

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO**  
**FACULTAD DE ACUICULTURA Y CIENCIAS VETERINARIAS**  
**ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**USO DE DESECHOS DE TIERRAS FILTRANTES (DIATOMITA + PERLITA)  
COMO INSUMO PARA DIETA DE NOVILLO DE ENGORDA.**

Tesis de Grado presentada como parte  
de los requisitos para optar al grado de  
**LICENCIADO EN MEDICINA VETERINARIA**

**CHRISTIAN MIGUEL BERTOLOTTO RONCAGLIOLO**

**TEMUCO – CHILE**

**2004**

**PROFESOR PATROCINANTE** : Juan Pablo Avilez.  
M V, M Sc.

**INFORMANTE INTERNO** : Roberto Matamoros.  
M V, M Sc , Ph D.

**INFORMANTE EXTERNO** : Paul Escobar.  
Ing. Agrónomo, M Sc.

**FECHA DE APROBACIÓN** : \_\_\_\_\_

## I. RESUMEN

La diatomita es un mineral o roca de origen sedimentario y organogénico, de composición silíceo, formado esencialmente por frústulos (exoesqueletos) de diatomeas (algas microscópicas de origen Bacillaria) La perlita es un mineral no metálico obtenido de una roca silíceo volcánica del grupo de las riolitas. Estos minerales no nutricionales se incluyen en las dietas para mejorar las características físicas del alimento, como agentes aglomerantes, carriers de suplementos, aditivos de libre flujo para alimentos, y como lubricantes para reducir la pérdidas por fricción en el proceso de pelletización. Otros beneficios reportados al usar estos elementos en la dieta consideran el incremento en la ganancia en peso y la prevención de Mycotoxicosis y diarrea. Frente a estas interesantes cualidades es que se ha considerado conveniente probar la incorporación de estos elementos como aditivo alimenticio en dietas para novillos de engorda.

Para ello, en este estudio se evaluaron cuatro dietas experimentales en las cuales se varía el nivel de inclusión de estos elementos, de la siguiente forma: Dieta 1 (control) sin inclusión de diatomita + perlita; Dieta 2 con 3% de inclusión de la mezcla; Dieta 3 con 5% de inclusión de la mezcla y Dieta 4 con 8% de inclusión.

Para la evaluación, se realizó un ensayo por un período de 91 días, alimentando novillos de engorda con un peso promedio inicial de 280 Kg.. En esta investigación se determinaron las características físico – químicas de los desechos industriales (diatomita + perlita) y se evaluaron parámetros productivos básicos, crecimiento y conversión del alimento.

Dentro de las características fisicoquímicas se obtuvo que estas están constituidas por una alta cantidad de cenizas (81,08 %) y por un bajo contenido de materia seca (22, 46 %). El análisis toxicológico dio como resultado que es una mezcla factible de usar en alimentación animal. Como resultados se obtuvo que no tuvo efectos significativos ( $p > 0,05$ ) sobre el incremento de peso y tampoco causó efectos nocivos que afectaran a los novillos.

## II. SUMMARY

The diatomite is a mineral or rock of sediment and organogenesis origin, of silica composition, formed essentially by frustulous (exoskeletal) of diatoms (aquatic plants of Bacillaria origin). The Perlite is a non – metallic mineral obtained from a volcanic silica rock from the riolitas group. These non – nutritional minerals are included to the diets to improve the physical characteristics of the feed, as binders agents, carriers of supplements, free flowing additives for feeds and as lubricants to reduce die friction and improve yields in the pelletsation process.

Other recorded beneficial effects of using these elements include increased animal weight gain and the prevention of mycotoxicosis and diarrhea. By this interesting attributes is that it has been considerate convenient to prove the addition of these elements as a feeding additive in diets for young bull.

Thus, in this study were evaluated four experimental diets in which the inclusion level of these elements changes, of the following form Diet 1 (control) non inclusion of diatomite + perlite; Diet 2 with 3 % of inclusion of the mix; Diet 3 with 5 % of inclusion of the mix and Diet 4 with 8 % of inclusion.

To prove this, it was realized an experiment by 91 days, feeding young bull with an initial weight of 280 Kg. In this investigation the physical – chemical characteristics of the industrial wastes (diatomite + perlite) were determinate and basic productive parameters as growth and conversion of food were evaluated.

Among physical – chemical characteristics it was obtained that they are formed by a high quantity of ashes (81,08 %) and by a low content of dry matter ( 22,46 %). The toxicological analysis showed as results that it is an achievable mix to, use in animal feed. As conclusion was obtained that the product has not significant difference ( $p > 0,05$ ) on the weight gain and neither caused noxious effects that affect the young bull.

### III. INTRODUCCION

Hoy en día la ganadería bovina nacional se ha visto sometida a mayores exigencias tanto nutricionales, económicas como productivas. Lo que ha obligado a buscar alternativas nutricionales para hacer los procesos cada vez más productivos y con ello mejorar la rentabilidad de este rubro.

Además la alimentación animal se ha convertido en una actividad económica de importancia, integrándose de lleno a los ciclos económicos convencionales. Como tal, existen factores macro económicos que afectan el mercado de la producción de alimentos artificiales. Esta situación produce cambios en los componentes usados en la elaboración de los alimentos, buscando la optimización de los recursos.

Tal como ha expresado Buxade (1995) es difícil encontrar algún alimento que satisficiera completamente las necesidades de un animal, lo que obliga a diversificar la elección de alimentos; el conjunto de alimentos que proporcionan los nutrientes para cubrir dichas necesidades, a lo largo de un día, recibe el nombre de ración o dieta.

La calidad de la ración según Ges *et al.* (1974) es un factor clave para el éxito de la alimentación. No es fácil definir la calidad, pero intervienen en ella la composición química, el aspecto, la digestibilidad y la palatabilidad de esta.

Los defectos nutricionales provocan muchos problemas de salud: La deficiencia de agentes nutritivos es una de las mayores razones para que los animales no cumplan con su potencial y estén propensos a las enfermedades (Merck y Col., 1993).

Desde los comienzos de la formulación de raciones para el ganado se consideró la necesidad de complementar los ingredientes básicos que aportaban los macro nutrientes esenciales (proteína y energía) con una serie de sustancias que suministraban principios igualmente necesarios, como las vitaminas y los minerales. Estas sustancias que permiten mejorar la composición de la ración se le denominan “aditivos” (Buxade, 1995).

Se debe tener presente que existe un cambio constante en el balance mineral de la ración, el cual está dado por las variaciones que presentan los diferentes alimentos utilizados de acuerdo a la temporada en que nos encontramos, al manejo y condiciones particulares existentes en cada predio, como también el nivel y orientación productiva del rebaño (Prudent, 1994)

En las dietas se incluyen además, elementos adicionales para mejorar las características físicas del alimento. Este tipo de elementos ha sido usado en la industria del alimento animal, a través de los años, como agente aglomerante, carriers de suplementos, aditivos de libre flujo para alimentos y como lubricantes para reducir la pérdida por fricción en el proceso de pelletización. Otros beneficios reportado al usar estos elementos en la dieta consideran el incremento en la ganancia en peso y la prevención de Mycotoxicosis y diarrea, así como el uso como carriers de vitaminas, minerales, antibióticos y otros compuestos activos en mezcla de alimento ([www.Rosario-minerales.com.ar](http://www.Rosario-minerales.com.ar)).

Un ejemplo de estos compuestos no nutricionales son la Diatomita y la Perlita.

El presente estudio tuvo como propósito evaluar la utilización de desechos industriales de tierras filtrantes (Diatomita + Perlita) como insumo en dietas animales de engorda.

## **IV. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

### **4.1. LOS MINERALES:**

Los minerales usados en la alimentación animal pueden ser divididos en 2 tipos principales; aquellos requeridos por los animales por sus atributos nutricionales (minerales nutricionales) y aquellos utilizados por la industria de alimentos por sus características físicas (minerales no nutricionales o industriales) (Loughbrough, 1993).

#### **4.1.1. CLASIFICACIÓN DE LOS MINERALES NUTRICIONALES:**

La clasificación de los minerales esenciales en elementos mayoritarios o macro y micro elementos o elementos trazas dependen de su concentración en los animales. Normalmente los elementos trazas se encuentran en el organismo animal en concentraciones inferiores a 50mg/Kg (Mc.Donald *et al*, 1993)

En la actualidad 22 elementos minerales son considerados ser esenciales para las más altas formas de vida animal. Estos comprenden 7 macronutrientes que son: Calcio (Ca), Fósforo (P), Potasio (K), Sodio (Na), Cloro (Cl), Magnesio (Mg) y Azufre (S); y 15 elementos traza o micronutrientes minerales: Hierro (Fe), Yodo (I), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Manganeseo (Mn), Cobalto (Co), Molibdeno (Mo), Selenio (Se), Cromo (Cr), Estaño (Sn), Vanadio (V), Flúor (F), Silicio (Si), Níquel (Ni) y Arsénico (As) (Underwood, 1981).

#### **4.1.2 FUNCIONES Y METABOLISMO DE LOS MINERALES.**

Conocer aspectos relacionados con los requerimientos, funciones, y metabolismo de los minerales, permite comprender la importancia que estos adquieren en la medida que se desea obtener una producción eficiente (Prudent, 1994)

Los minerales realizan las siguientes funciones:

- ?? Hacen parte de la estructura de los tejidos y diferentes órganos.
- ?? Actúan como componentes de los fluidos y tejidos corporales en forma de electrolitos.
- ?? Actúan como catalizadores en sistema enzimático y hormonal (Underwood, 1981).

Los elementos minerales no pueden ser sintetizados por el ganado vacuno del mismo modo que muchas vitaminas, aminoácidos y otros compuestos orgánicos. Las necesidades minerales deben cubrirse, fundamentalmente, a partir de los alimentos.

Las fuentes alimenticias de los elementos minerales se suelen clasificar en ingredientes normales o naturales y suplementos minerales (Miller, 1989).

#### **4.1.3. REQUERIMIENTOS DE MINERALES**

Los minerales y las vitaminas son elementos muy importantes para el buen funcionamiento del organismo animal (ARC, 1980). En los jóvenes aseguran el crecimiento y desarrollo del esqueleto y los tejidos blandos, mientras que en los adultos sirven para reemplazar las pérdidas producidas a consecuencia de la lactación. En los animales jóvenes alcanzan una mayor importancia las necesidades de macrominerales (Calcio, Fósforo,

Magnesio, Potasio, Sodio, Cloro y Azufre), los cuales aseguran el crecimiento y desarrollo de los tejidos. Sin embargo, son bajas para los Oligoelementos.

Las necesidades están condicionadas por la velocidad de crecimiento del animal y su peso vivo (Buxadé, 1995).

Además Mc Donald et al. (1993), señala que dentro de los microminerales o minerales traza es posible distinguir el Hierro, Yodo, Manganeso, Cobre, Cobalto, Zinc, Selenio, Molibdeno, Flúor, Aluminio, Níquel, Vanadio, Sílice y Cromo.

Según Underwood (1981), los requerimientos minerales están afectados por la especie o raza animal, la intensidad o tasa productiva permitida, por la dieta, el ambiente y los criterios de adecuación empleados. Los requerimientos de minerales son expresados en cantidad por día o por unidad de producto (Tabla 1 y 2).

Por último, se debe tener presente que existe un cambio constante en el balance mineral de la ración, el cual está dado por las variaciones que presentan los diferentes alimentos utilizados de acuerdo a la temporada en que nos encontremos, al manejo y condiciones particulares existentes en cada predio, como también el nivel y orientación productiva del rebaño (Prudent, 1994).

**TABLA N° 1: Requerimientos de calcio y fósforo para novillos de engorda.**

<b>Mineral</b>	<b>Requerimiento g/días</b>
<b>Calcio</b>	23
<b>Fósforo</b>	20

FUENTE: Maynard *et al.*, 1981.

**TABLA N° 2: Requerimientos de minerales para bovinos de carne.**

<b>Mineral</b>	<b>Cantidad por kilogramo de materia seca</b>
<b>Magnesio, %</b>	0,10
<b>Sodio, %</b>	0,06
<b>Potasio, %</b>	0,6 – 0,8
<b>Manganeso, mg/kg</b>	10
<b>Zinc, mg/kg</b>	20 – 30
<b>Hierro, mg/kg</b>	10
<b>Cobre, mg/kg</b>	4
<b>Cobalto, mg/kg</b>	0,1
<b>Yodo, mg/kg</b>	0,08
<b>Selenio mg/kg</b>	0,1

FUENTE: Maynard *et al.*, 1981.

#### **4.2. MINERALES NO NUTRICIONALES O INDUSTRIALES.**

Los recursos minerales, se dividen en recursos energéticos, minas metálicas, rocas, minerales industriales (o minerales no metálicos) y aguas.

El uso a que se destinen es decisivo para incluir una sustancia concreta en el grupo de minerales industriales.

Se puede definir un mineral no metálico o industrial a “aquellas sustancias minerales utilizadas como se encuentran en la naturaleza, en procesos industriales, mediante procesamiento adecuados de estas sustancias en función de sus propiedades físicas y químicas, y no en función de las sustancias potencialmente extraíbles de los mismos ni de su energía”(Centro Tecnológico Minero, 1995).

#### 4.2.1. CLASIFICACIÓN DE LOS MINERALES INDUSTRIALES

Según el Centro Tecnológico Minero, (1995) dada la cantidad y diversidad de productos no metálicos considerados de interés. Estos se agrupan en virtud de su importancia económica y características de mercado, conformando 4 grupos de recursos:

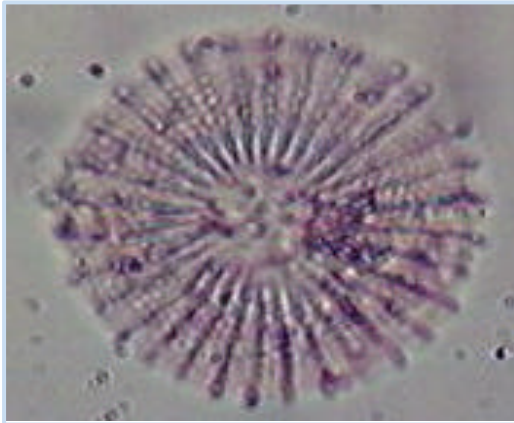
- ?? **Grupo 1:** Productos originados a partir de recursos caracterizados por sus muy buenas perspectivas geológicas, que permiten obtener ventajas comparativas en el mercado mundial. Pertenecen a este grupo: Carbonato de Litio, Boratos, Yodo, Potasio, Salitre y Cloruro de Sodio.
- ?? **Grupo 2:** Productos provenientes de recursos de buenas perspectivas geológicas y abundantes en el país. Se caracterizan por su bajo valor unitario y altos volúmenes de producción, preferentemente integrada a una industria consumidora. Pertenecen a este grupo: Carbonato de Calcio, Yeso, Oxido de Hierro, Arcillas, Pirofilita, Puzolana, Cemento y Cal.

?? **Grupo 3:** Productos muy diversos de recursos relativamente abundantes en el país, de razonables perspectivas geológicas que se explotan en volúmenes de producción de mediana y baja escala. Tiene una amplia gama de aplicaciones industriales en el país y existe una oferta diversificada, por tipos de productos y calidades. Se destinan preferentemente al mercado nacional, donde deben competir con productos similares importados. Algunos de ellos alcanzan grados de calidad que les permite ser exportados. Pertenecen a este grupo: Fosfatos, Arcillas, Diatomita, Talco, Recursos silicios, Sulfato de Sodio, Carbonato calcio, Abrasivos, Azufre, Feldespato, Rocas, Óxidos Hierro, Wollastonita, Perlita, Baritina, Sulfato de aluminio.

?? **Grupo 4:** Productos de menores perspectivas geológicas, no registran producción significativa nacional, en consecuencia el abastecimiento nacional es de origen importado. Pertenecen a este grupo: Carbonato Sodio, Magnesio, Asbesto, Oxido aluminio, Cromita, Grafito natural, Andalucita, Fluorita y Mica.

#### **4.2.2. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA DIATOMITA.**

La diatomita es una roca silícica, sedimentaria de origen biogénico, compuesta por esqueletos fosilizados de los frústulos (Figura 1 y 2) de las diatomeas. Se forma por la acumulación sedimentaria de los esqueletos opalinos microscópicos de algas unicelulares y acuáticas; estos se componen de la sílice amorfa (SE., 2001).



**FIGURA N° 1: Frústulos de diatomeas**



**FIGURA N° 2: Frústulos de diatomeas**

Esta acumulación sedimentaria forma grandes depósitos en los lechos marinos o lacustre, a veces en capas masivas con un grosor suficiente para tener un potencial comercial como se aprecia en la Figura 3 ([www.ciemil.com](http://www.ciemil.com)).



**FIGURA N° 3: Depósitos sedimentarios de diatomea**

Las diatomeas o Kieselgurh son algas unicelulares del orden Bacillaria, existe más de 10.000 variedades ([www.rosario-minerales.com.ar](http://www.rosario-minerales.com.ar)).

Su tamaño varia entre 5 a 400 micras y con una vida media de 24 horas. Posee una alta capacidad reproductiva, pudiendo un individuo dar origen a más de 100 millones de descendientes en un periodo de 30 días (www.ciemil.com).

#### 4.2.2.1. CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS Y QUÍMICAS

La sílice que conforma las impurezas de estos microorganismos vegetales es amorfa, del tipo ópalo y en forma de hidrato ( $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), que está presente en los caparazones y el fango silíceo que las contiene (Centro Tecnológico Minero, 1995).

En su estructura cristalina se ubican pequeñas cantidades de álcali ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ), Alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), además de otras sustancias. También se presentan impurezas entre los frústulos, tales como materia orgánica, sales solubles, granos de arena, arcillas diversas y carbonatos. Las características mineralógicas y químicas de la diatomita se puede observar en la Tabla 3.

**TABLA N° 3: Características mineralógicas y químicas de la diatomita.**

Químicos	Porcentajes en peso
$\text{SiO}_2$	68,9 – 72,6
$\text{Al}_2\text{O}_3$	4,9 – 5,3
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	2,0 – 5,2
$\text{K}_2\text{O}$	0,1 – 0,4
$\text{MgO}$	0,4 – 0,6
$\text{Na}_2\text{O}$	0,3 – 1,2
$\text{CaO}$	2,4 – 3,6
<b>P.P.C(perdida)</b>	<b>15,4 - 16,3</b>

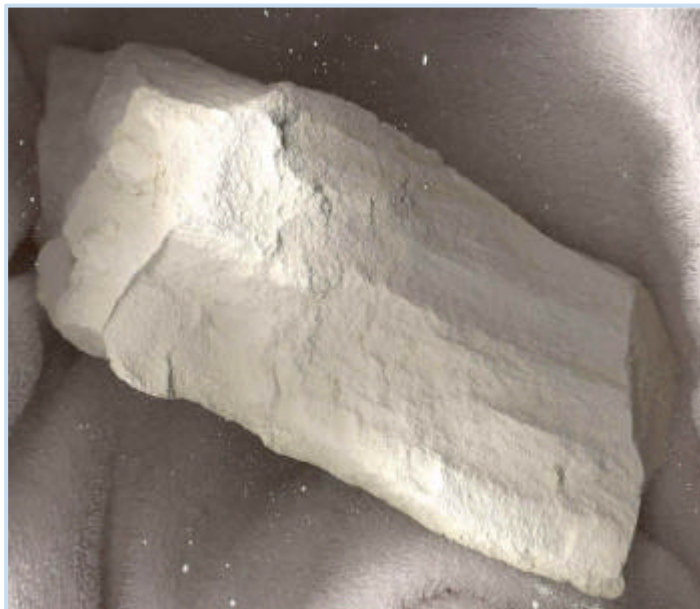
FUENTE: [www.rosario-minerales.com.ar](http://www.rosario-minerales.com.ar).

#### 4.2.2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

- ?? Aspecto macroscópico: Roca purulenta, fina y porosa con aspecto margoso (Figura 4).
- ?? Color por lo regular blanco brillante (en el caso de alta pureza)
- ?? Alta porosidad
- ?? Volumen de muy baja densidad 0,2 a 0,6 g/dm<sup>3</sup> (gramos por decímetro cúbico)
- ?? Capacidad para absorber líquidos muy alta
- ?? Capacidad abrasiva suave
- ?? Conductividad térmica muy baja
- ?? Alta resistencia a la temperatura
- ?? Punto de fusión entre 1,400° a 1,750 °C
- ?? Peso específico 2.0 (la calcinación la incrementa a 2.3)
- ?? Área superficial 10 a 30 m<sup>2</sup>/g (la calcinación la reduce a 0.5 a 5 m<sup>2</sup>/g)
- ?? Índice de refracción 1.4 a 1.46 (la calcinación la incrementa a 1.49)
- ?? Dureza (Mohs) 4.5 a 5 (la calcinación la incrementa a 5.5 a 6)
- ?? Químicamente inerte
- ?? El porcentaje de humedad varía de acuerdo al depósito (entre 10% hasta un 60%)(SE., 2001).

La Diatomita procesada posee una estructura particular y una estabilidad química que le permite ser útil en múltiples aplicaciones.

En Chile los depósitos de Diatomita en secuencias clásticas, marinas y continentales de edades terciarias superior y cuaternarias: Consiste normalmente en capas de espesor variable ínter estratificado en areniscas y arcillolitas. Los yacimientos, prospectos y ocurrencias de diatomita en la región, se localizan en las pampas o depresión central de las Provincias de Arica e Iquique, y en el altiplano de la Provincia de Parinacota (Centro Tecnológico Minero, 1995).



**Figura N° 4: Roca de diatomita.**

#### **4.2.3. CARACTERISTICAS DE LA PERLITA**

La Perlita es un mineral no metálico, definido como un vidrio volcánico de ocurrencia natural (Alisa, 1993).

La Perlitas natural es una roca de arcilla volcánica vítrea formada por enfriamiento rápido, constituyendo un material amorfo que contiene entre un 2 y un 5 % de agua atrapada y que tiene una densidad aparente de unos 1500 Kg. de materia seca por m<sup>3</sup> (Bures, 1997).

#### **4.2.3.1. CARACTERISTICAS MINERALOGICAS Y QUIMICAS**

Las Perlita es químicamente una roca silíceo volcánica (Figura 5) del grupo de las riolitas ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)). Formada principalmente por silicato de aluminio (Bures, 1997).



**FIGURA N° 5: Roca de perlita**

Su capacidad de intercambio catiónico es prácticamente nula de 1,5 – 2,5 meq/100 g (miliequivalentes por 100 gramos), su pH es neutro de 7,5 - 8 ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com), 2002).

En la Tabla 4 se muestran las características mineralógicas y químicas de la perlita.

**TABLA N° 4: Características mineralógicas y químicas de la perlita**

<b>Químicos</b>	<b>Porcentaje en peso</b>
<b>SiO<sub>2</sub></b>	72 – 76
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	10 – 14
<b>K<sub>2</sub>O</b>	1 – 9
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	2,5 – 5
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,2 – 1,5
<b>CaO</b>	0,3 – 2
<b>MgO</b>	0,1 – 0,8
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,1 – 0,5
<b>MnO<sub>2</sub></b>	0.2-0.7

**FUENTE:** Burés, 1997.

#### **4.2.3.2. CARACTERISTICAS FISICAS:**

Se presenta en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1,5 y 6 mm (milímetros) como se aprecia en la Figura 6 ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com), 2002).

Su superficie es rugosa, hecho que le da una gran área superficial y permite que pueda retener agua en su superficie, además del agua retenida en los poros internos. Sus principales características son su estabilidad (no se descompone), inerte, estéril (libre de material orgánico, agentes patógenos, etc.), liviana, insoluble en agua y en solventes orgánicos (Burés, 1997).



**FIGURA N° 6: Partículas de perlita**

#### **4.2.4. ACCIONES BENEFICIOSAS DE LOS MINERALES NO NUTRICIONALES.**

Desde hace tiempo se conoce la acción beneficiosa de la adición de pequeñas cantidades de minerales no nutricionales (3-10%) a concentrados para animales domésticos, especialmente aves de corral, conejos, cerdos y vacunos. Según Alisa (1993) dichos beneficios consisten en aumento de la supervivencia, ganancia de peso e importante desodorización de excrementos, a causa de:

- ?? Estimular el crecimiento de bacterias y enzimas digestivas, activando sus procesos fermentativos.
- ?? Facilitar la digestibilidad de los concentrados.
- ?? Mejorar la conversión y absorción de los productos finales de la hidrólisis de las proteínas.
- ?? Reducir la producción amónica, tóxica, en el sistema digestivo.
- ?? Atrapar toxinas intestinales.
- ?? Acción desodorizante a nivel intestinal.

?? Evita la exudación del pellet y lo hace más estable a la temperatura ambiental.

En el caso de la diatomita se utiliza como filtro en la industria cervecera, solventes farmacéuticos, licores, antibióticos, jugos, aceites y combustibles; como carga funcional en pinturas y barnices; aditivo puzolánico para cemento, etc. (Centro Tecnológico Minero, 1995). La diatomita se utiliza también en lechos para animales (gatos, conejos, hámster, cobayos, etc.); en las parrillas conserva el calor y evita el derrame de grasas y aceites; en refrigeradores actúa eliminando los olores desagradables y en los recipientes para basura absorbe los líquidos residuales e inhibe la descomposición de los mismos, etc. ([www.rosario-minerales.com.ar](http://www.rosario-minerales.com.ar)). En insecticidas y fertilizantes puede ser empleada satisfactoriamente como vehículo de líquidos tóxicos y soporte (Celite Chile S.A, 1993).

En el caso de la perlita; se utiliza en planchas para sobrelosas, medios filtrantes, agricultura, concreto, aislamiento, estucos, agregado liviano para la construcción (Masters *et al.*, 1993), aislación acústica, perforación de pozos y sellos orgánicos, carga industrial, como abrasivo, etc.

Yao y Lo (2001), evaluaron el efecto de la diatomita como controlador de plagas en arroz y observaron que se retardaba el desarrollo de las plagas.

Korunic (1997), señaló que el efecto de diatomita contra los insectos depende de las propiedades de sus partículas.

A pesar de las características antes mencionadas, su uso en la alimentación animal no es muy difundida, debido principalmente a razones económicas, ya que el costo de

utilizar de estos minerales es alto comparado con algunos sustitutos como los lignosulfatos (origen vegetal), aunque estos últimos tienen menores beneficios y propiedades que la Diatomita y la Perlita.

Mezcla de Diatomita y Perlita, saturada con residuos propios del proceso de macroalgas de las cuáles obtienen los carragenatos. Esta torta húmeda contiene residuos orgánicos, los cuales pueden ser un aporte de nutrientes extras al ser incluidos en la dieta animal, lo cual se podría traducir en una optimización y/o reducción de las materias primas usadas en la elaboración de los mismos. Esto traería consecuencias económicas favorables de importancia en una industria que cada día ve incrementado los costos de los insumos básicos que requiere para elaborar alimentos.

## **V. OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVO GENERAL**

?? Evaluar el uso de desechos industriales de tierra filtrante (Perlita y Diatomita) como insumo en dietas de animales de engorda.

### **5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

?? Determinar las características fisicoquímicas de los desechos industriales de tierras filtrantes como insumo para alimento animal.

?? Evaluar las dietas en bovinos en función del parámetro productivo ganancia de peso.

### **5.3 HIPÓTESIS.**

Los desechos industriales de tierra filtrante (Perlita y Diatomita), pueden ser utilizados en la alimentación de novillos de engorda, como un aporte adicional de elementos nutritivos o como promotores del crecimiento.

## VI. MATERIAL Y METODOS

### 6.1. EPOCA Y LUGAR GEOGRAFICO

El estudio se realizó en las instalaciones del predio Agrícola Mahuidanche ubicado en Faja Maisan, comuna de Pitrufoquén, Novena Región, Chile. Perteneciente al Señor Pablo Augsburguer. El estudio se llevó a cabo en el periodo comprendido entre Mayo a Octubre de 2002, con frecuencia de muestreo cada 15 días.

### 6.2. CONTRUCCIONES

Para el estabulado de los animales se utilizó un ala de un galpón de una superficie de 80m<sup>2</sup> el que se aprecia en la Figura 7



**FIGURA N° 7: Novillos estabulados**

### 6.3. ANIMALES

Se utilizarán 12 novillos de engorde de 280 Kg divididos en cuatro grupos (Figura 8)



**FIGURA N ° 8: Novillos de engorda.**

### 6.4. METODOLOGIA

La metodología descrita a continuación permitió determinar la utilización de los desechos de tierra filtrantes (Diatomita + Perlita) como insumo para alimentación de novillos de engorda en función a los objetivos anteriormente descritos.

#### 6.4.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño experimental aleatorio con cuatro tratamientos de 3 animales cada uno, a los cuales se les suministro una dieta con diferentes porcentajes de inclusión de mezcla de Diatomita + Perlita, correspondiente a T1: 0% (control); T2: 3%; T3: 5% y T4: 8% valores cuyo rango fue establecido de acuerdo al NRC (1976).

Se evaluaron parámetros productivos básicos tales como:

**Ganancia de peso:** Se registró el peso ganado por un grupo de animales, alimentados con la dieta de prueba durante un período de tiempo determinado, el cual para esta tesis fue de 91 días.

**Factor de Conversión del Alimento:** Se define como la relación entre el alimento ingerido y el peso ganado. Esta variable es altamente dependiente de las estrategias de manejo y de la frecuencia de suministro, por lo que, por sí sola, no entrega información suficiente en cuanto al valor nutricional del alimento; sin embargo es ampliamente utilizada en los centros productivos por evaluar en forma simple el aprovechamiento del alimento. El tiempo de evaluación fue de 91 días.

Además, se caracterizó físico-químicamente los desechos industriales de tierra filtrantes (Diatomita + Perlita)

## 6.5. ANÁLISIS PRELIMINARES

Cualquiera sea el insumo utilizado en alimentos, debe conocerse con exactitud cual es su valor nutricional y los efectos que pudiera ocasionar en la salud de los animales. Para ello se realizó el análisis proximal a las tierras filtrantes, el que entrega antecedentes relativos a la composición nutricional de las mismas (Incluye determinación de Proteínas, Extracto Etéreo, Fibra y Cenizas totales) y para determinar los posibles efectos toxicológicos, se realizaron análisis químicos específicos para metales pesados.

Las primeras actividades realizadas correspondieron a la determinación de las características bromatológicas de la mezcla de Diatomita + Perlita, con la finalidad de establecer la factibilidad de utilización como insumo en dietas para animales. El análisis fue efectuado en el Laboratorio ANALACU (Análisis de agua para la acuicultura), Escuela de Acuicultura U.C.T.

Para determinar los posibles efectos toxicológicos adversos que pueda presentar este insumo, aplicado en dietas para novillos, se realizaron análisis químicos específicos para determinar la concentración de sustancias potencialmente tóxicas (metales) entre los cuales destacan: Mercurio, Plomo, Cadmio, Arsénico, Hierro, Zinc, Cobre y Molibdeno, con la finalidad de comprobar el aporte de minerales que entregan las tierras filtrantes a las dietas y verificar que su concentración se encuentre dentro de los parámetros permitidos para la especie bovina. Estos análisis fueron realizados en el Laboratorio de Calidad de Fundación Chile en Santiago.

## **6.6. REDUCCIÓN DE HUMEDAD DE LAS TIERRAS FILTRANTES**

La elaboración de los pellets para la alimentación de novillos de engorda, estuvo a cargo de Fundación Chile, quien a la vez contrató los servicios de otras empresas externas como Master Net y Concentrados Cisternas.

En la búsqueda de un sistema adecuado para el secado de la mezcla (posee un alto índice de humedad (75 %)), se contactó la empresa Master Net, quienes disponen de un horno para el secado de redes de cultivo de salmones. Este horno consiste en una cámara de

50 metros cúbicos, donde se inyecta aire caliente. Utiliza una caldera a petróleo e impulsión por un turbo - ventilador. La temperatura de trabajo promedio alcanza los 55°C.

La mezcla de Diatomita + Perlita fue dispuesta al interior de esta cámara, distribuida uniformemente en el piso, sobre una cubierta de polietileno. Esta actividad requirió de un desgranado de los terrones de tierra filtrante, lo cual agiliza el secado al disponer de mayor superficie de contacto.

El secado se realizó por 16,5 horas, a 55°C de temperatura promedio y con rotación de la tierra filtrante cada 1 hora.

La humedad de ingreso de la tierra filtrante a la cámara bordeaba el 85%, la cual se redujo a 40% promedio luego de 16,5 horas de secado. Este valor aún se consideró inadecuado para la elaboración de alimento para bovinos, siendo necesario reducir la humedad hasta un 15% como máximo. Este requerimiento se fundamenta en las características de la máquina peletizadora. En este escenario, se hizo necesario reingresar las tierras filtrantes al horno, buscando un 15% de humedad, permaneciendo allí por 4 horas y media. De acuerdo a los cálculos preliminares, se logró bajar la humedad de la mezcla hasta el 25%.

Los alimentos secos fueron obtenidos a través de un proceso de peletización mecánico, que involucra el uso de calor y presión, causando una aglomeración de los ingredientes en partículas de características físicas y nutritivas homogéneas. El alimento

peletizado se caracteriza por limitar la cantidad de aceite que se puede incorporar en la dieta.

## **6.7. FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE LAS DIETAS**

Se descartó la posibilidad de formular dietas especiales para bovinos y en función de la oferta de las empresas del rubro alimentación animal, se determinó trabajar con dietas comerciales estándar, las cuales cumplen con las necesidades nutricionales de las especies con las que se trabajó.

Para este caso, la empresa CONCENTRADOS CISTERNA S.A. dispone de dietas comerciales para bovinos, en las etapas de novillo de engorda. Además, por las características de sus instalaciones, fue posible realizar el peletizado del alimento en función de los porcentajes de inclusión de cada tratamiento.

Las formulaciones comerciales de los alimentos fueron modificadas, incorporando cuatro niveles de inclusión de tierras filtrantes, correspondiendo a 0% (Control), 3%, 5% y 8% dando origen a las dietas experimentales. Para la elaboración de estos tratamientos se utilizaron 131 kilos de tierras filtrantes (Tabla 5). El requerimiento de concentrado durante la fase de experimentación alcanzó a 3276 kilos para la dieta novillos de engorda.

**TABLA N° 5: Composición de las dietas experimentales.**

TRATAMIENTOS	KILOS ALIMENTO	PORCENTAJE INCLUSIÓN (DIATOMITA + PERLITA)	KILOS INCLUSION
T 1 (CONTROL)	819	0%	0,0
T 2	794	3%	24,6
T 3	778	5%	40,9
T 4	753	8%	65,5

**FUENTE:** Dino Saltarini, 2002 <sup>1</sup>.

Se determinó el contenido nutricional de una de las dietas elaboradas (5 % de inclusión), por medio de un análisis proximal, realizado en el laboratorio Apablaza y Santelices, en Santiago.

Adicionalmente a la dieta experimental, los novillos recibieron una dieta normal formulada considerando los requerimientos nutricionales de un novillo de engorda de 280 kg. Promedio, basándose en datos bibliográficos de NRC, 1989 y Tablas de aporte nutricional de alimentos utilizados en alimentación animal y tablas de requerimientos de nutrientes en diferentes especies animales (Cañas, 1998). La ración consistía en ensilaje de maíz y ensilaje de pradera.

<sup>1</sup> Comunicación Personal, Ingeniero Acuícola, Fundación Chile

## 6.8. EVALUACIÓN DE LAS DIETAS EN NOVILLOS DE ENGORDA

Las pruebas con los novillos comenzaron el día 01 junio de 2002, en Agrícola Mahuidanche (Pitrufquén), IX región. Se trabajó con novillos de 280 kilos de peso inicial promedio.

Estos animales fueron sometidos a un período de adaptación de un mes, permitiendo asegurar la ingesta del alimento artificial ofrecido. Posteriormente se dio comienzo la experimentación.

Los novillos fueron pesados quincenalmente, la metodología de muestreo incluyó la determinación de peso de los animales, individualizados por aretes de color (Tabla 6). Para ello se utilizó una romana existente en el predio, de una precisión de 1,0 kilogramos; la cual fue calibrada, previo al pesaje de cada animal, reduciendo el margen de error de la lectura (Figura 9).

**TABLA N° 6: Individualización de tratamientos por color**

TRATAMIENTOS	COLORES DE ARETES
T 1 (CONTROL)	Verde
T 2	Blanco
T 3	Naranja
T 4	Amarillo



**FIGURA N° 9: Pesaje de novillos**

## **6.9. ANALISIS ESTADISTICO**

Los resultados fueron contrastados mediante Análisis de Covarianza (ANCOVA), se utilizó como covariable los pesos iniciales del estudio. El nivel de significancia fue del 5%. Se utilizó el programa estadístico SPSS 10,0.

## **6.10. RELACION COSTO – BENEFICIO DE LOS DESECHOS DE TIERRAS**

### **FILTRANTES**

Se consideró como resultado deseable el obtener un efecto neutro sobre los parámetros estudiados, lo que indicaría que la adición de la Diatomita + Perlita en las dietas permitiría reemplazar algunos de los ingredientes de la dieta, con el consiguiente efecto indirecto positivo en los costos de producción del mismo. En caso de efectos directos positivos, se justificaría más aún la utilización de estos desechos en la alimentación animal,

tanto por reducción de costos de producción (es un producto de desecho y se incurre en un egreso para su eliminación) como por la optimización del mismo.

Se determinó la relación costo – beneficio que se presenta al incorporar la diatomita + perlita saturada con elementos de filtración de carragenatos, en dietas comerciales de vacunos y se comparó en cuanto a aporte mineral y costo con otras sales minerales existentes en el mercado.

Además se efectuó una relación del porcentaje de tierra filtrante, versus variación de costos de producción del concentrado, comparándolo con el valor comercial.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION

### 7.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DE LOS DESECHOS DE TIERRAS FILTRANTES

Debido a que los desechos de filtración se encuentran saturados con residuos de algas, no se conocen exactamente sus características químicas ni su composición proximal, considerando la hipótesis, que estos fuesen un aporte adicional de elementos nutritivos o promotores de crecimientos, se realizaron Pruebas de laboratorio para conocer su composición real.

El análisis proximal o de Weende entrega la participación porcentual de determinados componentes, tales como: Agua y materia seca, sustancias inorgánicas o cenizas, y las sustancias orgánicas las que están compuestas por proteína cruda, extracto etéreo o grasas crudas, fibra cruda y sustancias no nitrogenadas (se determinan por la diferencia entre la materia orgánica y los otros componentes como son proteína cruda, fibra cruda y extracto etéreo), las sustancias no nitrogenadas corresponden fundamentalmente a carbohidratos solubles (Cañas, 1998).

En la Tabla 7, se muestra el análisis proximal realizado a la mezcla de Diatomita + Perlita.

**TABLA N° 7: Análisis proximal diatomita + perlita.**

<b>PROXIMAL DIATOMITA + PERLITA *</b>	
<b>Materia Seca</b>	22,46 %
<b>Proteína</b>	1,79 %
<b>Extracto Etéreo</b>	8,52 %
<b>Fibra</b>	64,22 %
<b>Cenizas Totales</b>	81,08 %
<b>Extracto No Nitrogenado</b>	--

\*: Resultados expresados en base seca.

**FUENTE:** Laboratorio ANALACU, Escuela de Acuicultura, UCT.

El valor 81,08 % de Cenizas Totales, corresponde al residuo inorgánico producido al quemar una muestra. El contenido de las cenizas es sólo un valor aproximado al contenido mineral verdadero. Debe considerarse que la arena o arcilla (adherida a las algas), altera los valores de cenizas obtenidos (Cañas, 1998). Lo que además concuerda con lo señalado por [www.unap.cl](http://www.unap.cl), y [www.rosario-minerales.com.ar](http://www.rosario-minerales.com.ar) quienes sostienen la existencia de un elevado grado de impurezas minerales.

Vendock (1993), describe a la perlita como una roca de arcilla volcánica lo que explicaría el alto porcentaje de cenizas.

El 22,46% de Materia Seca nos permite conocer el alto contenido humedad presente en muestra la que alcanza al 77,54%, lo que se debería a la capacidad de absorber agua de la perlita (Burés, 1997) y diatomita (SE., 2001).

El contenido de fibra fue de 64.22 %, este contenido es alto debido a que los residuos de filtración se encuentran saturados con algas y éstas tienen un alto contenido de pared celular, celulosa y lignina, además, hay que considerar las deficiencias que posee el análisis proximal o de Weende en cuanto a la determinación de ENN (extracto no nitrogenado) y Fibra Cruda (FC), por no diferenciar los componentes de la pared celular lo suficiente como para generar estimaciones más exactas. Estas deficiencias se corrigen si se utiliza el análisis de Van Soest, que separa claramente pared celular de contenido celular, y es el más utilizado para analizar alimentos destinados a rumiantes, donde la cantidad y calidad de fibra son de gran importancia para un adecuado funcionamiento ruminal y mayor eficiencia en el uso de alimentos, ya que las bacterias celulolíticas del rumen al digerir la celulosa producen ácidos grasos volátiles, que constituyen la mayor fuente de energía para los rumiantes (Cañas, 1998).

En relación al contenido proteico de la muestra de diatomita + perlita podemos señalar que es bajo alcanzando un valor de 1,79% debido a que tanto la diatomita como perlita son sustancias inertes (SE., 2001) y (Burés, 1997).

El contenido de Extracto Etéreo para la muestra fue de 8,52%. La calidad de los aceites contenidos en las tierras filtrantes no fue determinada. Requiriéndose de otro análisis para su determinación. Debido que deriva de residuos vegetales en el proceso de filtración de microalgas su origen es vegetal. Es necesario señalar que las grasas se caracterizan por ser altamente energéticas, le confieren un mejor sabor a la ración, aportan ácidos grasos esenciales, favorecen la absorción de nutrientes y evitan la disgregación de las partículas del concentrado (Cañas, 1998)

El valor del Extracto No Nitrogenado no se determinó, este corresponde fundamentalmente a los carbohidratos solubles, es decir, los carbohidratos que son completamente utilizados por el animal. En estricto rigor, el valor del ENN se obtiene de la fórmula: (Cañas, 1998).

$$\text{ENN: } 100 - ( P + EE + FC )$$

Donde:

**ENN** : Extracto No Nitrogenado.

**P** : Proteína.

**EE** : Extracto Etéreo.

**FC** : Fibra Cruda.

Se reemplazaron los valores de acuerdo a los resultados del análisis proximal, se obtuvo un valor de ENN de 25.47 % (Base 100 % Materia Orgánica). Es necesario señalar que debido a las deficiencias que presenta el análisis proximal o de Weende al determinar fibra cruda, una porción de la fibra es agregada al ENN, siendo las de mayor importancia lignina y hemicelulosa (Cañas, 1998).

## 7.2. CONCENTRACIÓN DE SUSTANCIAS POTENCIALMENTE TÓXICAS

Para evaluar la toxicidad que pueda presentar la mezcla de diatomita + perlita en la utilización en raciones para bovinos, se realizaron análisis químicos específicos para algunos de los metales pesados más importantes con la finalidad de comprobar si su concentración es potencialmente tóxica y así verificar que su concentración se encuentra dentro de rangos permitidos para la especie bovina, además de conocer el aporte de minerales que entregan las tierras filtrantes a las dietas. Ellos corresponden a Mercurio,

Plomo, Cadmio, Arsénico, Hierro, Zinc, Cobre y Molibdeno. Este análisis se realizó en el Laboratorio de Calidad de Fundación Chile en Santiago. Estos resultados se muestran en la Tabla 8.

**TABLA N° 8: Metales pesados en los desechos de tierras filtrantes.**

<b>METALES PESADOS DIATOMITA + PERLITA</b>	
<b>MERCURIO (mg/Kg)</b>	< 0,05
<b>PLOMO (mg/Kg)</b>	< 0,5
<b>CADMIO (mg/Kg)</b>	0,29
<b>ARSÉNICO (mg/Kg)</b>	0,26
<b>HIERRO (mg/Kg)</b>	254
<b>ZINC (mg/Kg)</b>	5,3
<b>COBRE (mg/Kg)</b>	4,7
<b>MOLIBDENO (mg/Kg)</b>	< 0,5

\*: Resultados expresados en base Seca.

**FUENTE:** Laboratorio de Calidad de Fundación Chile.

Para el caso de los metales pesados de mayor relevancia, como son el Plomo y el Mercurio, las concentraciones registradas en la muestra de Diatomita + Perlita están bajo el límite de detección de los análisis aplicados. Similar situación se presenta para el Molibdeno. Por lo anterior, es posible descartar contaminación de las dietas a causa de estos elementos, ya que su concentración está bajo los valores que pudiesen ser considerados de peligro para los animales.

Según Blood y Radostits (1992), los niveles máximos de tolerancia para bovinos de Plomo, Mercurio y Molibdeno son 30 mg/kg., 2 mg/kg. y 10 mg/kg. respectivamente.

La intoxicación por Plomo se considera la causa más común de muerte por envenenamiento en el ganado vacuno (Bondi, 1989), y las dosis diarias que tienden a causar intoxicación crónica en bovinos son 6 – 7 mg/kg (equivalente a 100 – 200 mg/kg en la dieta). Las dosis letales agudas en bovinos adultos son de 600 – 800 mg/kg, aunque cabe hacer una advertencia en cuanto a la variabilidad de la toxicidad de diferentes preparados determinándose que puede bastar una sola dosis de 4,8 mg/kg finamente molidas, para causar la muerte (Blood y Radostits, 1992). Según Maynard et al. (1981), los niveles altos de Calcio pueden disminuir la toxicidad del Plomo y en algunos trabajos se señala también que el Zinc mejora la tolerancia de los animales al Plomo, en tanto que otros sugieren que más bien hay disminución de la tolerancia al Plomo en animales alimentados con raciones con elevado contenido de Zinc.

El mercurio puede causar intoxicación en casos puntuales cuando el ganado tiene acceso a la fuente de metal pesado, generalmente estas se producen en las temporadas primavera verano (Maynard *et al.*, 1981).

El Cobre y el Zinc son componentes de gran cantidad de metaloenzimas, las cuales tienen funciones elementales en el metabolismo de los bovinos requiriéndose en concentraciones de 5 a 8 mg/kg y de 20 a 30 mg/kg de la ración respectivamente. Los niveles de tolerancia máximos para estos minerales en bovinos son 115mg/kg para el cobre y de 900 a 1200mg/kg para el zinc (Maynard *et al.*, 1981).

El envenenamiento agudo por Cobre provoca una gastroenteritis severa caracterizada por dolor abdominal, diarrea, anorexia, deshidratación y choque (Merck y Col., 1993).

La intoxicación por Zinc se observa muy rara vez debido a la gran tolerancia de los animales a este compuesto, pero está comprobado que las cantidades excesivas de Zinc en las raciones reducen el consumo de alimentos y pueden provocar la deficiencia en Cobre. Los síntomas de una deficiencia de Zinc produce retraso en el crecimiento, inflamación de la piel alrededor de la nariz y de la boca, rigidez de las articulaciones, alopecia, grietas en la piel alrededor de la pezuña, piel arrugada y escamosa en la parte trasera de las piernas, orejas y cuello con paraqueratosis (Maynard *et al.*, 1981; Mc Donald *et al.*, 1993)

El ARC (1980), señala que el requerimiento de Zinc para mantenimiento correspondería a 0.045 mg/kg/día y que por cada kilo de peso que aumenta el bovino en crecimiento requiere aproximadamente 24 mg de Zinc.

Wittwer *et al* (1990), estudiaron el efecto de la suplementación de Zinc en terneros, obteniendo un incremento significativo, en sus concentraciones séricas de Zinc pero no tuvo efecto sobre la ganancia de peso.

El Hierro y Arsénico poseen niveles máximos de tolerancia de 1000 y 50 - 100 mg/kg respectivamente (Blood y Radostits, 1992).

Si bien el contenido de hierro en el cuerpo no es mayor de 0,004%, este elemento desempeña un papel central dentro de los procesos vitales. En vista de que es el

constituyente principal del pigmento respiratorio hemoglobina, el hierro es fundamental para el funcionamiento de todos los órganos y tejidos del cuerpo. En los bovinos los requerimientos son del orden de 25 a 40 mg/kg de alimento (Maynard *et al.*, 1981).

La toxicosis por hierro no es un problema común en los animales de granjas (Maynard *et al.*, 1981), si bien, puede presentarse por la administración oral prolongada del elemento (Mc Donald *et al.*, 1993).

La intoxicación por Arsénico produce molestias que comienzan, con dolor abdominal intenso, quejidos, aumento de la frecuencia respiratoria, salivación, rechinar de dientes y vómito, también hay atonía ruminal y diarrea líquida fétida; algunos animales mueren antes de que aparezca la signología digestiva (Blood y Radostits, 1992).

Por lo anteriormente señalado podemos concluir que los metales presentes en las tierras filtrantes no provocaron alteraciones sobre los organismos en los que se evaluaron las dietas, ya que se encuentran en concentraciones bajo los rangos toxicológicos para la especie bovina.

### **7.3. EVALUACIÓN DE LAS DIETAS**

La dieta normal (base) suministrada a los animales fue elaborada de acuerdo a los requerimientos nutricionales para novillo de engorda, esta dieta contenía ensilaje de maíz,

ensilaje de pradera y el concentrado con 0 % de inclusión de Diatomita + Perlita que corresponde al concentrado comercial novillo de engorda producido por la Empresa elaboradora de alimentos para el consumo animal, “Alimentos Cisternas”.

En las Tablas 9 y 10 se muestran los análisis proximales del ensilaje de Maíz, y el de ensilaje de pradera de ballica respectivamente.

**TABLA N° 9: Análisis proximal ensilaje de maíz.**

<b>Materia Seca %</b>	<b>22,60</b>	<b>Humedad %</b>	<b>77,4</b>
	<b>MS</b>	<b>SA</b>	
<b>Proteína Cruda %</b>	6,30	1,42	
<b>Proteína Verdadera %</b>	N/S	N/S	
<b>Extracto Etéreo %</b>	2,50	0,56	
<b>Cenizas %</b>	4,40	0,99	
<b>Energía Metabolizable (Mcal/Kg)</b>	2,5204	0,569	
<b>Fibra Cruda %</b>	14,20	3,20	
<b>Actividad Ureásica</b>	N/S	N/S	
<b>FDN %</b>	N/S	N/S	

MS: Resultado expresado sobre la base del 100 % de materia seca.

SA: Resultado expresado en base seco al aire (Tal como Ofrecido o materia verde).

N/S: No solicitado.

**Fuente:** Laboratorio Apablaza y Santelices, 2002.

**TABLA N° 10: Análisis proximal ensilaje de pradera trébol rosado y ballica inglesa.**

<b>Materia Seca %</b>	19,2
	<b>MS</b>
<b>Proteína Cruda %</b>	12,4
<b>Proteína Verdadera %</b>	8,5
<b>Extracto Etéreo %</b>	2,50
<b>Cenizas %</b>	4,40
<b>Energía Metabolizable (Mcal/kg)</b>	2,46
<b>Fibra Cruda %</b>	32,7

Fuente: UACH

**TABLA N° 11: Información nutricional concentrado novillo de engorda.**

<b>Análisis Base Materia Seca</b>	
<b>E. Metabolizable (Mcal/kg)</b>	2,90
<b>Proteína Cruda %</b>	13
<b>Fibra Cruda %</b>	13.6
<b>Calcio %</b>	0,6
<b>Fósforo (Mínimo) %</b>	0,5

Fuente: Vademécum Veterinario, 1998.

Este concentrado fue elaborado comercialmente y formulado de tal manera que cumple los requerimientos nutricionales de novillo de engorda.

En la Tabla 12 se aprecia el análisis nutricional dieta experimental con 5 % de inclusión Diatomita + Perlita



**FIGURA N° 10: Dieta experimental**

**TABLA N° 12: Análisis Nutricional Dieta Experimental con 5 % de Inclusión**

**Diatomita + Perlita.**

<b>Materia Seca %</b>	<b>85,2</b>	<b>Humedad %</b>	<b>14,8</b>
	<b>MS</b>	<b>SA</b>	
<b>PC %</b>	19,4	16,5	
<b>Proteína Verdadera %</b>	N/S	N/S	
<b>Extracto Etéreo %</b>	4,50	3,83	
<b>Cenizas %</b>	6,30	5,36	
<b>E. Metabolizable (Kcal/Kg) *</b>	N/S	N/S	
<b>FC %</b>	10,10	8,60	
<b>Actividad ureásica</b>	N/S	N/S	
<b>FDN %</b>	N/S	N/S	

MS: Resultado expresado sobre la base de 100 % de Materia seca.

SA: Resultado expresado en base seco al aire (tal como ofrecido o materia verde)

N/S: No solicitado.

\*: Energía metabolizable estimativa =  $2,84 \text{ Mcal/kg. (Energía Metabólica del concentrado = } 11,78 + 0,0654 * \text{ PC \%} + 0,0665 * (\text{EE \%})^2 - (0,0414 * \text{EE \%} * \text{FC \%}) - (0,118 * \text{Ce \%}) \text{ (Csiro, 1990).}$

**Fuente:** Laboratorio Apablaza y Santelices, 2002.

Del análisis proximal de la dieta con 5% de inclusión de Diatomita + Perlita ( T3) se desprende que no existe diferencia en el valor nutricional, tanto para la energía metabolizable, FC y PC con respecto al concentrado base comercial.

En cuanto al contenido de cenizas es probable que existan variaciones porcentuales de acuerdo al porcentaje de inclusión de la tierra filtrante en las diferentes dietas.

En la Tabla 13 se puede observar el aporte de energía de la dieta con 5% de inclusión.

**TABLA N° 13: Aporte de Energía Tratamiento con 5% de Inclusión (T 3).**

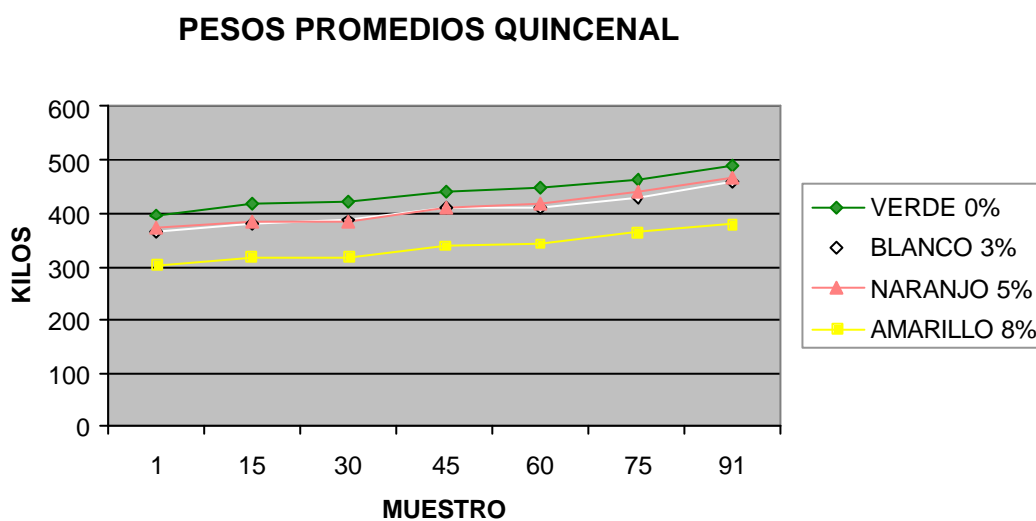
	<b>Consumo Materia Verde (kg )</b>	<b>Consumo Materia Seca (kg )</b>	<b>EM/Kg/MS</b>	<b>EM Mcal</b>
<b>Ensilaje de maíz</b>	12,25	2,77	2,520	6,98
<b>Concentrado</b>	3	2,556	2,84	7,259
<b>Ensilaje de pradera</b>	14,42	2,77	2,46	6,81
	<b>Consumo Diario Total Kg MS</b>	8,1	<b>Total Aporte Ración Mcal X Día</b>	21,04

Fuente: UCT, 2002

Los requerimientos nutricionales diarios, para un novillo de engorda, que pesa en promedio 280 Kg de peso y con una ganancia diaria de aproximadamente 1000 grs. son de un consumo de Materia Seca de 8,1 kg considerando un 2,89% del peso vivo.

Según el NRC, (1989) se puede observar que el requerimiento de ambos elementos (Ca y P) cambia en proporción a los pesos y ganancias de peso de los animales. Además Maynard *et al*, (1981) señalan que tanto el calcio como el fósforo se relacionan con el consumo de materia seca siendo 0,27% para el caso del Ca y 0,23% del P, lo que establece un requerimiento de 21,87 gr./día y 18,63 gr./día respectivamente.

Cañas, (1998) y NRC, (1989) establecen que los requerimientos para novillos de engorda de 280 Kg., con una ganancia diaria de un Kg. requieren un energía Metabolizable de 21 – 21,84 Mcal. diarias. Lo que concuerda con los aportes energéticos de nuestra dieta.



**FIGURA N°11: Aumento promedios de peso quincenal en novillos alimentados con desechos de tierras filtrantes a distinta concentración**

Como se muestra en la figura 11 existieron dos disminuciones de ganancia de peso en todos los grupos. Situación que se puede deber a las condiciones adversas de la época

en que se realizaron dichos muestreos (pleno invierno), con condiciones de temperatura extremas y además problemas de confinamiento. Esto se fundamenta por lo expresado por Bondi (1989) y Cañas (1998) quien afirma que a temperaturas ambientales bajas, la velocidad metabólica (producción de calor por unidad de tiempo) aumenta debido a la necesidad de calor, elevando los requerimientos de manutención.

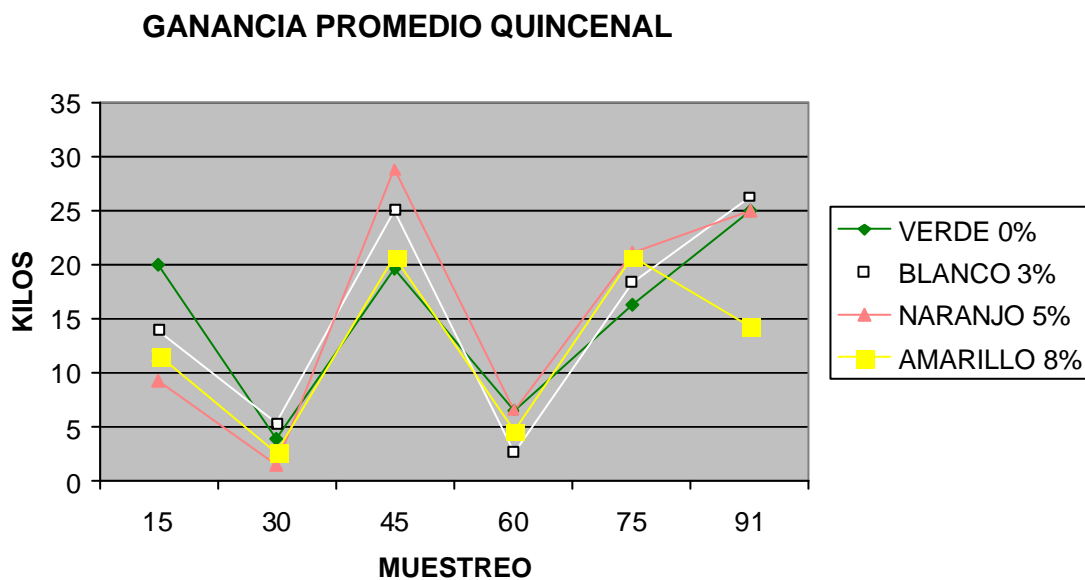
En este ensayo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ( $p > 0,05$ ), aunque al ver los promedios de las ganancias de peso quincenales se observa un incremento en la ganancia de peso de la dieta con 5 % sobre el resto de los grupos, lo que indica un mayor aprovechamiento de los nutrientes, por parte de este grupo, porque una de las características favorables de los minerales no nutricionales es que forman un gel a nivel de tracto gastrointestinal y por ende hay un retardo en el tránsito de los nutrientes, un tiempo más largo de digestión y por lo tanto le permite al animal aprovechar mejor los alimentos (Loughbrough, 1993).

Se puede apreciar que la diferencia entre las dietas estadísticamente no fue significativa ( $p > 0,05$ ) (Tabla 14). Para observar mejor los resultados se realizó un gráfico de las ganancias promedios diarias mostradas en Figura 12.

**TABLA N° 14: Ganancias promedio diarias en todos los grupos de tratamiento.**

Fecha	Verde 0 % Kg	Blancos 3 % Kg	Naranja 5 % Kg	Amarilla 8 % Kg
15 de junio	1.33	0.933	0.622	0.77
30 de junio	0.266	0.355	0.11	0.177
15 de julio	1.311	1.66	1.911	1.37
30 de julio	0.44	0.177	0.44	0.311
14 de agosto	1.088	1.22	1.4	1.377
29 de agosto	1.66	1.755	1.66	0.955
<b>Promedios</b>	1.018a	1.018a	1.025a	0.829a

Letras diferentes señalan diferencias significativas  $p < 0,05$ .



**FIGURA N° 12: Ganancias promedios quincenales en novillos alimentados con desechos de Tierras filtrantes a distinta concentración.**

No existen antecedentes del uso de diatomita + perlita como insumo en dietas de novillos de engorda, en los que se evalúe su efecto en la ganancia de peso. Pero estudios realizados por Castro (2003), sobre el uso de desechos industriales de tierra filtrantes (diatomita + perlita) en dietas de terneras en crecimiento, utilizando 4 dietas con diferentes % de inclusión de Diatomita + Perlita (0%, 3%, 5%, y 8%) evaluando: crecimiento y sobrevivencia. No encontró diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en la ganancia de peso con el uso de los diferentes niveles de inclusión. Lo que concuerda con los datos obtenidos en la presente investigación.

Además trabajos realizados por Fernández *et al.* (1998), donde probaron el efecto de la diatomita como antihelmíntico en novillos de carne en feedlot, no tuvieron efectos en el peso corporal, ganancia diaria promedio, consumo de materia seca y conversión de alimento con respecto al grupo control no tratado. Lo que ratifica los resultados obtenidos en este trabajo.

Nagy y Javor (1989), en estudios realizados con otros minerales, señalan que la adición de suplementos alimenticios (cemento, perlita y zeolita), no tienen efecto en la ganancia de peso, pero sí reducen la entrada de alimento por unidad ganada en ovejas.

Murray *et al.* (1990), evaluaron el efecto de la bentonita (mineral similar a la perlita) en el crecimiento de la lana, ganancia de peso y función ruminal en ovejas. Obtuvieron que la bentonita no tiene efectos sobre la ganancia de peso ni en el crecimiento de la lana.

En cerdos, Lindemann *et al.* (1997), demostraron que el uso de arcillas seleccionadas mitigó los efectos adversos de aflatoxinas en dietas de cerdos al destete y demostró que existe una mejora parcial en la ganancia de peso cuando no hay contaminación con aflatoxinas.

Trabajos realizados por Lanari *et al.* (1996), con truchas demostraron que al adicionar un 5 % de minerales no nutricionales en las dietas, se producen mayores incrementos diarios de peso (19 %), y un mejor índice de conversión del alimento, además Leonard (1980), obtuvo resultados similares, en esta especie, con la incorporación de diversos minerales no nutricionales a las dietas (2 - 5 %), con respecto al aumento de peso y disminución de la mortalidad.

Pérez *et al.* (1991), comprobaron que mediante el empleo de minerales no nutricionales en dietas para juveniles de camarón blanco, se consigue un mayor aprovechamiento de aquéllas; mejorando el factor de conversión del alimento, traducido en un ahorro de los costo alimentario. Como consecuencia dio cuenta de la mayor tasa de crecimiento y de ganancia en peso.

Estudios realizados por Fundación Chile, sobre adición de Perlita en la dieta pollos broiler, obtuvieron que la perlita redujo el contenido graso; mejora la calidad de los huevos, se incrementa el peso de los mismos y además reduce el tiempo requerido para el inicio de la postura en gallinas ponedoras

Madhu - Mohini *et al.* (1997), demostraron que la bentonita tiene algún efecto sobre los protozoos ruminales en terneros. Lo que concuerda con lo obtenido por Chaudhary *et al.* (2000), que la suplementación de bentonita reduce el conteo de protozoos en un 25 % en búfalos.

Los resultados obtenidos son diferentes a los obtenidos por Pulido y Fehring (2002), quienes evaluaron la adición de zeolitas en raciones post destete de terneras de lechería en un período de 65 días (Etapa 1: 30 días, Etapa 2: 35 días) y obtuvieron que la adición de zeolitas en un 3 % a la ración no afectaba el consumo de alimento, ni la eficiencia de conversión alimenticia, pero sí la ganancia de peso. La ganancia de peso presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en la etapa 2.

#### **7.4. RELACIÓN COSTO - BENEFICIO DE LOS DESECHOS DE TIERRAS FILTRANTES**

Para evaluar el costo de los desechos de tierras filtrantes se compararon estas con cuatro sales minerales comerciales que detallaremos como: S1, S2, S3 y S4. Los precios de mercado corresponden a un promedio de los precios de un conjunto de empresas veterinarias de la zona. Las Tablas 15 a 18 muestran la composición de las distintas sales minerales.

**TABLA N° 15: Composición bromatológica de sal comercial tipo S 1**

<b>Cada kilogramo contiene:</b>			
<b>Calcio</b>	140 grs.	<b>Yodo</b>	200 mg.
<b>Fósforo</b>	85 grs.	<b>Azufre</b>	1 grs.
<b>Zinc</b>	5000 mg.	<b>Manganeso</b>	1500 mg.
<b>Magnesio</b>	40 grs.	<b>Fierro</b>	Máx. 2000 mg.
<b>Cobre</b>	750 grs.	<b>Sal</b>	40 grs.
<b>Cobalto</b>	10 mg.	<b>Sodio</b>	Máx.3 grs.

La dosis de S 1 es de 100 - 150 grs./día, y el precio promedio por Kg. es de \$ 196 sin IVA, por lo tanto la dosis por animal vale \$ 24.

**TABLA N° 16: Composición bromatológica de sal comercial tipo S 2.**

<b>Cada kilogramo contiene:</b>			
<b>Calcio</b>	151grs.	<b>Fierro</b>	-
<b>Fósforo</b>	68grs.	<b>Cobre</b>	630mg.
<b>Magnesio</b>	0.64grs.	<b>Manganeso</b>	640mg.
<b>Sodio</b>	336grs.	<b>Zinc</b>	1800mg.
<b>Potasio</b>		<b>Yodo</b>	17mg.
<b>Azufre</b>	32mg.	<b>Cobalto</b>	14mg.
		<b>Selenio</b>	27mg.

La dosis de S2 de consumo voluntario es de 80 grs./día, el kilogramo tiene un valor promedio de \$ 175 sin IVA, la dosis por animal vale \$ 14.

**TABLA N° 17: Composición bromatológica de sal comercial tipo S 3.**

<b>Cada kilogramo contiene:</b>	
<b>Calcio</b>	156 grs.
<b>Fósforo</b>	95,6 grs.
<b>Magnesio</b>	40 grs.
<b>Núcleo Corrector ( M ) a base de: Zinc, Cobre, Cobalto, Yodo, Hierro, Manganeso, Selenio, Azufre, Potasio y cloruro de sodio Saborizante y Matriz de soporte.</b>	

La dosis de S3 es de 50 grs./día, el precio promedio por Kg. es de \$ 210 sin IVA, la dosis por animal vale \$ 10.

**TABLA N° 18: Composición bromatológica de sal comercial tipo S 4.**

<b>Cada kilogramo contiene:</b>			
<b>Calcio</b>	160 grs.	<b>Cobre</b>	750 mg.
<b>Fósforo</b>	80 grs.	<b>Manganeso</b>	1.500 mg.
<b>Magnesio</b>	10 grs.	<b>Zinc</b>	2500 mg.
<b>Sodio</b>	30 gr	<b>Yodo</b>	200 mg
<b>Potasio</b>	Máx. 3 gr	<b>Cobalto</b>	10 mg
<b>Azufre</b>	1 gr	<b>Selenio</b>	7 mg
<b>Fierro</b>	Máx. 2500 mg		

La dosis de S4 es de 130 - 170 grs./día, el precio promedio por kilogramo es de \$ 182 sin IVA, por lo tanto la dosis por animal vale \$ 27.

La composición en gramos de las tierras filtrantes se mostrará en las Tablas números 19 y 20.

TABLA N° 19: Composición de la diatomita.

<b>Mineral</b>	<b>Rango (grs.)</b>	<b>Promedio (grs.)</b>
<b>Silicio</b>	19,32 – 20,35	19,83
<b>Aluminio</b>	2,78 – 2,85	2,81
<b>Fierro</b>	2,23 – 5,8	4,0
<b>Potasio</b>	0,07 – 0,3	0,18
<b>Magnesio</b>	0,09 – 0,14	0,11
<b>Sodio</b>	0,13 – 0,54	0,33
<b>Calcio</b>	0,95 – 1,43	1,19

TABLA N° 20: Composición de la perlita.

<b>Mineral</b>	<b>Rango ( grs )</b>	<b>Promedio ( grs )</b>
<b>Silicio</b>	20,16 - 21,34	20,75
<b>Aluminio</b>	5,39 – 7,55	6,47
<b>Fierro</b>	0,21 – 1,67	0,94
<b>Potasio</b>	0,78 - 7,03	3,9
<b>Magnesio</b>	0,02 – 0,19	0,1
<b>Sodio</b>	1,14 – 2,29	1,71
<b>Calcio</b>	0,11 – 0,79	0,45
<b>Titania</b>	0,04 – 0,23	0,13
<b>Manganeso</b>	0,1 – 0,37	0,23

Los desechos de tierras filtrantes tienen un costo de \$ 20 por kilogramo, para elaborar un kilo de concentrado se necesitan 50grs de diatomita + perlita aproximadamente lo que equivale al 5% del concentrado.

La ración diaria de los novillos es de 3 kilogramos de concentrado, por lo que se requieren 150grs diarios por animal, teniendo un costo de \$ 3 por animal.

Al establecer una relación entre los costos de las distintas sales minerales comerciales y la diatomita + perlita. Podemos determinar que estos últimos son menores, además se obtienen ingresos no operacionales por concepto de valorizar un elemento que hasta hoy se considera un desecho y el cual se constituye como costo de producción debido al egreso que se incurre en su eliminación.

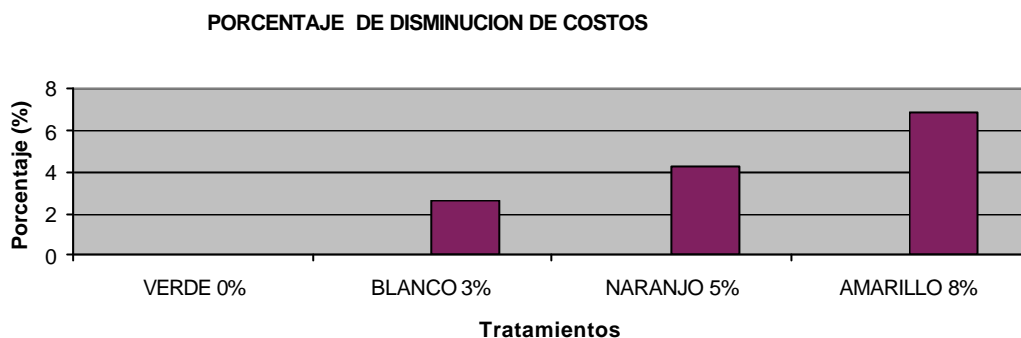
Ahora bien, desde el punto de vista nutricional, las sales comerciales satisfacen los requerimientos de minerales para los novillos de engorda y están formuladas para este fin, en cambio los desechos de tierras filtrantes no poseen minerales esenciales para las novillos, como el fósforo y cuya falta puede provocar la pérdida del apetito y, en muchas ocasiones, lo que se denomina apetito depravado o "pica", que consiste en la avidez por comer hueso, madera, ropa y muchos otros materiales a los cuales pueden tener acceso los animales (Maynard *et al.*, 1981) y llegar a producir una hipofosfatemia, raquitismo y osteomalacia (Mc Donald *et al.*, 1993).

Los desechos de tierras filtrantes también aportan otros minerales de importancia, pero en baja cantidad como por ejemplo el calcio cuyo requerimiento en novillos de engorda de 280kg es de 21,87 gr/día (NRC, 1989; Cañas, 1998), por lo que no se estaría cumpliendo la relación calcio: fósforo de 2: 1 o 1: 1, lo que puede llevar a causar cuadros subclínicos y clínicos de hipocalcemia y trastornos en la osificación (Mc Donald *et al.*, 1993).

Estos desechos también aportan gran cantidad de Silicio, mineral que según Cañas (1998), es un elemento que no tiene valor nutricional, y que más bien es un índice de mal aprovechamiento del alimento. Esto contrasta con lo publicado por Carlisle (1970) quien demostró que era esencial para la calcificación normal de los huesos de los pollos. El silicio puede desempeñar un papel en la síntesis de mucopolisacaridos y es posible que funcione como un enlace que contribuya a darle integridad estructural al tejido conectivo. Por otro lado los altos niveles de silicio en la dieta pueden ser dañinos. Pudiendo producir urolitiasis, sin embargo este proceso no se debe únicamente al silicio, ya que no ha sido posible producir estos cálculos al agregar este elemento a la ración de los rumiantes pequeños (Nottle y Armstrong, 1966).

La alimentación representa entre un 60 a 80% de los costos variables de los sistemas de producción animal. De ahí la importancia de utilizar raciones que además de cumplir con los requerimientos animales, sean de mínimo costo. De esta forma se busca la máxima utilidad económica de la alimentación animal (García, 2000).

En la Figura 13, se presentan los porcentajes de disminución de costos según el porcentaje de inclusión de tierra filtrante (3%, 5% y 8%) con respecto a la ración testigo (0%). Los cuales fueron obtenidos al incorporar los diferentes porcentajes de tierra filtrante en los costos totales del concentrado, con el ahorro respectivo de este.



**FIGURA N° 13: Porcentaje de disminución de costos en los diferentes tratamientos.**

Como se aprecia, existe una clara disminución en los costos de elaboración del concentrado los cuales llegan a 2,58% para el tratamiento del 3%; para el 5% y 8% alcanzan un 4,31% y 6,9% respectivamente, lo que es una herramienta de apoyo para optimizar y maximizar los recursos existentes, ya que los desechos de tierras filtrantes son un producto de bajo costo. Alcanzando una mayor rentabilidad del rubro.

## VIII. CONCLUSIONES

- ?? Por las características físico químicas la mezcla diatomita + perlita es factible de ser utilizada como insumo en la elaboración de alimentos para novillos de engorda, ya que al análisis químico, las concentraciones de los metales pesados en las tierras filtrantes no provocaron alteraciones sobre los organismos en los que se evaluaron las dietas, ya que se encuentran en concentraciones bajo los rangos toxicológicos para la especie bovina
- ?? No existen diferencias significativas ( $p>0.05$ ) en las ganancias de peso con el uso de las diferentes porcentajes de la mezcla Diatomita + Perlita en concentrados para novillos de engorda.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (ARC). 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Cab international. Wallingford.
2. ALISA. 1993. "Perlita". Documento Técnico. Agregados Livianos, Lo Echevers 500. Quilicura. Santiago. Chile.
3. BLOOD, D.C; RADOSTITS, O. M. 1992. .Medicina Veterinaria. Volumen II. Ed. Interamericana. México.
4. BONDI, A. 1989. Nutrición Animal. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
5. BURES, S. Sustratos. 1997. Editorial Agrotécnicas S. L. Madrid. España.
6. BUXADE, C. 1995. Alimentos y Racionamiento. Tomo III. Mundi prensa. Madrid. España.
7. CAÑAS, R. 1998. Alimentación y nutrición animal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Segunda Edición. Chile.
8. CARLISLE, E.M. 1970. Silicon: A posible factor in bone calcification. Science, 167:279-280.
9. CASTRO, C. 2003. Uso de Desechos de Tierra Filtrantes (Diatomita + Perlita) Como Insumo para Dietas de Terneras en Crecimiento. Universidad Católica de Chile. Facultad de Acuicultura y Ciencias Veterinarias. Escuela de Medicina Veterinaria. 60 p.
10. CELITE CHILE. S.A. 1993. Diactiv: "Auxiliares filtrantes". Documento Técnico. Celite Chile. Guarda vieja 255. Providencia. Santiago. Chile.
11. CHAUDHARY, L. C; KAMRA, D. N; SINGH, R; AGARWAL, N. y PATHAK, N. N. 2000. Effect of feeding bentonite on rumen fermentation, enzyme activity and protozoal population in adult buffaloes (*Bubalus bubalis*). Animal Nutrition Division. Indian Veterinary Research Institute. Izatnagar - 243122. India. Buffalo - Journal. 2000, 16: 1, 73 - 79; 21 ref.
12. CSIRO. 1990. Standig Committee on Agriculture. Ruminants Subcommittiee.
13. FERNANDEZ, M; WOODWARD, B. W. e STROMBERG, B.E. 1998. Effect of diatomaceous Earth as an Anthelmintic treatment on internal parasites and feedlot performance of beef steers. Animal Science 66 : 635 - 641.

14. GARCIA M., A. 2000. Teoría Económica de la Producción Ganadera. Edición Universidad de Córdoba. 354 p.
15. KORUNIC, Z. 1997. Rapid assessment of the insecticidal value of diatomaceous earths without conducting bioassays. *Journal of Stored Products Research*. 33 : 3, 219 - 229, 18 ref.
16. LANARI, D; D'AGARO, E. e TURRI, C. 1996. Impegno di zeoliti cubane nell'tazione della trota. *Rivista italiana di Acquacultura*. 31: 23 - 33.
17. LEONARD, D. W. 1980. Natural zeolites. The Anaconda Cooper Company. N.Y.
18. LINDEMANN, M. D; BLODGETT D. J; HARPER, A. F; KORNEGAY, E. T. e DOERR; J. A. 1997. Appraisal of the value of selected clays and minerals in diets with and without aflatoxin - contaminated maize fed to young pigs. *Journal of Animal and Feed Science*. 6 : 4, 507 - 519; 15 ref.
19. LOUGHBROUGH, R. 1993. Minerals for Animal feed in a stable market. En: *Industrial Minerals*. Nº 306. Marzo.
20. MC. DONALD, P; EDWARDS, R. e GREENALGH J. F. D. 1993. *Nutrición Animal*. Cuarta Edición. Acribia. Zaragoza. España.
21. MADHU - MOHINI; SINGH, G. P; KEWALRAMANI, N. J; GHOSHAL, T. K. e MOHINI, M. 1997. Protozoan population as affected by supplementation of bentonite in the diet of cattle calves. Dairy Cattle Nutrition Division, National Dairy Research Institute, Karnal 132001, India: *Journal - of - Nuclear - Agriculture - and - Biology*. 1997, 26: 3, 175 - 180; 21 ref
22. MASTERS, A; PALM, S. 1993. Diatomite: much more than a filter aid. Documento Técnico Celite Corporation. Lompoc. California. U.S.A.
23. MAYNARD, L. A; LOOSLI, J. K; HINTZ, H. F y WARNER, R. G. 1981. *Nutrición Animal*. Editorial Mc Graw Hill. Cuarta edición. México.
24. MERCK Y COL. 1993. *El Manual Merck de Veterinaria*. Cuarta Edición. Océano. Barcelona. España.
25. MILLER, W. J. 1989. *Nutrición y Alimentación del ganado vacuno lechero*. Acribia. Zaragoza. España.
26. MURRAY P. J; ROWE J. B. e AITCHISON E. M. 1990. The effect of bentonite on wool growth, liveweight change and rumen fermentation in sheep. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 30: 1, 39 - 42; 12 ref.

27. NAGY, Z. e JAVOR, A. 1989. Effects of some feed supplements and lamb fattening. *Debreceni Agrartudományi Egyetem Tudományos Közleményei* 28: 197 - 214; 12 ref.
28. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1989. *Nutrients Requirements of dairy cattle*. National Academy Press. 6° edición. EEUU.
29. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1976. *Nutrients Requirements of beef cattle*. National Academy Press. 6° edición. EEUU.
30. NOTTLE, M.D. e ARMSTRONG, J.M. 1966. Urinary excretion of silica by grazing sheep, *J.Agr. Research*. 17:165-173.
31. PEREZ, M; ALVAREZ, S. e CARBALLO, I. 1991. Empleo de zeolitas en dietas para juveniles de camarón blanco. *Zeolitas '91*. La Habana. P 311.
32. PRUDANT, A. 1994. *Frontera Agrícola*. Instituto de agroindustria Fac. De Cs. Agropecuarias. Vol. 2. N° 2. Julio - Diciembre. Temuco. Chile.
33. PULIDO, R. y FEHRING, A. 2002. Efecto de adición de zeolitas en ración postdestete de terneras de lechería, sobre la ganancia de peso.
34. UNDERWOOD, E. J. 1981. *The mineral Nutrition of Livestock*. Segunda Edición. Commonwealth Agricultural Bureaux.
35. VADEMECUM VETERINARIO. 1998. *Manual de productos veterinarios*. Ediciones y Comunicaciones Ltda. 5° Edición. Chile.
36. VENDOCK. 1993. Congreso Internacional de Sustratos. *Horticultura* 86: 30-42.
37. WITTWER, F; CONTRERAS, P. A; PHIL, M; BÖHMWALD, H. y KINZEL, I. 1990. Efecto de la administración de Zinc en vacas parto y en sus terneros. Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias. Universidad Austral. Valdivia. Chile.
38. YAO, M. C; Lo, K. C. 2001. Evaluation of control methods for insect pests of rice in small packages. *Plant Protection Bulletin Taipei* 43 : 3, 173 - 187; 26 ref.

### Referencias Bibliográficas en Internet

1. Centro Tecnológico Minero. 1995. Clasificación y descripción de los minerales no metálicos. Web: [www.unap.cl](http://www.unap.cl).
2. Diatomita. En: [www.ciemil.com](http://www.ciemil.com).
3. Germain, G. 1997. Minerales no Metálicos, Rocas Industriales y Gemas de Bolivia. Web: [www.bolivianet.com](http://www.bolivianet.com).
4. SE. Secretaria de economía. 2001. Minerales no Metálicos “Diatomita”. Web: [www.economia.gob.mx](http://www.economia.gob.mx)
5. Tipos de sustratos de cultivo (Apartados del 1 al 2). 2002. Web: [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)
6. Utilización de las diatomeas como absorbente sanitario. En: [www.rosario-minerales.com.ar](http://www.rosario-minerales.com.ar).

## X. ANEXO

**TABLA N° 1:** Registros de pesos de las terneras con las distintas dietas.

<b>Dieta</b>	<b>0 %</b>			<b>3 %</b>			<b>5 %</b>			<b>8 %</b>		
<b>N °</b>	<b>113</b>	<b>114</b>	<b>97</b>	<b>104</b>	<b>111</b>	<b>107</b>	<b>117</b>	<b>90</b>	<b>105</b>	<b>S/N</b>	<b>109</b>	<b>103</b>
<b>Días</b>												
<b>15/6</b>	110	126	164	135	126	155	130	160	128	147	135	145
<b>30/6</b>	113	125	164	140	131	162	131	167	122	160	146	155
<b>16/7</b>	124	140	180	152	147	177	149	182	140	172	157	165
<b>1/8</b>	124	144	182	163	148	181	153	190	144	175	165	173
<b>15/8</b>	140	154	192	171	159	190	170	202	154	187	178	184
<b>30/8</b>	144	161	218	185	168	212	185	222,5	170	194	190	190
<b>Prom.</b>	125,8	141,6	183,3	157,6	146,5	179,5	153	187,2	143	172,5	161,8	168,6
<b>Prom. Final</b>	150,2			161,2			161,6			167,6		

Los datos Mostrados en las tablas 15 y 16 se obtuvieron de los datos registrados en las tablas 1 y 2 de la tesis, para ello, se utilizaron los pesos moleculares de los compuestos, y se obtuvieron por regla de tres y diferencia los gramos de cada elemento.

**Ejemplo:** El  $\text{SiO}_2$  de la tabla 1 (Características mineralógicas y químicas de las diatomitas), tiene un rango de 68,9 - 72,6 (porcentaje en peso).

Los pesos atómicos del silicio y oxígeno son 28,09 y 15,9 respectivamente.

$$\text{SiO}_2: \quad 28,09 + (15,09 * 2) = 59,89 \text{ grs/mol}$$

$$68,9 \% ? \quad 59,89 \text{ grs/mol} \quad \text{---} \quad 100 \quad \%$$

$$X \quad \text{---} \quad 68,9 \quad \%$$

$$X = 41,2 \text{ grs de SiO}_2$$

$$59,89 \text{ ( grs/mol) } \quad \text{---} \quad 28,09 \text{ (grs de SiO}_2 \text{ )}$$

$$41,2 \text{ (grs/mol) } \quad \text{---} \quad X$$

$$X = 19,32 \text{ grs de Si}$$

Finalmente por diferencia:

$$41,2 - 19,32 = 21,88 \text{ grs de O}_2$$

Luego se repite lo mismo para el otro rango reemplazando el valor 68,9 % por 72,6 %.