

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA DE DIETAS  
OFRECIDAS A BOVINOS ADICIONADAS CON BUFFERS**

POR

LUIS ALBERTO VÁZQUEZ PÉREZ

**TESIS**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL

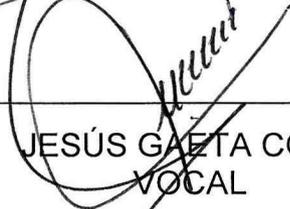
TITULO DE

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TESIS "DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA DE DIETAS OFRECIDAS A BOVINOS ADICIONADAS CON BUFFERS" QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

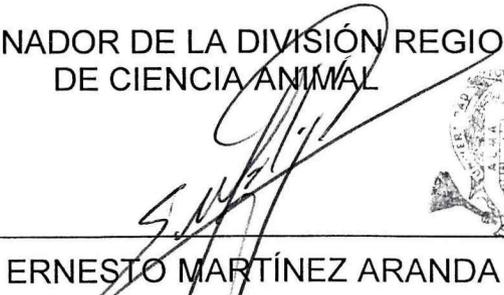
  
\_\_\_\_\_  
PhD. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE  
PRESIDENTE

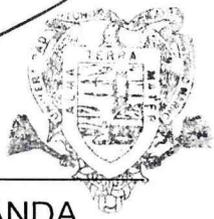
  
\_\_\_\_\_  
M.V.Z. JESÚS GAETA COVARRUVIAS  
VOCAL

  
\_\_\_\_\_  
M.C. PEDRO ESTRADA ADAME  
VOCAL

  
\_\_\_\_\_  
I.Z. HÉCTOR MANUEL ESTRADA FLORES  
VOCAL SUPLENTE

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL  
DE CIENCIA ANIMAL

  
\_\_\_\_\_  
MC. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal  
UAAAN - IJL

TESIS "DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA DE DIETAS OFRECIDAS A BOVINOS ADICIONADAS CON BUFFERS" QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

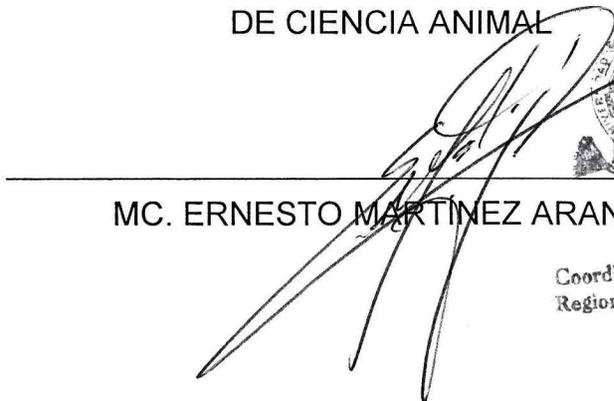
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**



---

PhD. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE  
PRESIDENTE

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL  
DE CIENCIA ANIMAL



---

MC. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal  
UAAAN - UL

## DEDICATORIA

Con dedicatoria especial a mis padres Celso Vázquez Martínez y Rosa María Pérez García que me apoyaron en mi educación y que estuvieron conmigo incondicionalmente en todo momento en espíritu, alma o persona, demostrándome que en los momentos más difíciles de la vida se puede salir adelante, a mi hermano José Antonio Vázquez Pérez que confió en mi y me mostró el camino correcto, a mis abuelos que me dieron su apoyo y unos padres muy especiales para mí.

---

## AGRADECIMIENTOS

A Dios que me guía tratando siempre de encaminarme por el buen camino y me permitió haber llegado a este escalón de mi vida.

A mi "Alma Mater" por darme la oportunidad de poder ser parte de ella y formarme como profesional.

A l PhD. Juan David Hernández Bustamante por su asesoramiento y apoyo que me brindo para poder lograr terminar correctamente mi carrera. Por su confianza de haberme invitado e integrado en su equipo de trabajo. Pero lo más importante por su amistad brindada.

A Isaura Odilia Robledo Esquivel que me apoyó con su paciencia, cariño y amor, durante los momentos difíciles por los que pasé en mi carrera.

A mis compañeros y amigos Dinora Flores, Dulce Aidé Rodríguez, Inés León, Olivia García, José Espinosa, Francisco García, Luis Gerardo Soto, Mario Iturbe, Francisco Guerrero, Antonio Fera, José Jesús Jiménez, que me apoyaron con su amistad y consejos.

# CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS. ....	iii
LISTA DE FIGURAS. ....	iv
INTRODUCCIÓN. ....	1
OBJETIVO. ....	2
META. ....	2
REVISIÓN DE LITERATURA. ....	3
MAGNESIO. ....	3
Propiedades y estado natural. ....	3
CAL DOLOMÍTICA. ....	3
Descripción. ....	3
Características Físicas. ....	3
Características Químicas. ....	4
REQUERIMIENTOS DE MAGNESIO. ....	4
Cálculo de óxido de magnesio para un animal de 450 kg de peso vivo. ....	4
Metabolismo del magnesio. ....	4
DINAMICA DEL MAGNESIO EN EL ORGANISMO. ....	6
MICROORGANISMOS RUMINALES. ....	6
BACTERIAS. ....	6
HIPOMAGNESEMIA: EFECTOS Y PROCEDIMIENTOS DE PREVENCIÓN EN LOS HATOS. ....	9
DEGRADABILIDAD RUMINAL IN SITU. ....	10

MATERIALES Y METODOS. ....	12
RESULTADOS Y DISCUSIÓN. ....	13
a) Tratamiento Testigo. ....	13
b) Tratamiento con Oxido de Magnesio Importado. ....	14
c) Tratamiento con Oxido de Magnesio Nacional. ....	15
d) Tratamiento con Hidróxido de Magnesio. ....	16
CONCLUSIÓN. ....	18
LITERATURA CITADA. ....	19

## LISTA DE CUADROS

CUADRO		pagina
1	GRUPOS DE GÉNEROS BACTERIANOS.....	7
2	CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DEL HIDRÓXIDO DE MAGNESIO.....	9
3	PORCENTAJES DE DEGRADABILIDAD DE LA MATERIA SECA DE LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES.....	13

175

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA		página
1	Esquema de la distribución del magnesio en el organismo....	6
2	Degradabilidad de la Materia seca del tratamiento testigo.....	14
3	Degradabilidad de la Materia Seca del MgO Importado.....	15
4	Degradabilidad de la Materia Seca del Tratamiento MgO Nacional.....	16
5	Degradabilidad de la Materia seca del tratamiento MgOH Nacional.....	17
6	Concentrado de las degradabilidades de los 4 tratamientos.....	17

---

## INTRODUCCIÓN

La necesidad de lograr satisfacer los mercados de carne, productos lácteos, y el consumo de leche en México por el gran crecimiento del país, ha despertado la inquietud de personas dedicadas a el mejoramiento genético y zootécnico de animales productores de ganado de carne y leche.

Los investigadores ante la necesidad de una mayor explotación de los animales domésticos y con la finalidad de mantener resultados en la producción, han conseguido productos eficientes que logran mantener una óptima digestibilidad y aprovechamiento de los alimentos y por consiguiente lograr una mejor producción.

Las estrategias de alimentación para vacas lecheras implican una estimación confiable del consumo voluntario de materia seca, que esta condicionado por las características del animal, de la dieta y por el manejo.

La digestibilidad y aprovechamiento de la materia seca al proporcionar alimentos no forrajeros como son los concentrados para aportar una mayor cantidad de nutrientes; alteran en gran forma el metabolismo de los animales, provocando una mala digestibilidad y una mala absorción de nutrientes.

Lo ya mencionado ha llevado a buscar soluciones definitivas a estos problemas o al menos reducir los problemas de digestibilidad en los animales, evitando por consiguiente, grandes pérdidas económicas al ganadero.

Se han logrado desarrollar algunos productos a base de minerales como buffers, que buscan evitar los problemas de digestibilidad de materia seca que sufren las vacas productoras de leche, pudiendo lograr un equilibrio digestivo y así mismo una mayor producción láctea.

## **OBJETIVO**

- El objetivo del presente estudio es medir y comparar en bovinos el efecto buffer de 3 productos que se manejan en el mercado nacional
- Evaluar productos derivados del magnesio que son producidos en el país contra los importados

## **META**

Contribuir a la salud ruminal de los bovinos permitiendo un ideal equilibrio ácido-básico, con la adición de productos tampón en la dieta diaria de ganado.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### MAGNESIO

#### Propiedades y estado natural

El metal, aislado por vez primera por el químico británico Humphry Davy en 1808, se obtiene hoy en día principalmente por la electrólisis del cloruro de magnesio fundido. El magnesio es maleable y dúctil cuando se calienta. Exceptuando el berilio, es el metal más ligero que permanece estable en condiciones normales. El oxígeno, el agua o los álcalis no atacan al metal a temperatura ambiente. Reacciona con los ácidos, y cuando se calienta a unos 800 °C reacciona también con el oxígeno y emite una luz blanca radiante. El magnesio tiene un punto de fusión de unos 649 °C, un punto de ebullición de unos 1.107 °C y una densidad de 1,74 g/cm<sup>3</sup>; su masa atómica es 24,305.

El magnesio ocupa el sexto lugar en abundancia natural entre los elementos de la corteza terrestre. Existe en la naturaleza sólo en combinación química con otros elementos, en particular, en los minerales carnalita, dolomita y magnesita, en muchos silicatos constituyentes de rocas y como sales, por ejemplo el cloruro de magnesio, que se encuentra en el mar y en los lagos salinos. Es un componente esencial del tejido animal y vegetal (Anónimo, s/f Magnesio).

#### CAL DOLOMÍTICA

##### Descripción

Se obtiene al calcinar piedra dolomítica con alto contenido de magnesio transformándose en una piedra de color blanco ligeramente cremoso, a la que también se conoce como cal dolomítica.

##### Características Físicas

- \* Piedra de aspecto granuloso o polvo cremoso
- \* Higroscópica
- \* Tamaño de partícula variable.

## Características Químicas

* Contenido de Óxido de calcio:	58% mín.
* Contenido de Óxido de magnesio:	28 - 33%
* Contenido de Silicatos:	2% max.
* Contenido de Óxidos metálicos:	0.5% max.
* LOI:	6.0% max.

## REQUERIMIENTOS DE MAGNESIO

Kepm y col. (1971) fueron los que establecieron los requerimientos de Mg en vacas lecheras y señala que las vacas en balance cero excretan 2.5 g de Mg diariamente por la orina y 0.12 -0.13 g por cada litro de leche producida. Además, la estimación de los requerimientos netos de manutención se deducen de las pérdidas endógenas fecales, que para el Mg se estiman en 3 mg/kg/d (Contreras, 1987)

### Cálculo de óxido de magnesio para un animal de 450 kg de peso vivo por día.

óxido de magnesio = 60.3% de magnesio  
150 ppm de magnesio = 150 mg de magnesio / kg de materia seca de dieta  
= 1500 mg de magnesio/10 kg de materia seca de dieta  
= 1.5 g de magnesio /animal de 450 kg de peso vivo

100 g de óxido de magnesio -----60.3 g de óxido de magnesio

x -----1.5 g de óxido de magnesio

**x = 2.487g óxido de magnesio**

## Metabolismo del magnesio

Entre las llamadas enfermedades de la producción o metabólicas la hipomagnesemia es probablemente la que presenta mayor confusión.

Los ovinos y los bovinos son los animales domésticos que están sujetos con mayor frecuencia a desórdenes metabólicos debidos a deficiencias de magnesio. Por lo tanto el metabolismo de este mineral ha sido estudiado muy extensamente en estas especies, fundamentalmente en los bovinos.

El magnesio se encuentra en el líquido extracelular (LEC), y el intracelular (LIC), siendo más abundante en este último.

En términos de cantidades de cada catión presente en el cuerpo, el Mg es el cuarto, precedido por el Ca, Na, y K. En la vaca, el contenido de Mg está con relación al peso corporal, y se da por la siguiente ecuación:

$$\text{Mg (gr)} = 0.655 \times \text{PV (Kg)} - 3.5$$

Por ejemplo, una vaca de 500 kilos tendría un contenido de magnesio de 324 gramos.

$$\text{Mg (gr) vaca 500 Kg} = (500 \times 0.655) - 3.5 = 324 \text{ gr. (Lucas, s/f)}$$

# DINAMICA DEL MAGNESIO EN EL ORGANISMO

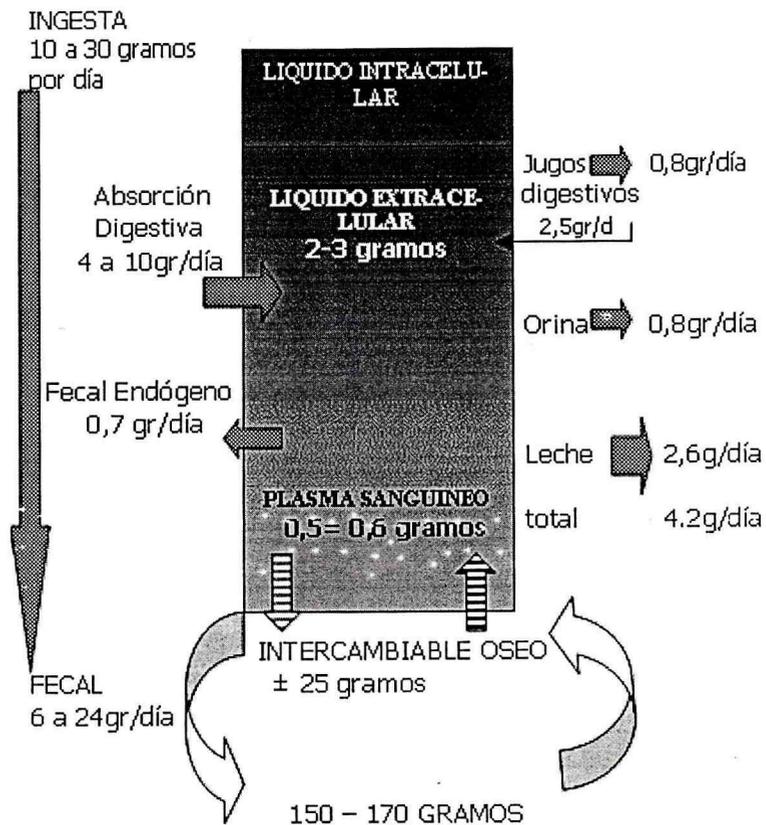


Figura 1. Esquema de la distribución del magnesio en el organismo (de Lucas, s/f)

## MICROORGANISMOS RUMINALES

### BACTERIAS

Cada mililitro de contenido ruminal alberga alrededor de 10 000 a 50 000 millones de bacterias, siendo estos los microorganismos más abundantes.

Las bacterias se encuentran en una gran variedad de géneros y especies por lo menos 28 especies funcionalmente importantes, las cuales se agrupan de acuerdo a su actividad.

La mayoría de las bacterias son anaerobias estrictas, que no pueden sobrevivir en presencia de oxígeno, sin embargo también se encuentran presentes organismos facultativos.

CUADRO 1. GRUPOS DE GÉNEROS BACTERIANOS

<b>Celulolíticos:</b>	<b>Hemicelulolíticos:</b>
» <i>Bacteriodes succinogenes</i>	» <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>
» <i>Ruminococcus flavefaciens</i>	» <i>Bacteriodes ruminicola</i>
» <i>Ruminococcus albus</i>	» <i>Ruminococcus sp.</i>
» <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	
<b>Utilizadores de azúcar:</b>	<b>Utilizadores de ácidos:</b>
» <i>Treponema bryantii</i>	» <i>Megasphaera elsdenii</i>
» <i>Lactobacillus vitulinus</i>	» <i>Selenomonas ruminantium</i>
» <i>Lactobacillus ruminus</i>	
<b>Pectinolíticos:</b>	<b>Utilizadores de lípidos:</b>
» <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	» <i>Anaerovobrio lipolytica</i>
» <i>Bacteriodes ruminicola</i>	» <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>
» <i>Lachnospira multiparus</i>	» <i>Treponema bryantii</i>
» <i>Succinivibrio dextrinosolvens</i>	» <i>Eubacterium sp.</i>
» <i>Treponema bryantii</i>	» <i>Fusocillus sp.</i>
» <i>Streptococcus bovis</i>	» <i>Micrococcus sp.</i>
<b>Amilolíticos:</b>	<b>Proteolíticos:</b>
» <i>Bacteriodes amylophilus</i>	» <i>Bacteriodes amylophilus</i>
» <i>Bacteriodes ruminicola</i>	» <i>Bacteriodes ruminicola</i>
» <i>Streptococcus Boris</i>	» <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>
» <i>Succinimonas amylolytica</i>	» <i>Streptococcus bovis</i>
<b>Productores de amoníaco:</b>	<b>Productores de metano:</b>
» <i>Bacteriodes ruminicola</i>	» <i>Methanobrevibacter ruminantium</i>
» <i>Selenomonas ruminantium</i>	» <i>Methanobacterium formicicum</i>
» <i>Megasphaera elsdenii</i>	» <i>Methanomicrobium mobile</i>
<b>Ureolíticos:</b>	
» <i>Succinivibrio dextrinosolvens</i>	
» <i>Bacteriodes ruminicola</i>	
» <i>Selenomonas sp.</i>	
» <i>Ruminococcus bromii</i>	
» <i>Butyrivibrio sp.</i>	
» <i>Treponema sp.</i>	

La principal fuente mineral de Mg es el óxido de magnesio (MgO). Se obtiene por calcinación de la magnesita, que es una roca formada por carbonato de magnesio con proporciones variables de dolomita (sulfato de Ca y Mg), sílice (SiO<sub>2</sub>) y cal (CaO) como contaminantes. El procesado incluye un enriquecimiento de la materia prima original mediante técnicas basadas en separación de los distintos componentes por densidad. Posteriormente se somete el producto enriquecido al proceso de calcinado con aplicación de temperaturas de 900 a 1.100 °C durante unas 8 horas. La riqueza del producto final depende de la pureza en Mg del material inicial mientras que la disponibilidad del Mg va a depender en gran parte de las condiciones del proceso de calcinación. Magnesitas mal calcinadas pueden mostrar disponibilidades inferiores al 40% en relación al sulfato de Mg, pero los valores medios están en torno al 75%. No es fácil evaluar la disponibilidad del Mg mediante técnicas in vitro pero, en general, una buena solubilidad en nitrato amónico es indicativo de buena disponibilidad. Un menor tamaño de partícula (las partículas groseras se tienden a depositar en el fondo del rumen) y una mayor temperatura (hasta 1.100 °C) del tratamiento mejoran la disponibilidad. La riqueza en MgO del producto comercial está en torno al 85% y dado que el MgO contiene un 60% de Mg, el contenido en este mineral está en torno al 50-52%. Los contaminantes habituales son el óxido de calcio (7-8%), el óxido de silicio (2-4%) y el óxido férrico (<1%) (Mateos, 2003).

En el mercado mundial existen fuentes de MgO obtenidas mediante reciclado de subproductos ricos en Mg, que se caracterizan por un color más oscuro en contraste con el blanco-cremoso del MgO obtenido directamente de mina y por un mayor contenido en metales pesados (F, Pb, Cr, Va, Mo). El sulfato de magnesio (MgSO<sub>4</sub>) en forma heptahidratada se utiliza por sus efectos laxativos. Se obtiene a partir del MgO original y contiene aproximadamente un 10% de Mg y un 13% de S.

Los carbonatos dolomíticos son también una fuente importante de Mg (hasta el 12% de Mg) pero su incidencia en el mercado español es mínima. Su uso como fuente de Ca implica un exceso de Mg en la dieta que resulta perjudicial, especialmente en animales sobre suelo (camas húmedas), aves jóvenes (problemas óseos) y ponedoras comerciales (problemas de calidad de cáscara). La disponibilidad del Ca y del Mg en estos carbonatos es menor que en otras fuentes de uso común (el 50% para el Ca y el 33% para el Mg en comparación con el CaCO<sub>3</sub> y el MgO, tomados como patrón) (Mateos, 2003).

**CUADRO 2. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DEL HIDRÓXIDO DE MAGNESIO**

Formula quimica	Nº CAS/EINCES	Mg (%)
Mg(OH) <sub>2</sub>	1309-42-8/215-170-3	37,0

(Mateos, 2003)

**HIPOMAGNESEMIA: EFECTOS Y PROCEDIMIENTOS DE PREVENCIÓN EN LOS HATOS**

El Mg es esencial para el funcionamiento orgánico porque participa en más de 300 sistemas enzimáticos involucrados en procesos metabólicos vitales para el organismo. Ingresa con la dieta y el sitio de absorción más importante es el rumen y el omaso, mediante un sistema de absorción activo y pasivo, una menor cantidad puede ser absorbida pasivamente en el intestino. Existen diversos factores que alteran la absorción del Mg, por ello aún en raciones que aporten la cantidad de Mg suficiente para satisfacer los requerimientos, pueden ocasionar deficiencias (Contreras, 1987).

## DEGRADABILIDAD RUMINAL IN SITU

En el rumen el almidón es fermentado a ácidos grasos volátiles y la proteína degradada a cetoácidos y amoníaco, siendo este último la principal fuente de N para la síntesis microbiana. La intensidad de este proceso degradativo es variable y depende de la magnitud de la fracción potencialmente degradable y de su tiempo de retención en el rumen.

La digestión en el rumen de las fracciones potencialmente degradables del almidón y la proteína puede ser descrita por un modelo cinético de desaparición de este compartimiento (Ørskov y McDonald, 1979), definido por dos actividades simultáneas: los ritmos o velocidades de degradación ( $K_d$ ) y de paso a través del rumen ( $K_p$ ) cuya relación determina la proporción efectivamente digerida en el rumen ( $K_d/(K_d+K_p)$ ) o, por el contrario, la proporción que abandonaría el rumen sin ser degradada ( $K_p/(K_d+K_p)$ ).

La mayor parte de los tratamientos a que son sometidos los cereales y suplementos proteicos modifican su velocidad de degradación en el rumen ( $K_d$ ) y con ello la proporción de almidón o proteína que es digerida en éste u otros tramos posteriores del tracto digestivo. Ello puede tener una importante incidencia en la eficiencia de utilización de la dieta y en la respuesta productiva del animal, dada la influencia que el lugar de digestión tiene sobre el tipo de nutrientes absorbidos (Thomas y Rook, 1981).

No obstante, estas variaciones en el ritmo de degradación pueden verse compensadas por variaciones en el tiempo de retención, provocadas simultáneamente por el tratamiento. Por ejemplo, la molturación del maíz incrementa su ritmo de degradación al aumentar la superficie expuesta a la acción bacteriana (Galyean et al, citada por Guada 1993), pero también el menor tamaño de partícula puede facilitar su salida del rumen, disminuyendo el tiempo de retención, lo que compensaría, en parte, la mayor velocidad de degradación. Otros factores, como el nivel de alimentación (Owens y Goetch, citada por Guada 1993) o la proporción de forraje en el caso de dietas mixtas (Colucci et al ., citada por Guada 1993), pueden hacer variar el tiempo de

retención y por consiguiente la digestibilidad ruminal (Gallean et al, citada por Guada 1993). No obstante, es de notar que la influencia del tiempo de retención varía dependiendo del ritmo de fermentación. Esta diferencia se puede apreciar en la degradación ruminal del maíz (M) y la cebada (C). Ya que ésta última fermenta muy rápidamente, es de esperar que las variaciones en el tiempo de retención tengan un efecto más acusado sobre la degradabilidad del maíz que sobre la de la cebada (Guada, 1993).

## MATERIALES Y METODOS

Novillo Hereford x Angus con fistula ruminal permanente

Canula ruminal neumática

Jaula Metabólica para rumiante

Alfalfa henificada de primera calidad

Concentrado del 16 % de Proteína Cruda para ganado lechero

Bolsas de Dacrón de 10 x 20 cm.

Aros metalicos

Ligas de plastico

Ancla sujetadora

Oxido de Magnesio Nacional

Oxido de Magnesio de Importación

Hidróxido de Magnesio Nacional

Estufa de aire caliente

Balanza Analítica

Siguiendo la técnica descrita por Orskov y McDonald (1979) se incubaron en el rumen del animal, las bolsas que contenían aproximadamente 10 gramos de la dieta integral y estaban adicionadas con 1 gramos de alguno de los productos de magnesio que se deseaba probar, las horas de incubación fueron: 0, 4, 8, 12, 24, 48, 72, 96 postprandial; luego de extraídos se lavaban con agua corriente y eran introducidos a la estufa de aire caliente a 70 grados centígrados para su secado durante 12 horas de acuerdo a A.O.A.C. (1994) y posteriormente se pesaban.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 1 se presentan los datos numéricos obtenidos luego de los diferentes muestreos a cada una de las etapas del experimento.

CUADRO 3. PORCENTAJES DE DEGRADABILIDAD DE LA MATERIA SECA DE LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES

Hora muestreo	Testigo (%)	MgOH Nacional (%)	MgO Nacional (%)	MgO Importado (%)
0	10.33	28.78	16.09	16.46
4	48.55	57.21	49.08	44.81
8	53.40	69.48	62.12	59.68
12	64.23	75.69	71.13	60.38
24	77.00	80.72	78.25	78.39
48	80.96	84.02	80.73	79.25
72	81.93	84.70	83.24	81.14
96	80.06	81.41	80.35	82.54

### a) Tratamiento Testigo

Cuando se introdujo la muestra al rumen, sin contener ninguna cantidad adicionada de magnesio, se obtuvo un valor a la hora 0 sumamente bajo, llegando éste sólo a un 10%, lo que representa poca eficiencia en la disponibilidad de nutrientes; luego de 4 horas se observa un aumento considerable de la degradabilidad, pero a partir de esa hora la pendiente de la recta se inclina demasiado como se observa en la figura. 2, significando que a partir de esa hora las bacterias toman los nutrientes que contiene el alimento y no permiten que lleguen al abomaso una cantidad alta de nutrientes que serian aprovechados para la producción.

## Degradabilidad de la Materia seca del Testigo

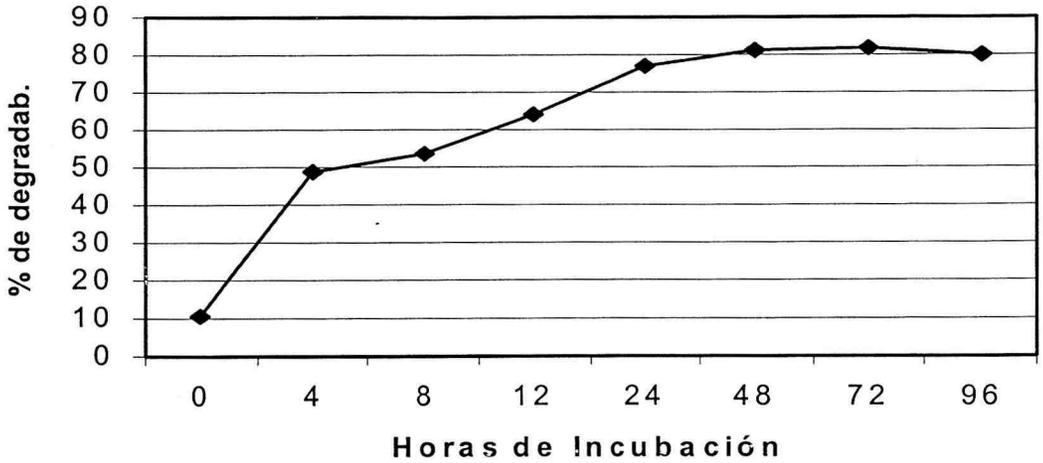


Figura 2. Degradabilidad de la Materia seca del tratamiento testigo.

### b) Tratamiento con Oxido de Magnesio Importado

La acción buffer que se busca cuando se adicionan productos alcalinizantes del rumen, se pretende que suceda en las primeras horas, pues es durante este tiempo cuando se inicia el desdoblamiento de los nutrientes que poseen los alimentos, pero es también cuando los microorganismos que habitan en el rumen inician su ataque para aprovechar los nutrientes, por eso si se mantiene neutro o alcalino el rumen, el numero de bacterias se verá disminuido y esto permitirá que se aproveche mejor el alimento consumido.

En la figura 3, se observa a la hora 0, un valor muy parecido al del óxido de magnesio de nacional, pero a partir de la hora 4 alcanzan valores menores a los del óxido de magnesio nacional, a la hora 8 pierde casi por completo su efecto alcalinizador, lo que lo hace un producto de un corto efecto con menor eficiencia que los dos tratamientos anteriores.

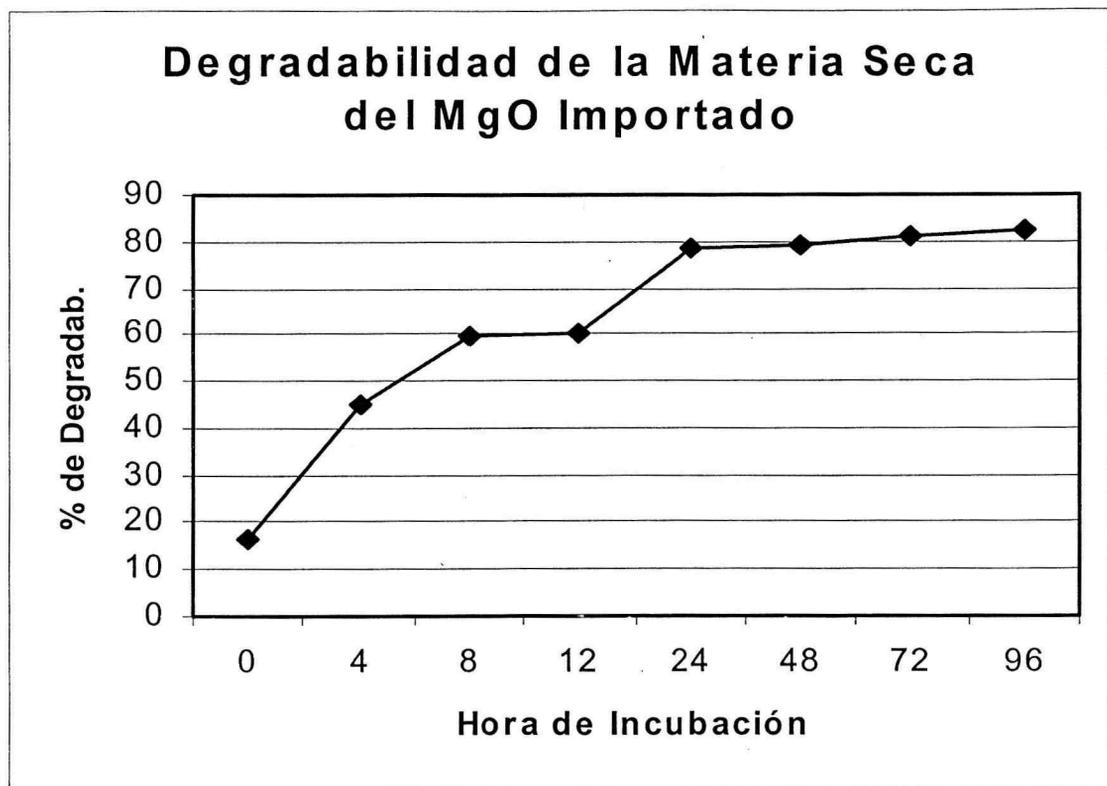


Figura 3. Degradabilidad de la Materia Seca del MgO Importado.

### c) Tratamiento con Oxido de Magnesio Nacional

En lo que respecta a la degradabilidad de la materia seca, por el solo hecho de ponerlo en contacto con el licor ruminal, se obtuvo una degradabilidad del 16.09% lo que indica el poder de solubilidad que posee este producto, y además en la gráfica se observa una tendencia regular en la degradabilidad, llegando a las 4 horas a un 49.08%, lo que indica que hubo un buen aprovechamiento de los nutrientes que contenía la dieta probada, gracias a la alcalinización que proporcionó el oxido de magnesio.

## Degradabilidad de la Materia Seca del MgO Nacional

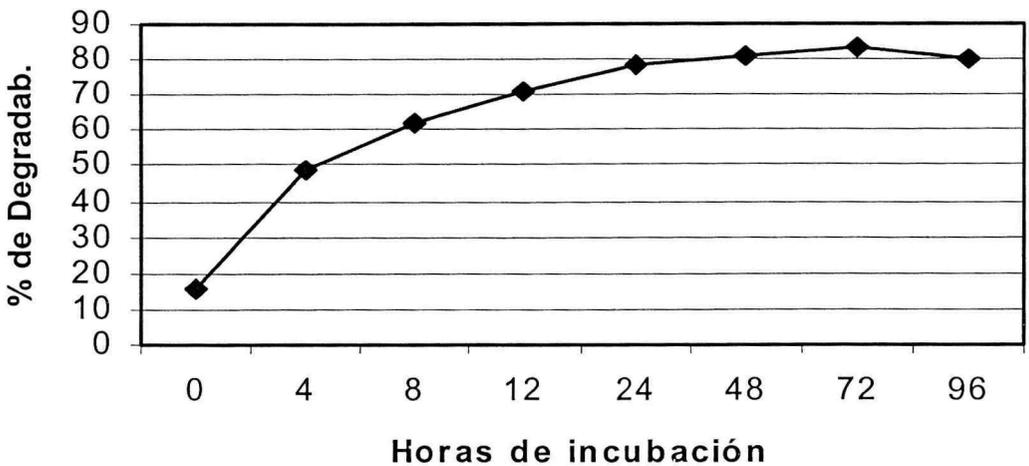


Figura 4 . Degradabilidad de la Materia Seca del Tratamiento MgO Nacional.

### d) Tratamiento con Hidróxido de Magnesio

En la figura 3, se observa hubo un incremento de la degradabilidad de un 28.78% y en las siguientes 4 horas un 57.21% lo cual es un valor excelente debido a que los ingredientes utilizados en la alimentación de las vacas lecheras altas productoras debe tener una alta tasa de pasaje lo que permite que llegue casi íntegro sin ser atacado por las bacterias, sino que llegue casi íntegro al abomaso; lo que lo convierte en el mejor tratamiento de los probados.

De acuerdo a la grafica, no se nota una pendiente marcada en su curva, lo que denota que la protección que otorga al alimento es uniforme en las primeras 4 horas, que es lo que se busca con los productos buffer; es que su efecto lo haga en las primeras horas para permitir que los nutrientes (aminoácidos, carbohidratos y grasa) puedan llegar intactos hasta el abomaso y posteriormente ser absorbidos en el intestino delgado.

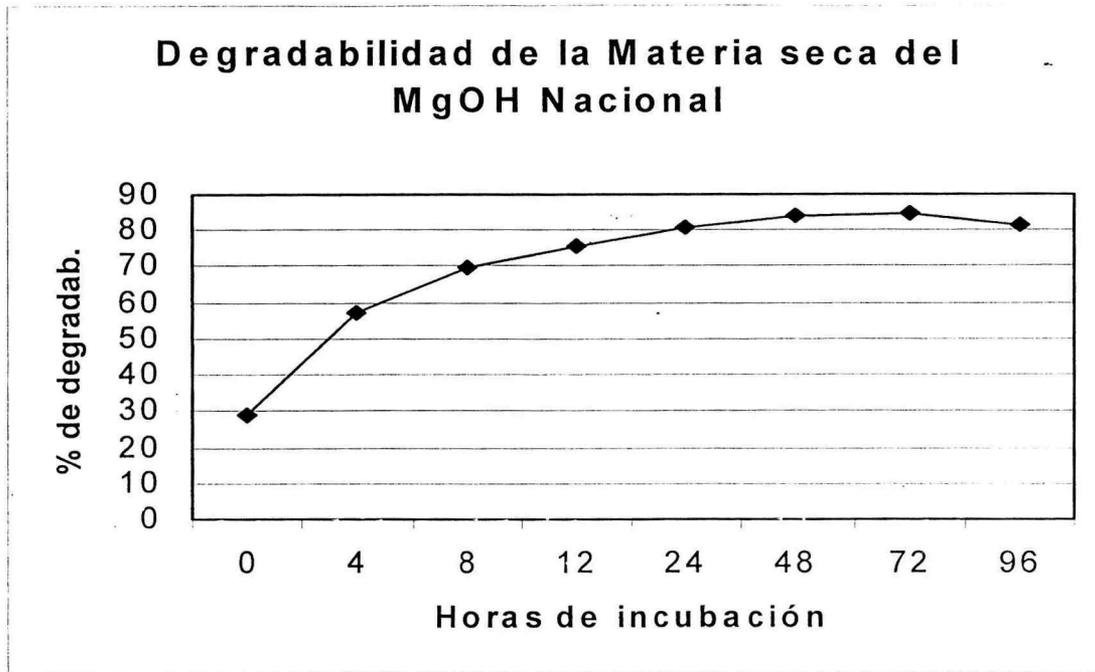


Figura 5. Degradabilidad de la Materia seca del tratamiento MgOH Nacional

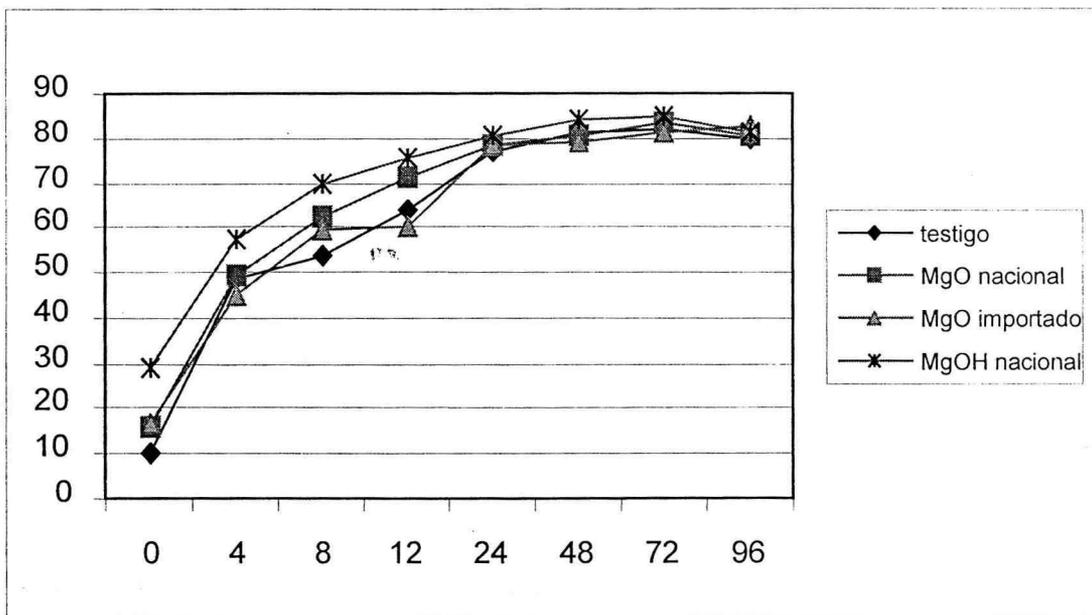


Figura 6. Concentrado de las degradabilidades de los 4 tratamientos

## CONCLUSIÓN.

Los datos obtenidos en la investigación muestran que el hidróxido de magnesio fue el mineral que tuvo las digestibilidades de la materia seca mas altas, esto nos indica que contribuye a que el aprovechamiento de nutrientes de los alimentos, sea superior a cuando no tienen ninguna adición de sustancias buffer.

Por lo que se recomienda añadir a la dieta el Hidróxido de sodio como una opción mas para abatir algunos problemas digestivos, que pueden presentar los animales cuando consumen dieta altas en granos.

## LITERATURA CITADA

- Anónimo. S/F Óxido de Magnesio.
- A.O.A.C.1994. official methods of analysis. (12 th Ed.) Association of official Analytical chemists. Washington, D.C.
- Anónimo, S/F Formulación de misturas minerales para bovinos de corte.
- Colucci, P. E.; Chase, L. E. y Van Soest, P. J. (1982) J. Dairy Sci. 65, 1445
- Contreras, P, A 1987 Hipomagnesemia: efectos y procedimientos de prevención en los rebaños. Fac. de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Castilla 567 Valdivia- Chile.
- De Luca,L,J S/F Fisiología del magnesio 1, Laboratorios Burnet S.A.
- Gallardo, M,18/09/2002, El inicio de la primavera en el tambo: ¿Por qué baja la grasa en leche, EEA Rafaela- INTA.
- Guada , J.A ,1993 Efectos del procesado sobre la degradabilidad ruminal de proteína y almidón, Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos.
- Mateos , G.G y Rebollar, P.G<sup>a</sup> , 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2<sup>a</sup> ed.). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 423 pp.
- Nava, C.; Diaz, C. 2001 introducción a la Digestión Ruminal. Departamento de Nutrición Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM <http://www.veterin.unam.mx/linealruminal/digestfmvz./enruminal.htm> Facultad de Veterinaria de Zaragoza , Barcelona.
- Thomas, P. C. y Rook, J. A. F. (1981) En: Recent developments in Ruminant Nutrition. W. Haresign y D. J. A Cole. (eds). Butterworths, London. pp: 157