

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**Trabajo para optar al título de Especialización en Nutrición Animal**

**“Uso de tierra de diatomea como aditivo para mejorar  
la producción animal bovina en confinamiento”**

**NOMBRE DEL ALUMNO: Médico Veterinario Eduardo Agustín Cuetos**

**NOMBRE DEL DIRECTOR: Ing. Agrónomo Doctor Ricardo Eduardo Bonatti,  
INTA San Luis.**

**NOMBRE DEL CO-DIRECTOR: Médico Veterinario, Doctor Alejandro Relling  
UNLP.**

**Diciembre de 2017**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi Director Ing. Agrónomo Doctor Ricardo Eduardo Bonatti de INTA San Luis.** Por confiar en mí desde el primer momento en que lo contacté. Por su colaboración y ayuda, porque me aconsejó cada vez que lo necesité para el desarrollo de este trabajo.

**A mi Co-Director Médico Veterinario, Doctor Alejandro Relling de UNLP,** que me aconsejó y me ayudó constantemente para poder expresar de manera ordenada y coherente todos los datos generados en mis ensayos y así poder concretar este trabajo. A quien admiro como docente e investigador.

**Al Med. Veterinario Carlos Rosanigo de INTA San Luis,** que con su gran experiencia y conocimientos de la zona árida de San Luis, me orientó en el tema elegido para los ensayos.

**Al Ing. Agr. Alberto Belgrano Rawson de INTA San Luis,** que compartió conmigo sus conocimientos y experiencia y fue fundamental para poder realizar estos ensayos. Porque gracias a él se incluyó como un trabajo avalado por INTA.

**Al Encargado de Feedlot José Lucero** que me facilitó el trabajo en terreno y estuvo siempre atento a brindarme lo que necesitara para que pudiera realizar los ensayos sin inconvenientes.

**Al Lic. Esp. Esteban Falcón** por ayudarme con el análisis estadístico de los datos.

**A mis colegas y amigos Med. Veterinarios Elbio Bressan y Horacio Concari** por brindarme su amistad desinteresada durante el tiempo que estudiamos juntos y que me brindaron su opinión y conocimientos para la realización de este trabajo.

**A mis hermanos Lic. Juan Ignacio Cuetos y Dra. Ariadna Cuetos,** con los cuales compartí parte de mi existencia y me brindaron su apoyo personal y profesional.

**A mi esposa Lic. Cecilia Rotella** por su paciencia y apoyo incondicional y por impulsarme siempre para que logre mis objetivos y a **mis hijos Sofía, Agustina y Esteban** que dan sentido a mi vida y a mi trabajo.

**A mis padres Dr. Isidoro Cuetos y Dra. Elida Vanella** por enseñarme que con dedicación y constancia se pueden alcanzar las metas que nos hemos propuesto.

## INTRODUCCIÓN

Las diatomeas son algas microscópicas fosilizadas (compuestas por una pared celular transparente de sílice y una capa interna de pectina); de composición unicelular, forma y tamaños variados, provenientes de aguas dulces o marinas y con aproximadamente 5.000 especies conocidas.

La tierra de diatomea (**TD**) es un depósito geológico de micro-esqueletos fosilizados de numerosas especies de silíceos marinos y de organismos unicelulares de agua fresca (fitoplancton), particularmente diatomeas y otras algas.

Cuando las algas mueren, todo el contenido orgánico se destruye, con excepción de su esqueleto de sílice, el cual generalmente va a depositarse al fondo de las aguas, para formar al cabo de los siglos, grandes depósitos de algas fosilizadas.

De este sedimento se extraen rocas que al molerse se obtiene un polvo fino de color blanco-grisáceo que contiene partículas porosas con ciertas propiedades abrasivas y con la habilidad de absorber lípidos tres o más veces la masa de su partícula, que es conocido como tierra de diatomeas el cual es un material inerte (no tóxico).

La TD está formada en su mayor parte (86%) por sílice amorfa y por numerosos minerales entre macro elementos (Ca, P, Na, K, Mg) y micro elementos vestigiales, estos últimos agrupados como esenciales (Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Zn), contaminantes (Al, Ba, Sr, Ti) y tóxicos (As, Pb, Cd, Hg, Cr, Sn). Sin embargo, no todas las tierras son iguales, sino que varían en su composición mineral según sea la cantera de la cual provengan (Fusé et al., 2013).

### Los minerales en la producción bovina

La deficiencia de elementos minerales puede estar limitando en forma solapada la producción en algunos establecimientos ganaderos, a tal punto que se puede hacer difícil que este problema sea reconocido por el productor como causa de la baja producción.

En la medida en que la producción forrajera estimule la ganancia de peso de los terneros en base a **cubrir requerimientos de energía** y proteínas, aumentan paralelamente los requerimientos de minerales. Por lo tanto cuanto más alimento se aporta, más minerales se necesitan. (Rosa y Mattioli, 2017).

Los minerales se clasifican, para su estudio, en macroelementos o minerales mayores y microelementos u oligoelementos.

## Macroelementos

Son aquellos minerales requeridos por los vacunos en cantidades considerables, en el orden de gramos por día. Tienen, en general, una función plástica (forman parte de los tejidos, por ejemplo: huesos, músculos, tendones) y se trata de: fósforo; calcio, magnesio, potasio, sodio, cloro y azufre.

## Microelementos

Las necesidades de los animales por estos elementos son muy pequeñas (miligramos por día) y tienen en general una función reguladora del metabolismo. Entre ellos tenemos: cobre, cinc, selenio, manganeso, hierro, yodo y cobalto. (Balbuena, 2003; Fader, 2001)

La nutrición se asocia con la defensa contra el estrés, específicamente contra el estrés oxidativo. Los componentes de la dieta empleados en las defensas antioxidantes son vitaminas y minerales. Entre las primeras es esencial la vitamina E, y después aquellas que la secundan, como la vitaminas A. Entre los minerales son importantes el cobre, el zinc, el manganeso y el selenio, entre otros. Secundariamente deberíamos sumar al cromo y al yodo por sus efectos sobre la actividad metabólica (Lizzarraga et al., 2015).

## **Minerales que colaboran con las defensas antioxidantes**

### **a) Cobre**

Una de las consecuencias más graves de la hipocuprosis es la menor ganancia de peso. Estudios realizados en terneros entre 3 y 7 meses de edad demostraron se dejan de ganar entre 3 y 10 kg de peso por mes cuando presentan niveles de hipocupremia severa (Fazzio et al., 2010; Rosa et al., 2006).

En trabajos experimentales la hipocuprosis ha sido asociada en bovinos con una disminución en el número de linfocitos B circulantes, con menor producción de anticuerpos y con disfunciones de los neutrófilos que presentan menor actividad metabólica y baja capacidad fagocítica y microbicida (Testa, 2015; Ward and Spears, 1999).

También se observa decoloración del pelo como resultado de la deficiencia de cobre.

La deficiencia de cobre se puede manifestar en:

- Menor eficiencia en la producción de carne y leche.
- Anemia: porque la deficiencia de cobre limita la utilización de hierro.
- Anormalidades en la constitución de los huesos.

- Desórdenes neurológicos.
- Depigmentación del pelo.
- Anomalías reproductivas.
- Deficiente respuesta inmunológica.

Cuando el cobre presente en la dieta no cubre los requerimientos mínimos, el bovino comienza a utilizar la reserva de este mineral que se encuentra depositada en el hígado (órgano de almacenamiento), pudiendo mantener valores normales o levemente modificados en suero. Este lapso, llamado etapa de depleción, puede continuar en el tiempo sin modificar los niveles de producción mientras existan reservas disponibles. La depleción también puede presentarse con buena oferta del mineral, cuando los requerimientos del bovino estén incrementados por demandas fisiológicas (crecimiento, gestación o lactación).

Cuando se consumen las reservas hepáticas y no existe aporte de la dieta, comienza la etapa de deficiencia subclínica. En este momento, se puede reflejar la deficiencia de cobre a través de una reducción del nivel productivo y/o reproductivo, y si no es tratada a tiempo, dicha carencia se hará clínicamente evidente a través de la decoloración del pelaje (gris arratonado en animales de pelo negro y amarillo paja en los colorados), especialmente alrededor de los ojos, lo cual es comúnmente denominado “anteojeras”, simultáneamente se pierde también el brillo y estructura del manto piloso: se muestra opaco-hirsuto y la muda se retrasa (Rosa and Mattioli, 2002).

En los rumiantes el suministro de cobre en la dieta, en cantidades suficientes, es necesario, para el desarrollo de algunas acciones enzimáticas vitales: introducción del hierro en la hemoglobina, pigmentación y cornificación de los pelos, mielinización de las vainas nerviosas, además el cobre parece tener importancia en la osificación del esqueleto, en la normal formación de estructuras articulares, para el funcionamiento del miocardio, y en la síntesis de hormonas gonadotróficas. Esto demuestra la vital importancia del Cobre en el normal funcionamiento de todo el organismo, quizás más que cualquier otro mineral (Fazzio et al., 2013).

## **b) Zinc**

El zinc es un mineral que se encuentra en concentraciones altas en el pelo (201 ppm sobre materia seca), mientras que su concentración en los leucocitos es de 21 ppm. Su función es actuar como cofactor o regulador de distintas enzimas (Piquer Vidal, 2005).

La deficiencia de este elemento causa problemas de inapetencia, falta de crecimiento (enanismo), decoloración del pelo, alopecia, paraqueratosis y problemas reproductivos en los machos (Jimenez Ocampo et al., 2014).

El menor consumo de alimento y la menor conversión alimenticia son consecuencias sensibles de la carencia de Zn en todas las especies (Suttle, 2010). Si bien el mecanismo exacto de la anorexia no resulta claro, sí es evidente que el Zn participa en procesos fisiológicos de importancia durante el consumo y aprovechamiento del alimento (Mattioli et al., 2008).

#### **d) Selenio**

La importancia del Se no debe restringirse a la capacidad antioxidante, sino además a la dependencia de la activación de las hormonas tiroideas. La deficiencia afecta el crecimiento de los bovinos, con disminución del crecimiento hasta lesiones musculares y muerte (Suttle, 2010).

Múltiples trabajos evidencian el efecto beneficioso del Se sobre el sistema inmune, y con resultados más evidentes cuanto mayor es el desafío metabólico y oxidativo (Glauber, 2008). Se informan respuestas a la suplementación como menor incidencia de enfermedades y mayor peso final en feedlot. En rodeos de cría reduce la incidencia de diarreas (Younis et al., 2009).

#### **c) Manganeso**

El manganeso cumple funciones esenciales en la formación de los huesos, el crecimiento y en la reproducción; es uno de los minerales con menor efecto tóxico. Los niveles de Mn recomendados para el ganado vacuno para carne están entre 20 a 40 ppm. El límite máximo tolerable es de 1000 ppm. En pastizales de la Región NEA es improbable que ocurran deficiencias; pero en la Región Pampeana, habría un 38% de muestras de forrajeras deficientes en Mn. (Mufarrege, 1999).

La actividad inmune de un animal es dependiente de la capacidad antioxidante, incluida la actividad Mn-SOD (superóxidodismutasas).

De acuerdo al estudio de Mufarrege (1999) las deficiencias minerales que más afectan la producción de los bovinos para carne en la Argentina, son las originadas por la falta de Fósforo, Sodio, Magnesio, Zinc y Selenio en las pasturas.

En el caso de los rumiantes, no debemos minimizar su intervención en el metabolismo ruminal. Las bacterias y protozoos presentes en este medio, como en todo ser vivo, requieren minerales para lograr un óptimo crecimiento, reproducción y también para lograr producir la degradación de los alimentos. Gran parte de las mermas que se suscitan en la producción de los rumiantes por deficiencias minerales se deben a una baja eficiencia de conversión alimenticia, debido a una menor digestibilidad y aprovechamiento de nutrientes (Araujo Febres y Vergara-Lopez, 2007).

**El aporte de minerales en la dieta es necesario para evitar problemas clínicos y subclínicos que bajan la producción y para mejorar el funcionamiento del rumen, logrando mayor eficiencia en la utilización del forraje consumido y por lo tanto, mayor producción.**

Los problemas por carencias alimenticias en el crecimiento y desarrollo de los animales se observan finalmente en los bajos rindes dentro de los balances económicos de los empresarios pecuarios. Los bajos niveles minerales en el organismo alteran procesos metabólicos, afectando negativamente la producción de carne, la eficiencia reproductiva, y disminuyendo la actividad del sistema inmune (Repetto et al., 2004).

La suplementación oral es la forma más natural de aportar los minerales. Básicamente se considera que lo que entra por boca es más eficiente, porque los minerales no sólo son fundamentales en el metabolismo animal, sino que también juegan un papel importante en el ambiente ruminal al mejorar la digestibilidad y aprovechamiento del forraje (Lipps y Bravo, 2016).

Según la clasificación de la Organización Mundial de la Salud, la TD amorfa pertenece a la Clase III (WHO, 2009), considerada no tóxica para mamíferos y su uso en alimentos almacenados está autorizado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USA Federal Register, 1981), así como por la Administración de Drogas y Alimentos de USA (FDA) y organismos de control de la Unión Europea, entre otras. La FDA no fija un límite de residuo en cuanto a su utilización para el control de insectos en granos almacenados (USA Federal Register, 1981). También fue descrita su acción como antiparasitario interno en el ganado bovino en dosis del 1% al 2% del peso total de la ración seca. (Fernández et al., 1998; Lartigue and Rossanigo 2004; Nuti et al., 2000).

La tierra de diatomeas es un adsorbente inorgánico y puede actuar como adsorbente de micotoxinas. Los adsorbentes inorgánicos enlazan las micotoxinas por diferencia de carga (Bueno, 2014).

Las micotoxinas son metabolitos secundarios producidos por hongos presentes en los cultivos, en el transporte y/o en el almacenaje y que presentan diverso grado de toxicidad para los animales que las ingieren (Acosta, 2003).

La TD cumple también funciones a la vez extrañas y variadas: agente de purificación, filtrado, abrasivo, material aislante y a prueba de sonido.

En el campo de la nutrición animal, la TD está encontrando una rápida aceptación. Sus beneficios han sido especialmente en alimentación de vacas lecheras, pollos, cerdos, caballos, novillos, ovejas y otros pequeños animales (Ibañez Molina, 2005; Moreno, 2009). Controla diarreas en terneros, actúan como un agente secuestrante de las toxinas bacterianas y micotoxinas, actúan además como desparasitante. Las diatomeas capturan la toxina antes que ésta se adhiera a la vellosidad del intestino delgado y provoque daños, arrastrando las toxinas con las heces (Fernández et al., 1998; Nuti et al., 2000).

Según la revisión bibliográfica de trabajos realizados en la zona de Villa Mercedes San Luis, Argentina por Rossanigo (1986,1988, 1990 y 1999) y el trabajo de Tesis de la Farmacéutica Lartigue, E. (2004) la TD fue probada como desparasitario externo y desparasitario interno. Observando que la aplicación de TD con un piretroide como sinergizante en el control de la mosca de los cuernos en bovinos resultó poco eficiente en el control de las poblaciones de *H. Irritans*. También observaron que el uso interno de una dosis única o diaria en la ración de tierra de diatomea fue poco eficaz en el control de los helmintos del bovino, no superando en ambos ensayos el 30% de eficacia media.

De acuerdo a lo publicado por estos mismos autores (Lartigue and Rossanigo, 2004) el consumo de TD con el grano no trajo mayores inconvenientes, ya que la totalidad de los animales comieron la ración después de una semana de acostumbamiento y si bien el efecto insecticida y antiparasitaria de la TD fue menor respecto a la de los productos

comerciales con los que se comparó; les llamó si la atención el buen aspecto del pelo de los animales que consumieron TD en comparación a los otros grupos que no la recibieron, efecto favorable también reportado en otros trabajos (Fernández et al., 1998; McLean et al, 2005; Verdezoto, 2015), todo esto sin perder de vista su inocuidad frente al medio ambiente respecto a los antiparasitarios endectocidas que destruyen la microflora coprófaga (Iglesias et al., 2005).

## **HIPÓTESIS**

**Debido a la falta de minerales que tienen los campos de monte en San Luis, se plantea que con el agregado de TD en la ración en el feedlot se lograría un mayor aumento de peso de los animales y mejoras en el pelaje.**

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la respuesta productiva (producción de kg de carne) de animales bovinos ante la colocación de TD como aditivo en la dieta.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el aumento de peso de los animales bovinos seleccionados colocando TD en la ración.
- Comprobar la aceptación del alimento con TD.
- Observar si se lograron mejoras en el pelaje del animal y/u otros cambios.

## **MATERIALES**

El presente ensayo fue realizado en el feedlot La Invernada Dpto. Pringles – Provincia de San Luis Argentina. Se realizó un ensayo de engorde a corral de animales bovinos provenientes de la zona árida de la Provincia, donde se les administra una ración seca

con el agregado de TD durante el período de engorde de los animales para su venta al frigorífico. El ensayo se replica en 3 oportunidades.

Se utilizó una tropa de compra homogénea, el número de animales varió en cada replica: El primero fue de 20 testigos y 39 con TD (26/07/11 – 24/09/11). El segundo fue de 25 testigos y 25 con TD (5/06/12 – 30/07/12) y el tercero fue de 26 testigos y 26 con TD (8/08/12 – 30/09/12) Los animales se seleccionaron en forma aleatoria en cada grupo.

Los ensayos se llevaron a cabo con animales de 1 a 2 años de edad y de 300 kg de peso promedio que anteriormente no habían recibido tratamientos antiparasitarios (Foto 1 y 2).

Se utilizó TIERRA DE DIATOMEAS marca DiatomiD.

**Tabla 1. ANÁLISIS DE TIERRA DE DIATOMEAS SANIDAD ANIMAL**

Valores aproximados según mezcla de distintos mantos del yacimiento. ELEMENTO	Proporción de contenido	CANTIDAD
Sílice (SiO <sub>2</sub> )	g/100g	69.10
Óxido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	g/100g	8.21
Óxido de hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	g/100g	3.11
Óxido de calcio (CaO)	g/100g	8.50
Óxido de magnesio (MgO)	g/100g	0.70
Óxido de sodio (Na <sub>2</sub> O)	g/100g	2.50
Óxido de potasio (K <sub>2</sub> O)	g/100g	0.90
Cobre (Cu)	ppm	25
Zinc (Zn)	ppm	50
Manganeso (Mn)	ppm	120
Selenio (Se)	ppm	0.3
Talio (Ta)	ppm	5
Vanadio (V)	ppm	101
Cobalto	ppm	0.2
Cromo	ppm	16
Molibdeno	ppm	2
Zirconio	ppm	19
Fósforo	ppm	0.01
Ph	7.8 - 9	
Granulometría	Tamiz # 180 - 200	

## MÉTODO

Al llegar al establecimiento se realizó una desparasitación con ivermectina en forma subcutánea 1cc c/50 kg de peso y se le colocó vacuna para prevención de infecciones respiratorias en feedlot (Complex Intensivo Agropharma<sup>R</sup>).

La tierra de diatomea se colocaba en el mixer y se mezclaba con la ración. Esto se realizó en la 1<sup>a</sup> y en la 3<sup>a</sup> réplica. En la 2<sup>a</sup> réplica tierra de diatomea se espolvoreaba arriba de la ración en el comedero.

Los animales fueron pesados individualmente cada 30 días, con el siguiente protocolo: (Planillas de campo ANEXO I)

- 1- Acostumbramiento de los animales al alimento (todo el lote).
- 2- Se divide el lote al azar, para tener un grupo testigo que continúa con la misma alimentación y otro grupo al que se les da junto con la ración tierra de diatomea.
- 3- Se pesan los animales todos los meses de la misma forma y horario, durante el tiempo que dura el ensayo, evaluando el peso en ambos grupos.
- 4- En las tres observaciones se agrega la tierra de diatomea en la misma concentración (dosis diarias de TD equivalente al 2 % del peso total de la ración seca), con diferencia en la forma de suministrarla en la ración.

Se comenzó realizando 10 días de acostumbramiento con pre iniciador sin TD (Tabla 2) para todo el lote y luego se lo dividió en dos grupos.

A uno de los grupos (T) se le suministró un iniciador con TD 10 días más (Tabla 2). El ensayo finalizó con una dieta de terminación con TD, cuando los animales estaban listos para faena aproximadamente a los 60 días.

El otro grupo (C) es el grupo control, al cual se le suministró 10 días de iniciador sin TD y finalizó con una dieta de terminación sin TD hasta que los animales estaban listos para faena (Tabla 2).

**Tabla 2. Composición del alimento**

	<b>PREINICIA- DOR</b>	<b>INICIA- DOR Sin TD</b>	<b>INICIA- DOR Con TD</b>	<b>TERMINA- DOR Sin TD</b>	<b>TERMINA- DOR Con TD</b>
	<b>% MS</b>	<b>% MS</b>	<b>% MS</b>	<b>% MS</b>	<b>% MS</b>
<b>Maíz</b>	<b>55</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>75</b>	<b>75</b>
<b>Concentra- do</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>Cáscara de maní</b>	<b>35</b>	<b>25</b>	<b>23</b>	<b>15</b>	<b>13</b>
<b>Diatomeas</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>

**Preiniciador:** suministrado los primeros 10 días a todos los grupos.

**Iniciador:** suministrado del día 1 al 10.

**Terminador:** suministrado del día 10 hasta finalizado el engorde.

### **1º Primera réplica: 26/07/11- 24/09/11**

**Dosis diaria mezclada en la ración:** Este ensayo se realizó con 20 animales de control y 39 animales a los que se les suministró TD en la dieta. Los animales fueron tratados con dosis diarias de TD equivalente al 2 % del peso total de la ración seca (Fernández et al., 1998) durante 60 días.

Considerando un peso promedio de 300 kg al día 0 del tratamiento y un consumo de 7,5 kg de materia seca (2,5% del peso vivo), el 2% de esa ración seca es 150 gr de tierra de diatomea por animal/día promedio, esto fue igual en las 3 replicas. La tierra de diatomea se colocaba en el mixer y se mezclaba con la ración. Esto se realizó en la 1ª y en la 3ª réplica (Foto 3).

### **2º Segunda réplica: 5/06/2012 – 30/07/2012**

**Dosis diaria espolvoreada sobre la ración.** La segunda réplica fue de 25 controles y 25 con TD. El peso promedio de los animales fue de 250 Kg. La diferencia de esta réplica fue que la tierra de diatomea se espolvoreaba arriba de la ración en el comedero. Duró 55 días.

### **3° Tercera réplica: 8/08/12 – 30/09/12**

**Dosis diaria mezclada en la ración:** La tercera réplica fue de 26 controles y 26 con TD y se suministró la tierra de diatomea de la misma forma que en la primera réplica. La tierra de diatomea se colocaba en el mixer y se mezclaba con la ración y duró 53 días.

Cuando se comienza con la dieta de iniciación, para todos los grupos, se realiza lectura de comedero. Esto consiste en observar el comedero todas las mañanas y medir cuanto alimento ha quedado. Cuando no queda nada de alimento se aumenta la ración y cuando sobra gran cantidad se disminuye la misma.

La lectura de comederos, juntamente con la observación de la actitud de los animales en el corral y el bosteo de los mismos, ayudan a comprender la relación entre los animales y su dieta para evitar pérdidas económicas debidas a desperdicios de comida, mala conversión alimenticia (kg alimento/kg carne) y baja performance debido a acidosis clínicas y subclínicas.

El objetivo fue conocer y controlar las variaciones de consumo por parte de los animales, ya que el mismo afecta la conversión alimenticia y la ganancia diaria de peso. El buen manejo de los comederos nos permitió controlar el consumo diario de los animales evitando excesivas variaciones.

La lectura se hizo siempre a la misma hora y todos los días, luego del período de ayuno más prolongado que ha sufrido el animal y antes de la entrega de comida (Casella and Ciuffolini, 2005).

Para el análisis estadístico de los datos (aumento de peso de los animales) se utilizó la prueba t-Student. Con significación estadística un valor de  $P < 0,05$

La evaluación del pelaje se realizó en forma cualitativa por observación directa y se tomaron fotos de los animales al comenzar el ensayo y al finalizar el mismo. Los resultados de la observación visual no fueron analizados estadísticamente debido a la falta de poder estadístico para evaluar la variable.

## RESULTADOS

### PESO DE LOS ANIMALES BOVINOS SELECCIONADOS COLOCANDO TD EN LA RACIÓN.

#### PRIMER ENSAYO

##### Grupo Control (C1) (sin tierra de diatomea).

Este grupo está integrado por 20 animales de un promedio de 256,8 kg. El peso de total de ingreso fue de 5136,7 kg y finalizaron con 6591,3 kg totales. El promedio de kg con que salieron fue de 329 kg.

El ensayo duró 60 días, con una ganancia diaria de peso vivo de 1,21 kg. (Tabla 3 C1 Gráfico 1)

El consumo de materia seca (CSMS) fue de 10.980 kg. Con un consumo por día de 9.18 kg y una conversión de 7.55 Kg.

##### Grupo con TD (T1). Con tierra de diatomea mezclada con la ración.

Entraron el 26/07/2011 los 39 animales de un promedio de 300 kg. El total de kg con que ingresaron fue de 9749,7 kg y salieron con 12997,9 kg totales. El promedio de kg al finalizar fue de 333,3 kg. El ensayo duró 60 días con una ganancia diaria de peso vivo de 1,39 kg. Valor con significación estadística (P = 0,0068; Tabla 3; Gráfico 1; Anexo II y Anexo III)

El CSMS fue de 14.180 Kg. Con un consumo por día de 9.09 Kg y una conversión de 6.55 Kg.

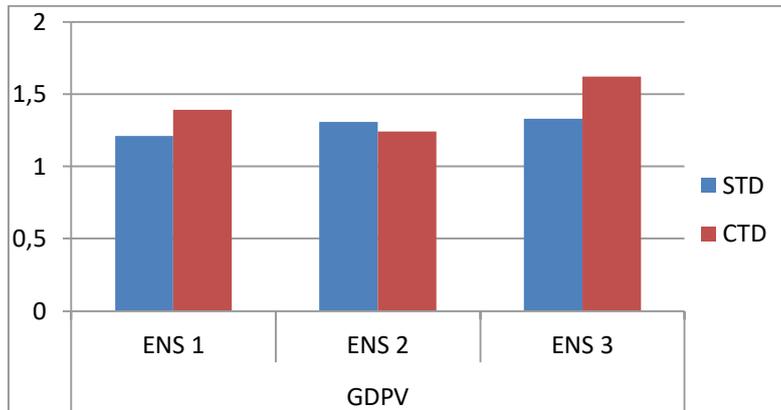
**Tabla 3. ENSAYO 1 (C1 CONTROL SIN TD, T1 CON TD)**

#### PESO INGRESO Y EGRESO, GANANCIA DIARIA DE PESO VIVO

<u>C1</u>	Entr	Sale	Kg entr	Kg sale	PKg ing	PKg sale	Días	GDPV
<u>C1</u>	20	20	5136,7	6591,3	256,8	329,6	60	1,21
<u>T1</u>	39	39	9749,7	12997,9	250	333,3	60	1,39

Entr: animales que ingresan, Sale: animales que salen, P Kg Ing: promedio peso ingreso, Kg entra: total Kg ingreso, Kg sale: total Kg egreso, Días días de ensayo, GDPV: ganancia diaria de peso vivo

## GRÁFICO 1. GANANCIA DIARIA DE PESO VIVO (GDPV) ENSAYO 1.2 Y 3



STD (sin TD) y CTD (con TD)

### SEGUNDO ENSAYO

**Grupo Control (C2)** (sin tierra de diatomea). Entraron el **5/06/2012** los 25 animales de un promedio de 255 kg. El total de kg con que ingresaron fue de 6377 kg y salieron con 8175kg totales. El promedio de kg al finalizar fue de 327 kg. El ensayo duró 55 días con una ganancia diaria de peso vivo de 1,31 kg.

El CSMS total fue de 12788Kg. Con un consumo por día de 9,3Kg y una conversión de 7,11Kg.

**Grupo con TD (T2).** Con tierra de diatomea que se espolvoreaba sobre el alimento.

La dieta fue igual al primer ensayo. Entraron 25 animales de un promedio de 250 kg, el total de kg con que ingresaron fue de 6253 kg y salieron con 7957 kg. El promedio de kg al finalizar fue de 318 kg.

El ensayo duró 55 días con una ganancia diaria de peso vivo de 1,24 kg.

El comedero quedaba blanco, los animales demoraban más tiempo en comer y comían menos alimento (dejaban restos de comida y TD). Los animales con TD pesaron menos que los del grupo control al finalizar el ensayo. (Tabla 4; Gráfico 1)

**Tabla 4 ENSAYO 2 (C2 CONTROL SIN TD, T2 CON TD)**

**PESO INGRESO Y EGRESO, GANANCIA DIARIA DE PESO VIVO**

<u>Lote</u>	Entr	Sale	Kg entr	Kg sale	PKg ing	PKg sale	Días	GDPV
C2	25	25	6377	8175	255	327	55	1,31
T2	25	25	6253	7957	250	318	55	1,24

**Entr:** animales que ingresan, **Sale:** animales que salen, **P Kg Ing:** promedio peso ingreso, **Kg entra:** total Kg ingreso, **Kg sale:** total Kg egreso, **Días** días de ensayo, **GDPV:** ganancia diaria de peso vivo

El CSMS total fue de 12.238 Kg. Con un consumo por día de 8,9 Kg y una conversión de 7,18 Kg.

### **TERCER ENSAYO**

**Grupo Control (C3)** (sin tierra de diatomea).

Comenzó el **08/08/2012** con los 26 animales de un promedio de 350 kg. El total de kg con que ingresaron fue de 9153,3 y salieron con 10983,9 kg totales. El promedio de peso con que salieron fue de 422,5 kg. Los días de duración del ensayo fueron 53, con una ganancia diaria de peso vivo de 1,33 kg. (Tabla 5; Gráfico 1)

El CSMS total fue de 12792,33 Kg. Con un consumo por día de 9,3 Kg y una conversión de 6,98 Kg.

**Grupo con TD (T3)**. Con tierra de diatomea mezclada con la ración.

Entraron 26 animales de un promedio de 344 kg. El total de kg al ingreso fue de 8952,8 y salieron 11190,1kg totales. El promedio de kg que con salieron fue de 430,4 kg. La ganancia diaria de peso vivo fue de 1,62 kg. Valor con gran significación estadística

(P =0,0001; Anexo III; Tabla 5; Gráfico 1)

**Tabla 5 ENSAYO 3 (C3 CONTROL SIN TD, T3 CON TD)**

**PESO INGRESO Y EGRESO, GANANCIA DIARIA DE PESO VIVO**

<u>Lote</u>	Entr	Sale	Kg entr	Kg sale	PKg ing	PKg sale	Días	GDPV
C3	26	26	9153,3	10983	352	422,5	53	1,33
T3	26	26	8952,8	11190	344,3	430,4	53	1,62

**Entr:** animales que ingresan, **Sale:** animales que salen, **P Kg Ing:** promedio peso ingreso, **Kg entra:** total Kg ingreso, **Kg sale:** total Kg egreso, **Días** días de ensayo, **GDPV:** ganancia diaria de peso vivo

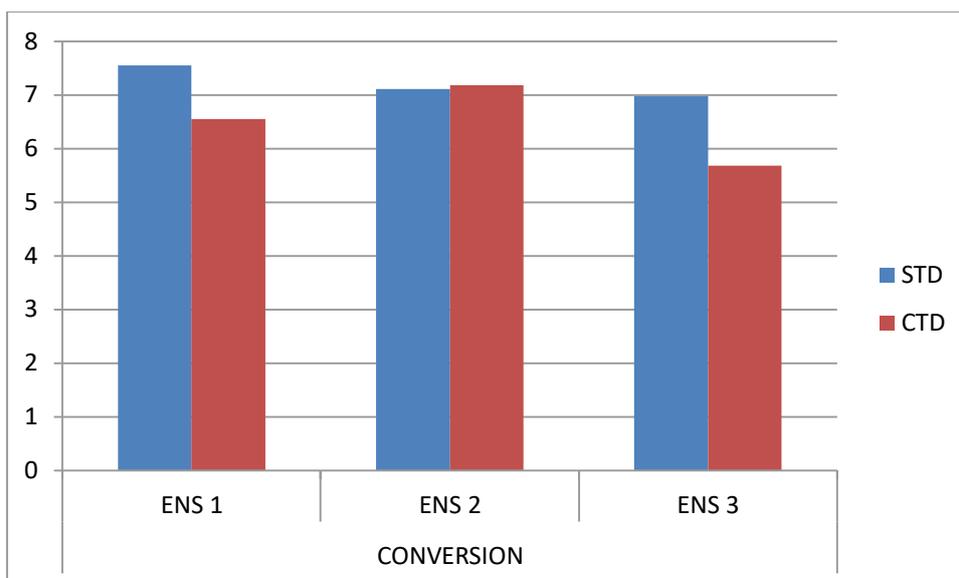
El consumo de materia seca (CSMS) fue de 12.696,3 kg. Con un consumo por día de 9.18 kg y una conversión de 5,68 Kg. (ver tabla 6 y tabla 7 Gráfico 2).

**Tabla 6. CONSUMO MATERIA SECA, CONSUMO DIARIO DE MATERIA SECA, CONVERSIÓN**

Ensayo	CDMS	CS Día	Conversión
C1 sin TD	10.980	9,2	7,55
T1 con TD	14.180	9,1	6,55
C2 sin TD	12.788	9,3	7,11
T2 con TD	12.238	8,9	7,18
C3 sin TD	12.792	9,3	6,98
T3con TD	12.696	9,2	5,68

CSMS; consumo materia seca, CS Día: consumo diario de materia seca

**GRÁFICO 2. EFICIENCIA DE CONVERSIÓN ENSAYO 1, 2 y 3**



STD (sinTD), CTD (con TD)

**Tabla 7. ENSAYO 1, 2 y 3. PESO PROMEDIO INICIAL y FINAL (Control sin TD y Tratados con TD). Error estándar Significación estadística**

	Tratamientos		Error estándar		Valor de P
	Control	tratado	Control	tratado	
E1					
Peso P. inicial	257	250	0.040	0.038	< 0.01
Peso P. final	330	333			
E2					
Peso P. inicial	255	250	0.049	0.031	0.24
Peso P. final	327	318			
E3					
Peso P. inicial	352	344,3	0.032	0.059	< 0.01
Peso P. final	422,5	430,4			

Significación estadística valor de P < 0,05

**Resumiendo podemos decir que** el aporte de TD en forma diaria con la ración produjo una ganancia de peso vivo del 14,5% en el primer ensayo y del 22% en el tercer ensayo con una mejora en la conversión en un 13% y 18% respectivamente (Ver Tabla 8).

**Tabla 8. RESULTADO TRATAMIENTO CON TD EN LOS ENSAYOS 1 Y 3**

<b>RESULTADOS</b>	<b>T1</b>	<b>T 3</b>
	Con TD	Con TD
Mejoró la ganancia de peso vivo en un 15 a 20 %	14,5%	22,2%
Mejoró la conversión en un 13 a 18 %	-13,2%	-18,6%

### **ACEPTACIÓN DEL ALIMENTO CON TD**

El consumo de TD con el grano en los ensayos T1 y T3 no trajo mayores inconvenientes, ya que la totalidad de los animales comieron la ración después de los 10 días de acostumbramiento con el preiniciador y luego 10 días más con el iniciador. Es

así que durante el transcurso del estudio los animales esperaban ansiosos el suministro de la ración diaria, la cual era consumida con avidez (Foto N° 4).

Fue fácil comprobar el consumo de la TD por los restos de polvo en el morro de los animales (Foto N° 5) y por la coloración grisácea de la materia fecal. (Foto N° 6 alimento sin TD y Foto N°7 alimento con TD).

En el 2° ensayo los animales comieron menos alimento que los testigos. El comedero quedaba blanco, los animales demoraban más tiempo en comer y dejaban restos de comida.

## **MEJORAS EN EL PELAJE DEL ANIMAL Y/U OTROS CAMBIOS.**

### **Ensayo 1, 2 y 3**

Con respecto al estado general y el pelaje, fue notoria la diferencia entre los animales tratados con TD y los testigos. Los tratados con TD presentaron muy buen estado general, mayor brillo y mejores características del pelaje que fue muy evidente a la visualización directa. Se tomaron fotos de los animales al finalizar el ensayo (Foto N° 8 y 9 alimento con TD) y de los animales grupo control (Foto 10 alimento sin TD) donde se puede observar esta diferencia.

## **DISCUSIÓN**

El aporte de TD en forma diaria con la ración produjo una ganancia de peso vivo del 14,5% en el primer ensayo y del 22% en el tercer ensayo con una mejora en la conversión en un 13 a 18% que puede atribuirse a las propiedades de la TD.

Estos resultados serían consecuentes a los microelementos que posee la tierra de diatomea. Ibañez Molina (2005), menciona que la diatomea está indicada para suplir la carencia nutricional de los animales ya que su complemento mineral mejora la asimilación de los alimentos, evita su descomposición en el bolo alimenticio, estimulando el apetito, su vigor y sobre todo el estado de salud en general.

Con respecto a la aceptación de la TD con el grano en los ensayos 1 y 3 no trajo mayores inconvenientes, ya que la totalidad de los animales comieron las raciones

después de los 10 días de acostumbramiento, siendo notable como esperaban ansiosos el suministro de la ración diaria y como era consumida con avidez en muy poco tiempo.

No ocurrió lo mismo con el segundo ensayo, los animales que recibieron la TD espolvoreada sobre el alimento que el mixer entregaba en el comedero, demoraban más tiempo en comer y comían menos alimento (dejaban restos de comida). Esto indica poca palatabilidad del alimento ya que los animales testigos consumían sin problema la ración de materia seca. Se ha probado experimentalmente, que el consumo de un suplemento mineral, está determinado por su palatabilidad, no por su composición química. (Balbuena, 2003).

La respuesta productiva y la apariencia en el pelaje de los animales de los ensayos 1 y 3 con TD, podrían atribuirse a la composición de la tierra de diatomea. El consumo diario de calcio, magnesio, fósforo, sodio, zinc y cobre entre otros, favorece la ganancia de peso y mejora el aspecto del pelaje. En el ensayo 2 si bien no se observó mayor ganancia de peso con respecto al grupo control, si se logro la mejoría del aspecto del pelaje.

Este efecto favorable fue reportado en varios trabajos (Fernández et al., 2000; Lartigue and Rossanigo, 2004).

Además de considerar factores tales como el buen estado general de los terneros, el brillo del pelaje, la buena disposición de los mismos a consumir la ración de grano mezclada con TD, no hay que perder de vista su inocuidad frente al medio ambiente (Suárez, 2001).

Nuevas líneas de trabajo sobre los beneficios económicos y nutricionales de la TD como suplemento mineral también serían justificables más si se tiene en cuenta que en este momento se ha prohibido alimentar a los bovinos con harinas de carnes y hueso como suplemento mineral, debido a su potencial riesgo de ser vehículo de prion que causa la Encefalitis Espongiforme Bovina (BSE) o mal de la vaca loca (Carrillo y col., 2001).

Por otro lado, no debemos olvidar que cada día se incrementan más los esfuerzos dirigidos a reducir o eliminar el impacto de las micotoxinas en los animales. A través del uso de métodos tecnológicos novedosos como lo son los adsorbentes de micotoxinas, entre los cuales está la TD. Así se permite de una forma natural y eficiente el control y prevención de los problemas causados por las micotoxinas (Bueno 2014).

Si bien en este trabajo se usó una dieta en base a materia seca y son los alimentos conservados los que tienen mayor probabilidad de hospedar mohos y toxinas cuando las condiciones anaerobias no están estrictamente controladas. Se puede plantear el uso de TD como adsorbente, cuando se usan alimentos conservados.

## **CONCLUSIÓN**

El aporte de TD en forma diaria mezclada con la ración produjo una ganancia de peso vivo con gran significación estadística. Con una mejora en la conversión del alimento.

El consumo de TD mezclada con el grano no trajo mayores inconvenientes, ya que la totalidad de los animales comieron la ración después de 10 días de acostumbramiento.

No ocurrió lo mismo cuando los animales recibieron la TD espolvoreada sobre el alimento que el mixer entregaba en el comedero. Esto indica poca palatabilidad del alimento ya que los animales testigo consumían sin problema la ración de materia seca.

Todos los terneros que recibieron la TD con el alimento, presentaron muy buen estado general, mayor brillo y mejores características del pelaje.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, Y. M.; Mieres, J. M.; La Manna, A. A. (Sin fecha) Micotoxinas en alimentos para el ganado; alternativas para la mitigación de efectos adversos y criterios para la utilización más segura de alimentos contaminados. (en línea). s.n.t. pp. 1-4. Disponible en [http://www.inia.org.uy/estaciones/la\\_estanzuela/actividades/documentos/micotoxinas\\_alimento\\_ganado\\_y\\_algunos\\_criterios\\_utilizacion\\_alimentos\\_contaminados\\_new.pdf](http://www.inia.org.uy/estaciones/la_estanzuela/actividades/documentos/micotoxinas_alimento_ganado_y_algunos_criterios_utilizacion_alimentos_contaminados_new.pdf)
2. Araujo Febres O. y Vergara-López J. (2007), Propiedades físicas y químicas del rumen. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol. 15 (Supl. 1) 133-140.
3. Balbuena O. (2000), Nutrición Mineral del Ganado. INTA. EEA Colonia Benítez., Chaco Argentina Sitio Argentino de Producción Animal.
4. Bueno DJ. (2014), Efectos de los secuestrantes de micotoxinas en los piensos. Sitio Argentino de Producción Animal EEA INTA Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.
5. Carrillo, B. J., Blanco Viera, J., Weber, E. L. y Bradley, R. (2001), Encefalopatías Espongiformes Transmisibles (TSE). Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Sociedad de Medicina Veterinaria, Notas Técnicas, Serie N° 30.
6. Casella A, Ciffolini A Alejandro (2005), Guía Práctica De Lectura De Comederos. Informe Técnico Rumensín Elanco Animal Health Argentina Tecknal S. A. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
7. Fader W. (2001), Los minerales en la nutrición y salud animal en la región central de la provincia de Córdoba Dto. Producción Animal INTA Manfredi (Cba.). Sitio Argentino de Producción Animal - [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
8. Fazzio L, Mattioli G, Picco S, Rosa D, Minatel L, Gimeno E. (2010), Diagnostic value of copper parameters to predict growth of suckling calves grazing native range in Argentina. *Pesq. Vet. Bras*; 30(10):827-832.
9. Fazzio, L.E.; Mattioli, G.A.; Picco, S.J.; Relling, A. y Rosa, D.E (2013), Nutrición Mineral y Vitamínica de Bovinos. Editorial CCB Academic press 1ª edición, La Plata, Argentina.

10. Federal Register. <https://www.federalregister.gov/>
11. Fernandez, M. I., Woodward, B. W. y Stromberg, B. E. (1998), Effect of diatomaceous earth as an anthelmintic treatment on internal parasites and feedlot performance of beef steers. *Animal Science*, 66 (3): 635-641.
12. Fusé, C.B.<sup>1</sup>; Villaverde, M.L.<sup>1</sup>; Padín, S.B.<sup>2</sup>; De Giusto, M.<sup>3</sup>; Juaréz, M. (2013), Evaluación de la actividad insecticida de tierras de diatomeas de yacimientos argentinos. *Rev. investig. agropecu.* vol.39 no.2 Ciudad Autónoma de Buenos Aires ago. 2013
13. Glauber C. (2008), Minerales y oligoelementos en bovinos: su rol en la salud y una aproximación terapéutica. Facultad Ciencias Veterinarias, UBA, Argentina Sitio Argentino de Producción Animal.
14. Ibañez Molina, A. (2005), Las diatomeas. Instituto de Investigaciones de la Universidad Católica de Cuyo. Disponible en [ocw.um.es](http://ocw.um.es).
15. Iglesias, L.; Saumell, C.; Fusé, L.; Lifschitz, A.; Rodriguez, E.; Steffan, P.; Fiel, C. (2005), Impacto ambiental de la Ivermectina eliminada por bovinos tratados en otoño, sobre la coprofauna y la degradación de la materia fecal en pasturas (Tandil, Argentina) *Ria* 34 (3): 83-103 INTA, Argentina.
16. Jiménez Ocampo R, Domínguez Martínez P, Rosales Serna R (2014), Nutrición mineral en el ganado bovino. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias México Folleto Técnico Núm. 75
17. Lartigue E. C. y Rossanigo C. E. (2004), Evaluación insecticida y antihelmíntica de la tierra de diatomea en bovinos. *Veterinaria Argentina* 21(209):660-674.
18. Lipps E y Bravo S (2016), Importancia de los minerales en la producción bovina Chaco Argentina. Sitio Argentino de producción animal [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
19. Lizarraga R, Galarza E, Ventura M, Mattioli G. (2015), Minerales y vitaminas como condicionantes de la salud y la producción animal. Laboratorio de Nutrición Mineral Fac. Cs. Veterinarias. La Plata Argentina
20. Mattioli G; Fazzio L, Rosa D. Picco S. Angelico D, Turic E (2008), Eficacia de la suplementación con cu-zn en terneros *Vet. Arg.*, 25(242):90-98.
21. McLean B, Frost D, Evans E, Clarke A. and Griffiths B. (2005), The inclusion of diatomaceous earth in the diets of grazing ruminants and its effect on

- gastrointestinal parasite burdens. In: International Scientific Conference on Organic Agriculture, Adelaide, Australia.
22. Moreno, R. (2009), Tierra de diatomeas, para que sirve y como funciona. Disponible en <http://www.pregonagropecuario.com>
  23. Mufarrege, D. (2005), Los minerales en la alimentación de vacunos para carne en la Argentina. Serie técnica N° 37. EEA Mercedes, Proyecto Regional Ganadero, Ed. INTA
  24. Nuti, L., Johnson, B., Mcwhinney, D., Elsayed, N., Thompson, J. y Craig, T. (2000). Is there any effect by dietary diatomaceous earths in the control of gastrointestinal nematodes. Proceedings Program.
  25. Piquer Vidal (1995), Micronutrientes e inmunidad; microminerales XI Curso de Especialización FEDNA, Barcelona. Departamento de Producción Animal. U. P. Madrid. Sitio Argentino de Producción Animal.
  26. Repetto J, Donovan A y García Mata F. (2004), Carencias minerales, limitantes de la producción Motivar, Bs. As., 2(18):6-7. Sitio Argentino de Producción Animal.
  27. Rosa D, Fazzio L, Picco S, Minatel, L, Mattioli G. (2006), Caracterización de terneros con menores ganancias diarias de peso por hipocuprosis. Veterinaria Cuyana 1(2):41-45.
  28. Rosa D, Mattioli G (2002), Metabolismo y deficiencia de cobre en los bovinos. Analecta Veterinaria 2002; 22, 1: 7-16
  29. Rosa D, Mattioli G (2017), Suplementación mineral en bovinos: consideraciones previas a las discusiones técnicas Revista Brangus, Buenos Aires, 39(74):130-134.
  30. Rossanigo, C. E., Avila, J. D. y Sager, R. L. (1990), Parásitos gastrointestinales de los rumiantes. Estudios realizados en la zona. Información Técnica N° 116. INTA Estación Experimental Agropecuaria San Luis (Villa Mercedes). Argentina. 14 p.
  31. Rossanigo, C. E. (1999), Sobrevida de larvas infectantes de nematodos gastrointestinales en condiciones naturales. Therios Vol. 28 N° 147: 104-113.
  32. Suarez V.H (2002), Colonización de invertebrados y degradación de las excretas de bovinos tratados con doramectina e ivermectina en otoño. Rev. Med. Vet 83 (3), 108-111.

33. Suttle NF. Mineral nutrition of livestock Neville F. 4th ed. 2010.
34. Testa, J (2015), Caracterización de las consecuencias inmunológicas de la hipocuprosis en terneros de cría. Tesis Doctoral Fac. Cs. Veterinarias Universidad Nacional de La Plata.
35. Verdezoto Moncayo R J (2015), Evaluación de la eficiencia de la tierra de diatomeas como antiparasitario en el control de helmintos gastrointestinales en bovinos de engorde en la estación experimental Fátima. Trabajo de titulación Riobamba-Ecuador.
36. Ward J y Spears J (1999), The effects of low-copper diets with or without supplemental molybdenum on specific J ANIM SCI 77:230-237.
37. Younis E, Ahmed A, El-Khodery S, Osman S, El-Naker Y (2009), Molecular screening and risk factors of enterotoxigenic Escherichia coli and Salmonella spp. in diarrheic neonatal calves in Egypt. Res Vet Sci 87(3):373-9

## FOTOS



Foto 1 Animales de 1 a 2 años de edad y de 300 kg de peso promedio.



Foto 2 Vaquillona con Diente de leche.



Foto 3 La tierra de diatomea colocada en el mixer y mezclada con la ración



Foto 4 Animales consumiendo la ración diaria con avidez



Foto 5 Restos de polvo en el morro de los animales.



Foto 6 Coloración grisácea de la materia fecal con TD.



Foto 7 Materia fecal de animales alimentados sin TD.



Foto 8 Animales tratados con TD, presentan mayor brillo y mejores características del pelaje.



Foto 9 Animales tratados con TD presentan muy buen estado general, mayor brillo y mejores características del pelaje.



Foto 10 Animales tratados con alimento sin TD

**ANEXO II Planilla de campo 1° ensayo**

**Ensayo TD T1**

26/07/2011	24/08/2011	24/09/2011
180	216	248
213	260	294
216	238	265
219	287	333
220	265	296
220	263	298
221	254	304
222	261	310
223	273	315
223	266	301
225	270	302
226	279	316
228	272	321
233	280	322
236	299	342
238	275	308
238	292	342
238	297	325
241	268	312
242	283	332
244	270	325
247	298	346
248	260	290
254	314	348
256	313	351
257	286	303
259	279	322
264	310	344
266	304	341
266	304	345
266	315	364
272	316	350
274	330	370
277	313	355
281	313	345
283	350	395
319	377	423
337	380	424
376	439	475
<b>9750</b>	<b>11468</b>	<b>12999,15</b>

**Ensayo sin TD C1**

26/07/2011	24/08/2011	24/09/2011
229,9	267,9	312
324,9	374,3	409
235,6	290,7	318
248,9	302,1	339
228	267,9	303
310,65	341,05	373
220,4	264,1	276
219,45	258,4	289
234,65	286,9	315
232,75	255,55	311
292,6	325,85	365
218,5	266,95	296
328,7	361	381
234,65	273,6	306
266	303,05	334
253,65	291,65	317
236,55	273,6	304
275,5	321,1	354
263,15	305,9	350
282,15	312,55	339
<b>5136,65</b>	<b>5944,15</b>	<b>6591</b>

**Planilla de campo 2º ensayo****Ensayo TD T2**

05/06/2012	05/07/2012	30/07/2012
234	277	309
247	289	324
251	290	320
252	298	322
252	292	318
255	295	321
248	288	315
249	289	317
250	292	325
257	297	323
248	278	290
241	275	304
247	280	302
245	285	317
258	303	334
248	286	302
257	302	336
247	283	312
260	305	342
256	294	324
249	284	310
250	290	323
257	295	330
247	285	317
248	288	320
6253	7240	7957

**Ensayo sin TD C2**

05/06/2012	05/07/2012	30/07/2012
250	292	324
251	299	332
251	302	342
254	296	328
255	298	329
257	296	322
260	299	331
261	291	305
267	303	330
269	300	319
260	290	317
253	295	329
265	295	322
260	299	334
250	298	333
265	313	353
232	289	329
243	288	324
264	303	330
245	300	326
255	302	332
257	304	317
268	299	318
240	285	321
245	292	328
6377	7428	8175

**Planilla de campo 3º ensayo**

**Ensayo con TD T3**

08/08/2012	08/09/2012	30/09/2012
345	395	439
348	415	440
350	389	424
351	407	440
351	413	442
354	382	428
355	398	449
357	384	442
360	414	444
361	274	425
367	331	426
369	329	449
331	392	430
373	394	439
378	426	462
380	320	459
380	420	473
280	332	383
286	332	368
289	323	359
292	347	354
310	357	420
298	368	415
336	397	445
355	400	435
396	462	500
8952	9801	11190

**Ensayo sin TD C3**

08/08/2012	08/09/2012	30/09/2012
342	372	408
342	374	410
348	396	425
322	360	400
340	382	419
427	459	493
332	378	390
282	325	343
331	372	404
347	392	422
356	385	419
345	389	427
408	443	484
330	381	412
346	378	398
347	388	422
380	419	452
367	403	437
349	388	420
395	429	457
377	402	437
390	419	450
335	385	419
337	374	418
338	370	413
340	380	405
9153	10143	10984

### ANEXO III

#### ENSAYO 1

##### Unpaired t test

Do the means of T1 Tratados and C1 Control differ significantly?

P value

The two-tailed P value is 0.0068, considered very significant.

$t = 2.798$  with 64 degrees of freedom.

95% confidence interval

Mean difference = -0.1773 (Mean of C1 Control minus mean of T1 Tratados)

The 95% confidence interval of the difference: -0.3039 to -0.05075

Assumption test: Are the standard deviations equal?

The t test assumes that the columns come from populations with equal SDs.

The following calculations test that assumption.

$F = 2.076$

The P value is 0.0859.

This test suggests that the difference between the two SDs is

not quite significant.

Assumption test: Are the data sampled from Gaussian distributions?

The t test assumes that the data are sampled from populations that follow

Gaussian distributions. This assumption is tested using the method

Kolmogorov and Smirnov:

Group    KS    P Value    Passed normality test?

=====

T1 Tratados 0.08252 >0.10    Yes

C1 Control 0.09836 >0.10    Yes

### Summary of Data

Parameter:	T1 Tratados	C1 Control
Mean:	1.389	1.212
# of points:	46	20
Std deviation:	0.2572	0.1785
Std error:	0.03793	0.03992
Minimum:	0.7000	0.8700
Maximum:	1.880	1.500
Median:	1.350	1.225
Lower 95% CI:	1.313	1.128
Upper 95% CI:	1.466	1.296

### **ENSAYO 2**

Unpaired t test

Do the means of T2 and C2 differ significantly?

P value

The two-tailed P value is 0.2395, considered not significant.

t = 1.191 with 48 degrees of freedom.

95% confidence interval

Mean difference = 0.06920 (Mean of C2 minus mean of T2)

The 95% confidence interval of the difference: -0.04762 to 0.1860

Assumption test: Are the standard deviations equal?

The t test assumes that the columns come from populations with equal SDs.

The following calculations test that assumption.

F = 2.419

The P value is 0.0350.

This test suggests that the difference between the two SDs is significant. Since the t test assumes populations with equal SDs, you should consider transforming your data (reciprocal or log), selecting a nonparametric test, or selecting the alternate (Welch) t test.

Assumption test: Are the data sampled from Gaussian distributions?

The t test assumes that the data are sampled from populations that follow Gaussian distributions. This assumption is tested using the method Kolmogorov and Smirnov:

Group	KS	P Value	Passed normality test?
T2	0.1625	0.0874	Yes
C2	0.1682	0.0661	Yes

Summary of Data

Parameter:	T2	C2
Mean:	1.239	1.308
# of points:	25	25
Std deviation:	0.1571	0.2444
Std error:	0.03142	0.04887
Minimum:	0.7600	0.8000
Maximum:	1.490	1.760
Median:	1.250	1.350
Lower 95% CI:	1.174	1.207
Upper 95% CI:	1.304	1.409

### **ENSAYO 3**

Unpaired t test

Do the means of T3 Tratados and C3 Control differ significantly?

P value

The two-tailed P value is  $< 0.0001$ , considered extremely significant.

$t = 4.447$  with 50 degrees of freedom.

95% confidence interval

Mean difference =  $-0.2992$  (Mean of C3 Control minus mean of T3 Tratados)

The 95% confidence interval of the difference:  $-0.4344$  to  $-0.1641$

Assumption test: Are the standard deviations equal?

The t test assumes that the columns come from populations with equal SDs.

The following calculations test that assumption.

$F = 3.377$

The P value is  $0.0034$ .

This test suggests that the difference between the two SDs is

very significant. Since the t test assumes populations with equal SDs, you should consider transforming your data (reciprocal or log), selecting a nonparametric test, or selecting the alternate (Welch) t test.

Assumption test: Are the data sampled from Gaussian distributions?

The t test assumes that the data are sampled from populations that follow

Gaussian distributions. This assumption is tested using the method

Kolmogorov and Smirnov:

Group	KS	P Value	Passed normality test?
T3 Tratados	0.08623	>0.10	Yes
C3 Control	0.1363	>0.10	Yes

#### Summary of Data

Parameter:	T3 Tratados	C3 Control
Mean:	1.627	1.328
# of points:	26	26
Std deviation:	0.3014	0.1640
Std error:	0.05911	0.03216
Minimum:	1.100	0.9800
Maximum:	2.200	1.580
Median:	1.600	1.350
Lower 95% CI:	1.505	1.261
Upper 95% CI:	1.749	1.394