV, EE = 0,071 (error estándar).

Considerando la última etapa (45-60 días), los resultados arrojaron una disminución cuadrática significativa ( $p=0,0001$ ) en detrimento de  $D_{50}$ , observándose un mejor comportamiento de GDPV medias ( $p=0,0001$ ) para D. (figura 6). Probablemente, dicho efecto podría estar explicado por un desacople entre el aporte energético y el nitrogenado (Hall y Huntington, 2008; Yang et al., 2010; Arias et al., 2013). Ya que la zeolita tiene capacidad de retener amonio y liberarlo lentamente (Spotti et al., 2005; Gutiérrez et al., 2008), el cambio de dieta instrumentado en este último período (menor proporción de silo y mayor aporte de maíz), que acrecentaría la fuente de energía rápidamente disponible en perjuicio de una de más lenta liberación, explicaría el desacople señalado anteriormente (Ørskov 1992; Russell, 1998; Repetto, 2009).



**Figura 6**

Ganancias diarias de peso observadas de los 45 a 60 días según tratamiento. Referencias: D0= 1,580 Kg GDPV, D50= 0,897 Kg GDPV, D100= 1,438 Kg GDPV, EE = 0,069 (error estándar).

En coincidencia con Coutinho Filho et al, (2002), si bien se observaron efectos positivos con la inclusión de zeolita, en este trabajo la diferencia fue mínima en la eficiencia de utilización este aditivo, en relación a la dieta testigo.

En relación a la diversidad de resultados de los trabajos realizados con zeolita sobre la respuesta productiva en rumiantes, se coincide con los varios autores citados (Sherwood et al., 2005; Ghaemnia et al., 2010; Goodarzi y Nanekarani, 2012). Las razones para la inconsistencia de los resultados

pueden deberse, en parte, al nivel de zeolita utilizado y a la composición de la dieta empleada como fue comprobado en este estudio.

Probablemente los resultados positivos en las etapas iniciales de este estudio, se deban a que la dieta poseía un moderado contenido de energía, mientras que, consumiendo dietas de finalización altas en energía el efecto de la zeolita fue limitado.

## CONCLUSIÓN

Al suministrarse dosis fijas de zeolita en cada tratamiento, fue variando su relación con el peso vivo de los animales, registrándose una mejor respuesta con la dosis D<sub>50</sub> para el PV de los animales alcanzado a los 30 días. A partir del PV registrado a los 45 días la D<sub>100</sub> resultaría la más adecuada. La diferente respuesta obtenida al inicio del engorde en relación al final atenúa los efectos de la zeolita a lo largo de todo el período. Por lo tanto, si se hubiese combinado la D<sub>50</sub> al principio del engorde con la D<sub>100</sub> al final cabría esperarse un efecto más claro y favorable de la zeolita.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arias, R., Velásquez, A., y Toneatti, M.** 2013. Simulación de la eficiencia de la utilización de nitrógeno en novillos finalizados a pastoreo en el sur de Chile. *Archivos de medicina veterinaria*, 45(2), 125-134.
- Coutinho Filho, J. L. V.; Henrique, W.; Peres, R. M.; Justo, C. L.; Siqueira, P. A.; Coser, P. S.** 2002. Efeito da zeolita na engorda de bovinos em confinamento. *Archivos latinoamericanos de producción animal*, v. 10, n. 2, p. 93-96. 2002.
- Estrada-Angulo, A.; F. Coronel-Burgos; B.L Castro Pérez; M.A López Soto; A. Barreras; C. Angulo-Montoya; G. Contreras Pérez y A. Plascencia.** 2017. Efecto de la inclusión de zeolita (clinoptilolita) en ovinos en etapa de finalización: Respuesta productiva y energética de la dieta. *Arch. Zootec.* 66 (255): 381-386.
- Ghaemnia, L.; Bojarpour, M.; Mirzadeh, K.H.; Chaji, M. and Eslami, M.** 2010. Effect of different levels of zeolite on digestibility and some blood parameters in Arabic lambs. *J Anim Vet Adv*, 9: 779-781.
- Goodarzi, M., Nanekarani, S.** 2012. The effects of calcic and potassicclinoptilolite on ruminal parameters in Lori breed sheep. *APCBEE Procedia*, 4: 140-145.
- 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*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 42, Número 3: 255-258.
- Hall M. y Huntington G.** 2008. Nutrient synchrony: Sound in theory, elusive in practice. *Journal Animal Science*. 86 (E. Suppl.): E287-E292.
- Pulido, R.G. & Fehring, A.** 2004. Efecto de la adición de una zeolita natural sobre la respuesta productiva de terneras de lechería, postdestete. *Rev. Arch. Med. Vet.* 36:197.
- Repetto, J.** 2009. ¿Es posible lograr la sincronización de nutrientes en sistemas pastoriles intensivos? XXXVII jornadas uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay.
- Ruiz, 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. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 42, Número 4: 367-370.
- SAS Institute Inc. 2004. SAS On Line Doc\* 9.1.3. Cary, NC: SAS Institute. Inc.
- Russell JB.** 1998. Strategies that ruminal bacteria use to handle excess carbohydrate. *J Anim Sci* 76: 1955-1963.
- Sherwood, D.M.; Erickson, G.E. and Klopfenstein, T.J.** 2005. Effect of clinoptilolite zeolite on cattle performance and nitrogen volatilization loss. Nebraska Beef Cattle Reports. Paper 177.
- Spotti, M.; Fracchiola, M.L.; Arioli, F.; Canoni, F. and Pompa, G.** 2005. Aflatoxin B1 binding to sorbents in bovine ruminal fluid. *Vet Res Commun*, 29: 507-515.
- Ørskov, E.R.** 1992. Protein Nutrition in Ruminants. 2nd Edition. Academic Press. New York, EUA.
- Urias-Estrada, J.A.; López-Soto, M.A.; Barreras, A.; Aguilar-Hernández, J.A.; González-Vizcarra, V.M.; Estrada-Angulo, A.; Zinn, R.A.; Mendoza, G.D. and Plascencia, A.** 2016. Influence of zeolite (clinoptilolite) supplementation on characteristics of digestion and ruminal fermentation of steers fed a steam-flaked corn-based finishing diet. *Anim Prod Sci*. <http://www.publish.csiro.au/AN/justaccepted/AN16128>.

**Ural, D. A.** 2014. La eficacia de la suplementación de clinoptilolita sobre la producción de leche y el recuento de células somáticas. *Rev MVZ Córdoba*, 19: 4442-4448.

**Yang JY, Seo J, Kim HK, Seo J, Ha JA.** 2010. Nutrient Synchrony: Is it a Suitable Strategy to Improve Nitrogen Utilization and Animal Performance. *Asian-Aust J Anim. Sci* 23: 972 – 979.