

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA  
Y ZOOTECNIA**

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y LA CALIDAD DE LA  
CANAL DE CABRITOS EN LACTANCIA ARTIFICIAL UTILIZANDO LECHE DE  
CABRAS ALIMENTADAS CON METIONINA DE ZINC Y LECHE DE CABRAS  
ALIMENTADAS CON ÓXIDO DE ZINC.

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTA

**JOSÉ LUIS VILLADA VÁZQUEZ**

Asesores:

MVZ, MC Javier Gutiérrez Molotla  
MVZ, MC Humberto Troncoso Altamirano  
MVZ, MC Pedro Ochoa Galván

México, D. F.

2006



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **DEDICATORIA**

A mi Madre, que aunque ya no esta conmigo, me ayudo desde donde esta.

A mi Padre por apoyarme durante toda la carrera.

A mis abuelos, en especial a mi abuela Lucia que desde donde esta me ayuda y protege.

A Rocío por alentarme a seguir.

A Lupita y a Margarita por soportar mis enojos y disgustos.

A la Señora Gloria por apoyarme directa e indirectamente.

A Stephanie por estar conmigo en los momentos difíciles.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Díos por todo lo que me ha dado y por ayudarme a ser lo que soy.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por darme la oportunidad de aprender de esta noble profesión.

Al Doctor Javier Gutiérrez Molotla por ofrecerme esta investigación, por su ayuda y atención para la elaboración del presente trabajo.

Al Doctor Humberto Troncoso Altamirano, por todo su apoyo, paciencia y por creer en mí.

Al Doctor Pedro Ochoa Galván por su atención y ayuda.

A la Doctora Maria de la Salud Rubio Lozano por su asistencia y orientación en este trabajo.

A las Señoras Fermina Palma Atlixqueño y Guadalupe Ramírez Fuentes del Departamento de Nutrición, por la gran ayuda y afecto que me brindaron en esta etapa.

A la MVZ Claudia Olmedo Arellano por su ayuda prestada en el CEPIPSA.

A Lina Cabrera y Heladio Espinoza por empujarme a hacer la Tesis.

Y sobre todo a todos mis muchachos (mis cabritos) por que sin ellos no hubiera hecho este trabajo.

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	01
INTRODUCCIÓN.....	02
MATERIAL Y METODOS.....	14
RESULTADOS.....	20
DISCUSIÓN.....	26
REFERENCIAS.....	34
FIGURAS Y CUADROS.....	40
ANEXO.....	47

## **Introducción**

La cabra ha sido tradicionalmente un animal adoptado por los grupos marginales y rurales para satisfacer, aunque medianamente, sus necesidades más elementales de carne y leche. La cabra es una especie que ofrece múltiples ventajas frente a otras especies, como gran capacidad a adaptarse a condiciones ambientales variables y a diferentes regímenes nutricionales, alto potencial en reproducción, menor susceptibilidad a contraer enfermedades infecciosas, así como un bajo costo de inversión inicial, construcción y mantenimiento de las instalaciones, lo que facilita su cría en países en desarrollo.

La cabra fue introducida primero en el Caribe y más tarde al continente americano por los españoles, alrededor del siglo XVI. En México se puede encontrar tanto animales criollos que descienden de las razas Blanca Celtibérica, Castellana de Extremadura y Murciana-Granadina, como animales de razas puras algunas especializadas en la producción de leche como la Saanen y Alpina francesa<sup>1,2,3</sup>.

Hoy en día la población caprina se distribuye a nivel mundial en una franja comprendida entre los trópicos de cáncer y capricornio, en donde concluyen la mayor parte de las zonas áridas y semiáridas y la gran cantidad de países subdesarrollados, que coincidentemente poseen la mayor parte de cabras con rendimientos de subsistencia o con niveles menores de producción, en comparación con los países desarrollados como Francia y Estados Unidos, donde a pesar de tener poblaciones caprinas bajas, han logrado gran productividad en esta especie<sup>4</sup>.

México ocupa el primer lugar en América Latina en caprinocultura, con nueve millones 500 mil cabezas. Para el año 2004 se estima que la producción de carne de cabra fue de casi 47 mil toneladas, y de 155 millones de litros de leche de cabra <sup>5</sup>.

La mayor parte de los sistemas caprinos de producción lechera desarrollan sistemas de crianza natural por un tiempo determinado, el cual es de dos meses en promedio, al término de este se destetan las crías y la leche obtenida de las madres se destina para su venta o para su industrialización. El criterio habitual para establecer el momento del destete de las crías, es por un determinado peso corporal o por una edad determinada, que de acuerdo a las exigencias del mercado podría ser entre los 30, 45 o 60 días de edad del cabrito y con un peso vivo aproximado de 7-8 Kg. en el caso de los cabritos de 30 y 45 días de edad.

Después de haber realizado el destete la mayor parte de los cabritos son sacrificados para ser comercializados, principalmente para consumo (como "cabrito"), ya que es considerado un manjar en la población mexicana sobre todo si este es criado a base de leche, representando un ingreso extra o adicional para el sistema de producción lechera caprina. Debido a que el cabrito es considerado con frecuencia como un subproducto resultante de la actividad lechera, existe poca información disponible entre los sistemas de evaluación y las características relacionadas con la calidad de la canal <sup>6, 7</sup>.

La producción de carne caprina se genera en sistemas con gran diversidad de características alrededor del mundo, pero esta se puede englobar en tres diferentes tipos <sup>4</sup>:

- Carne de cabrito (animales de 8-12 semanas de vida).
- Carne de animales jóvenes (1-2 años de edad).
- Carne de animales viejos (cabras adultas de 2-6 años de edad).

Además de conocer el rendimiento de las canales, es importante la calidad de las mismas, ya que el mercado demanda carne en cortes y carne procesada en embutidos. La calidad de la canal esta influenciada por varios factores:

- El porcentaje de músculo, grasa y hueso de la canal.
- La distribución de esos componentes dentro de la canal y en los cortes.
- Características sensoriales (organolépticas), como: sabor, textura, ternera, jugosidad, color y olor.

Diversos estudios se han realizado para determinar el porcentaje de músculo, grasa y hueso de las canales caprinas en diferentes genotipos, con animales castrados y enteros, por sexos, modificando la alimentación de los animales y a diferentes edades con el fin de determinar las características idóneas para obtener el mayor porcentaje de músculo en las canales caprinas <sup>8</sup>.



En dichos estudios se menciona que los porcentajes de los diversos componentes de la canal se estiman así <sup>4</sup>:

- Músculo entre 50 a 71 %
- Grasa entre 5 a 20 %
- Hueso entre 24 a 48%

En el caso de los rumiantes y en particular de los caprinos la deposición grasa en la canal se da primero a nivel visceral o interna seguida por la subcutánea, y la intermuscular. Al sacrificar los cabritos a tan corta edad, la evaluación de la canal se realiza en base al grado de engrasamiento interno, particularmente en la grasa perirrenal. En la clasificación española de canales de ovino se tiene una escala de medición para evaluar el nivel de engrasamiento perirrenal, el cual consta de cuatro niveles: 1) Riñones totalmente descubiertos; 2) Riñones con gran ventana; 3) Riñones con pequeña ventana y, 4) Riñones totalmente cubiertos <sup>9</sup>.

A pesar de la importancia económica y social que pueda tener la producción de carne de cabra, son muy limitados los estudios dirigidos a determinar las características y composición de la canal de cabras <sup>8</sup>.

Colomer-Rocher *et al* (1987) reportan e identifican las siguientes características típicas de las canales de cabra al compararlas con las de cordero:

- 1) La cobertura de grasa subcutánea es delgada y pobremente desarrollada,
- 2) Las piernas son muy largas y de pobre conformación,

- 3) La proporción de grasa en la canal es variable, constituyendo del 5-20% del peso de la canal.
- 4) Los porcentajes de rendimiento reportados para las canales de cabra varían de acuerdo a los diferentes estándares de rendimiento seguidos alrededor del mundo.
- 5) Diferencias en la separación y sistemas de corte existentes, son unas de las dificultades en la comparación de resultados de diferentes regiones en el mundo.

Los trabajos realizados a la fecha sobre el estudio de las canales de cabritos, se han encausado a determinar el rendimiento y algunas características morfológicas de la canal, incluyendo algún procedimiento adicional de evaluación de la calidad de la canal. Sin embargo, aunque los trabajos incluyen criterios de calidad como componentes metodológicos (evaluaciones de calidad de canal), no ha sido demostrada la relación entre los grados de "calidad" con las diferentes características como: el rendimiento, composición de la canal (hueso, carne y músculo), características sensoriales (color, sabor, olor, terneza) y composición química (proteína y grasa) de la carne. La evidencia señala que la grasa depositada en el organismo de los cabritos es un fenómeno que ocurre durante la lactancia, de tal modo que la deposición grasa depende esencialmente de la leche proveniente de la madre, además del tiempo en que los cabritos se expongan a dicho régimen alimenticio <sup>7, 10</sup>.

La literatura sobre la nutrición de la cabra no es muy extensa, especialmente a lo que se refiere a requerimientos minerales. Estos requerimientos se han extrapolado comparándolos con los de bovinos y ovinos en pastoreo <sup>11</sup>.

La alimentación de los animales gestantes debe de comprender el suministro de proteínas, carbohidratos, ácidos grasos, minerales y vitaminas, en cantidades que permitan mantener la condición corporal de las hembras para asegurar el proceso de gestación a término además de una crianza y destete adecuados <sup>12</sup>.

Los elementos minerales se encuentran divididos en dos clases: a) macro-minerales, b) micro-minerales debido a la concentración de éstos dentro del organismo animal. Los minerales son elementos naturales que se encuentran en muy pequeñas cantidades en la mayoría de los alimentos. Algunos se necesitan en proporciones muy pequeñas, pero otros como el calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro, azufre y magnesio son necesarios en cantidades mayores.

Los macro-elementos minerales que generalmente se consideran importantes en dieta son la sal común (ClNa), calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), potasio (K) y azufre (S). En lo que refiere a los micro-elementos o elementos trazas, se consideran como posiblemente deficientes: cobre (Cu), hierro (Fe), yodo (I), selenio (Se), zinc (Zn) y cobalto (Co). Sin restarle importancia a alguno de estos minerales, el zinc es un elemento versátil dentro del organismo animal.

El zinc es un metal esencial implicado en una gran variedad de funciones biológicas. De igual manera su deficiencia se asocia a una amplia gama de deficiencias fisiológicas incluyendo el sistema neurológico, inmune y reproductivo<sup>13</sup>.

El zinc está ampliamente distribuido dentro del organismo animal y se haya en mayor concentración en el hígado, los eritrocitos, músculos, huesos, pelo y lana. El zinc es un constituyente de la anhidrasa carbónica, de las carboxipeptidasas A y B, de algunas deshidrogenasas, de la fosfatasa alcalina, de las ribonucleasas y DNA polimerasas, además de ser un componente de la insulina. En particular el Zinc ha sido asociado con la síntesis de DNA, RNA y proteína, así como de la expresión del potencial genético, división celular, crecimiento y cicatrización. Asimismo el sistema inmune con dependencia celular puede verse afectado adversamente cuando se produce una carencia de Zn por su papel en el metabolismo de ácidos nucleicos y proteína <sup>14, 15</sup>.

El Zinc ha sido identificado como indispensable para el normal crecimiento y salud de los animales. La deficiencia de zinc causa malformaciones y efectos dañinos tanto en machos como en hembras, siendo menos marcado en estas, sin embargo puede afectar todas las fases del proceso reproductivo desde el estro hasta la lactancia. De igual manera cuando los niveles de zinc disminuyen durante el parto aumenta la incidencia de parto distócico <sup>16</sup>.

La absorción de zinc se efectúa a través del intestino delgado en un rango de 5 a 40% del total consumido, esto debido a que algunos factores afectan su asimilación, como: cantidad y forma en que se encuentra el zinc en la dieta., la concentración de otros elementos minerales en la dieta y, el zinc complementario de la dieta de los animales <sup>17</sup>.

En los últimos años, ha habido un interés considerable en el uso de minerales trazas orgánicos o “quelados” en dietas para rumiantes. El desarrollo y mercadotecnia de los minerales trazas orgánicos se ha centrado alrededor de la teoría de que estos son más biodisponibles o mas asimilables que las fuentes inorgánicas, para las formas que se encuentran en el organismo animal. Este interés ha sido estimulado por estudios que reportan un crecimiento mejorado, reproducción y salud en rumiantes alimentados con minerales traza orgánicos. Los minerales traza han sido tradicionalmente suplementados a las dietas de animales como sales orgánicas <sup>18</sup>.

Entre los minerales traza orgánicos se encuentra la metionina de zinc, el cual es clasificada como un complejo metal aminoácido, resultado de la unión de una sal metal soluble con uno o más aminoácidos <sup>18</sup>.

El óxido de zinc es una sal inorgánica menos soluble; es una fuente barata y concentrada de zinc con un 60 a 80% de contenido. El Óxido de Zinc (ZnO) y, la metionina de zinc (ZnMet), han sido utilizadas en la alimentación de rumiantes en general. En el caso de la ZnMet, se sabe que la porción de metionina de este

complejo, no es degradada totalmente por los microorganismos que habitan el rumen. Se ha demostrado que la biodisponibilidad del zinc a partir de ZnMet es similar al ZnO grado reactivo, cuando se utilizó en dietas semipurificadas deficientes en zinc sobre corderos; la excreción del zinc fue más baja para ZnMet y por lo tanto hubo una mayor retención; en esa misma investigación pero con vaquillas en crecimiento, las vaquillas que recibieron ZnMet ganaron más peso (8.1%) y tuvieron mejor eficiencia alimenticia (7.3%) que el grupo control que recibió ZnO <sup>19, 20</sup>.

En otro estudio realizado en novillos en finalización se comparó la ZnMet y el ZnO, obteniendo un mejor grado de calidad de la canal, mejor marmoleo de la carne y un porcentaje más alto de grasa pélvica, de riñón y de corazón, en novillos alimentados con ZnMet, comparado con novillos del grupo control y ZnO <sup>21</sup>.

Diversos estudios han evaluado el efecto de la metionina de zinc en el rendimiento del crecimiento de bovinos o en vacas lecheras. La mayor parte de estos estudios han incluido una dieta control conteniendo una cierta cantidad de zinc inorgánico adicional (ZnO), y una dieta adicionada con metionina de zinc <sup>18, 22</sup>.

## RESUMEN

VILLADA VÁZQUEZ JOSÉ LUIS. Evaluación del comportamiento productivo y la calidad de la canal de cabritos en lactancia artificial utilizando leche de cabras alimentadas con metionina de zinc y leche de cabras alimentadas con óxido de zinc (bajo la dirección de: MVZ MC Javier Gutiérrez Molotla, MVZ MC Humberto Troncoso Altamirano y MVZ MC Pedro Ochoa Galván).

Se evaluó el comportamiento productivo, calidad de la canal y la composición química de 17 cabritos Alpino Francés sacrificados a 45 días de edad, los cuales fueron alimentados con leche proveniente de madres que consumieron una dieta adicionada con metionina de zinc (ZnMet) versus cabritos alimentados con leche procedente de madres que consumieron una dieta adicionada con óxido de zinc (ZnO), esta sal se adicionó 30 días antes del parto y durante la lactación. El grupo ZnMet obtuvo una mayor GDP ( $0.201 \pm 0.008$  vs.  $0.186 \pm 0.009$  Kg.) que el grupo de ZnO, un mayor peso final promedio (12.440 vs. 12.092 Kg.), un mejor rendimiento de la canal ( $58.9 \pm 4.8$  y vs.  $57.2 \pm 1.5$  %) y un mayor porcentaje en músculo y grasa total ( $53.4 \pm 1.0$  vs.  $52.3 \pm 1.5$  y  $10.8 \pm 0.5$  vs  $10.4 \pm 0.4$ ). Aunque no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ).

Ambos grupos presentaron resultados similares en la composición química de la carne, y el grupo ZnO obtuvo una mejor terneza de la carne ( $P < 0.05$ ). Concluyendo que el consumo de leche por cabritos, proveniente de madres que consumieron una dieta adicionada con ZnMet, no influyó de manera significativa en los parámetros productivos y características de la canal de cabrito sacrificado a los 45 días de edad.

En los últimos años, ha habido un interés considerable en el uso de minerales trazas orgánicos o “quelados” en dietas para rumiantes. El desarrollo y mercadotecnia de los minerales trazas orgánicos se ha centrado alrededor de la teoría de que estos son más biodisponibles o más asimilables que las fuentes inorgánicas, para las formas que se encuentran en el organismo animal. Este interés ha sido estimulado por estudios que reportan un crecimiento mejorado, reproducción y salud en rumiantes alimentados con minerales traza orgánicos. Los minerales traza han sido tradicionalmente suplementados a las dietas de animales como sales orgánicas <sup>18</sup>.

Entre los minerales traza orgánicos se encuentra la metionina de zinc, el cual es clasificada como un complejo metal aminoácido, resultado de la unión de una sal metal soluble con uno o más aminoácidos <sup>18</sup>.

El óxido de zinc es una sal inorgánica menos soluble; es una fuente barata y concentrada de zinc con un 60 a 80% de contenido. El Óxido de Zinc (ZnO) y, la metionina de zinc (ZnMet), han sido utilizadas en la alimentación de rumiantes en general. En el caso de la ZnMet, se sabe que la porción de metionina de este complejo, no es degradada totalmente por los microorganismos que habitan el rumen. Se ha demostrado que la biodisponibilidad del zinc a partir de ZnMet es similar al ZnO grado reactivo, cuando se utilizó en dietas semipurificadas deficientes en zinc sobre corderos; la excreción del zinc fue más baja para ZnMet y por lo tanto hubo una mayor retención; en esa misma investigación pero con vaquillas en crecimiento, las vaquillas que recibieron ZnMet ganaron más peso



(8.1%) y tuvieron mejor eficiencia alimenticia (7.3%) que el grupo control que recibió ZnO <sup>19, 20</sup>.

En otro estudio realizado en novillos en finalización se comparó la ZnMet y el ZnO, obteniendo un mejor grado de calidad de la canal, mejor marmoleo de la carne y un porcentaje más alto de grasa pélvica, de riñón y de corazón, en novillos alimentados con ZnMet, comparado con novillos del grupo control y ZnO <sup>21</sup>.

Diversos estudios han evaluado el efecto de la metionina de zinc en el rendimiento del crecimiento de bovinos o en vacas lecheras. La mayor parte de estos estudios han incluido una dieta control conteniendo una cierta cantidad de zinc inorgánico adicional (ZnO), y una dieta adicionada con metionina de zinc <sup>18, 22</sup>.

**Justificación**

Existen trabajos en cabras y, en particular en cabritos, que solo han determinado el rendimiento de la canal sin haber evaluado la calidad de la canal y su composición química; debido a que no existen trabajos con el uso de la metionina de zinc en la crianza de cabritos, es necesario estudiar si existe efecto de la metionina de zinc sobre las características de la canal y composición química, versus cabritos alimentados con óxido de zinc.

**Hipótesis**

El consumo de leche de cabras alimentadas con metionina de zinc por cabritos en lactancia artificial mejorará los parámetros productivos y la calidad de la canal con respecto a cabritos alimentados con la leche de cabras alimentadas con óxido de zinc.

## **Objetivos**

- 1) Evaluar los parámetros productivos (ganancia diaria y total de peso) en cabritos sacrificados a 45 días de edad, que fueron alimentados con leche proveniente de madres que consumieron una dieta adicionada con metionina de zinc versus cabritos que fueron alimentados con leche procedente de madres que consumieron una dieta adicionada con óxido de zinc.
  
- 2) Determinar el efecto de la metionina de zinc sobre composición (músculo, hueso, grasa y remanentes), características (químicas y físicas) y calidad de la canal (terneza de la carne) de cabritos, en lactancia artificial versus cabritos alimentados con óxido de zinc.

## **Material y métodos**

El trabajo se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en el Kilómetro 28.5 de la carretera federal México-Cuernavaca, en la delegación Tlalpan, D.F., a 19° latitud norte y 99° longitud oeste, a una altura de 2760 msnm, con un clima Cw, templado subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura anual mínima de 7°C y una máxima de 24°C, y una precipitación pluvial anual de 800 a 1200 mm<sup>23</sup>.

Se utilizaron los cabritos machos nacidos de 12 cabras gestantes de la raza Alpina Francés, las cuales fueron divididas en dos grupos al azar de 6 cabras cada uno, naciendo un total de 17 cabritos machos, teniendo 9 cabritos del grupo que recibió metionina de zinc, y 8 en el grupo que recibió óxido de zinc.

La dieta de las cabras para ambos grupos durante el periodo de lactación estuvo constituida por 478 g. de avena enmelazada, 574 g de ensilado de maíz, 1.174 Kg de concentrado (maíz quebrado, pasta de soya, sorgo molido, pasta de coco, melaza, y bicarbonato de sodio) y, 1.254 Kg. de heno de alfalfa. El análisis químico proximal de la ración ofrecida a las cabras se encuentra en el **anexo 1, cuadro 1**. Además se adiciono a la dieta una sal mineralizada que contenía 6.5 % de calcio, 6.6 % de fósforo y 1900 ppm de zinc, para ambos grupos. Este zinc fue proporcionado a través de metionina de zinc y óxido de zinc, por medio del cual se

hizo la diferencia y se clasificó a los dos grupos; la sal mineral se ofreció ad libitum 30 días antes del parto y durante toda la lactación. Para el resto de los elementos minerales, la sal mineralizada que se empleó en ambos tratamientos se elaboró de acuerdo con las recomendaciones del National Research Council para rumiantes en pastoreo <sup>24</sup>.

Al momento del parto los cabritos permanecieron con la madre aproximadamente 10 minutos, se identificó a cada uno y se les desinfectó el ombligo; se registró el peso al nacimiento, el tipo de parto (sencillo, gemelar, etc.), y el sexo de las crías. Los cabritos fueron trasladados y divididos en diferentes corrales de acuerdo con el tratamiento que recibieron sus respectivas madres. Las madres fueron ordeñadas totalmente para obtener el calostro el cual fue proporcionado en mamila a cada cabrito en dos tomas al día durante los primeros 2 días de vida. El análisis químico proximal del calostro ofrecido a los cabritos se encuentra en el **anexo 1, cuadro 2**.

Los cabritos fueron alimentados bajo un esquema de lactancia artificial con la leche proveniente de cada una de sus respectivas madres desde su nacimiento hasta los 45 días de vida. El análisis químico proximal de la leche suministrada a los cabritos se encuentra en el **anexo 1, cuadro 3**. Además de la leche materna, los cabritos recibieron heno de alfalfa y un concentrado comercial con 18% de proteína cruda ad libitum desde los 10 días de edad, considerando un consumo del 3 % del peso vivo por animal con base al N.R.C. <sup>24</sup>.

Durante la lactancia se midió y registró diariamente el consumo de leche por cabrito, el cual se realizó en 2 tomas: la primera a las 08:00 h. y la segunda a las 15:00 h., con un máximo de 1.5 litros de leche al día por cabrito; de igual manera, se midió el consumo de heno de alfalfa y concentrado hasta el final de la lactancia por cada grupo. Se realizó un pesaje semanal y se obtuvo un registro para determinar la ganancia diaria de peso durante los 45 días en estudio.

Al término de la lactancia (45 días), cada cabrito fue dietado por un período de 8 a 12 horas, al término de este tiempo fue pesado para obtener el peso vivo. Se sacrificó previa insensibilización con una pistola de émbolo oculto y se desangro con un corte en la vena yugular. Una vez sacrificado, la cabeza, miembros anteriores y posteriores fueron separados a nivel de la articulación atlanto-occipital, carpo-metacarpiana y tarso-metatarsiana para ser pesados; después se procedió a retirar y a pesar la piel, de igual manera se pesaron las vísceras verdes (todo el tracto digestivo) y rojas (hígado, pulmones, corazón y bazo) de la canal.

A las canales se les dejó únicamente los riñones, la grasa interna y la grasa perirrenal. Las canales fueron lavadas, escurridas y pesadas para obtener el peso de la canal caliente. Una vez realizado lo anterior, las canales se mantuvieron en refrigeración (4°C) durante 24 horas, después de este periodo de tiempo se pesaron nuevamente para obtener el peso de la canal fría<sup>8, 25</sup>.

El rendimiento de la canal se divide en rendimiento verdadero y comercial y se obtuvo por medio de las siguientes formulas <sup>26</sup>:

- Rendimiento de la canal verdadero (RCV).

$$RCV = (PCC / (PVS-PCV)) 100.$$

El peso de la canal caliente (PCC) se divide entre peso vivo al sacrificio (PVS) menos el peso del contenido visceral (PCV), y el resultado final se multiplica por 100 para obtener un valor porcentual.

- Rendimiento de la canal comercial (RCC).

$$RCC = (PCC / PVS) 100$$

El RCC es igual al peso de la canal caliente (PCC) entre el peso vivo al sacrificio (PVS), y el resultado final se multiplica por 100 para obtener un valor porcentual.

Para la evaluación de las canales estas fueron clasificadas de acuerdo con la metodología española <sup>9, 27</sup>, conforme al grado de cobertura de grasa en los riñones o grasa perirrenal, la cual se divide en:

**Grado 1:** Donde se observa a los riñones totalmente descubiertos de grasa.

**Grado 2:** Los riñones se presentan con una escasa cobertura de grasa formando un gran espacio sin grasa llamado gran ventana.

**Grado 3:** Los riñones se encuentran parcialmente descubiertos de grasa, creando un pequeño espacio sin grasa llamado pequeña ventana.

**Grado 4:** Los riñones se encuentran completamente cubiertos de grasa.



Las canales fueron divididas por medio de un corte sagital a lo largo de la columna vertebral, se utilizaron las mitades izquierdas, y se fraccionaron en 5 partes (cuello, costillar, lomo, chambarete, pierna)<sup>8</sup>. Cada fracción fue diseccionada para obtener el peso de sus respectivos componentes como son: músculo, hueso, grasa subcutánea, grasa interna, grasa intermuscular y otros (tendones, vasos sanguíneos, nervios, tejido conectivo).

Se midió el área de la chuleta por medio de la metodología americana<sup>28</sup>, a través de un corte transversal a nivel de la 12<sup>a</sup> costilla, y por medio de una plantilla graduada se obtuvo el valor en pulgadas cuadradas (inch<sup>2</sup>), posteriormente se realizó la conversión a centímetros cuadrados (cm<sup>2</sup>) para su análisis.

Para analizar y evaluar la composición química de la carne se realizó un Análisis Químico Proximal<sup>29</sup>, en el que se determinó la cantidad o porcentaje de humedad, materia seca, cenizas, nitrógeno total o proteína cruda, extracto etéreo y minerales. Para la determinación de minerales, se utilizó los siguientes métodos: Oxalato de amonio con titulación con permanganato de potasio para calcio; Molibdovanadato de amonio para fósforo y espectrofotometría de absorción atómica para zinc<sup>30</sup>.

Para medir la fuerza de corte de la carne (resistencia o terneza), se utilizó la metodología Warner-Bratzler<sup>31</sup>, a músculos representativos de las canales (lomo). Para la clasificación de los valores obtenidos en dicha prueba se utilizaron como referencia los siguientes valores<sup>32</sup>: Valores menores de 3.5 Kg es considerado

como tierno; valores de 3.6 a 4.9 Kg como aceptable y, valores mayores a 5 Kg como resistente o duro.

El análisis estadístico se realizó de la siguiente manera <sup>33</sup>:

1. Para las características ganancia de peso y ganancia diaria de peso de los cabritos, se utilizó un análisis de varianza factorial, en el cual la variable independiente fue el grupo de tratamiento.
2. Para el análisis de las características de la canal en ambos grupos, se usó una prueba de  $T^2$  (T de Hotelling), para simultáneamente comparar los conjuntos de variables entre ambos grupos.
3. Para la evaluación de la información generada de la fuerza de corte, grasa en canal y grasa perirrenal, se utilizó una prueba "T" para comparar los dos grupos.
4. Para las variables del análisis químico proximal, únicamente se empleó un análisis descriptivo.

## Resultados

### *Ganancia diaria de peso y ganancia de peso total.*

El cuadro 1 muestra los resultados de la ganancia diaria de peso promedio y la ganancia de peso total a los cuarenta y cinco días, para los dos grupos en estudio. En ambos resultados se observa una mayor ganancia para el grupo metionina de zinc que para el grupo óxido de zinc, aunque no se encontraron diferencias significativas para estas variables ( $P > 0.05$ ).

### *Curva de crecimiento.*

En la grafica 1 se presenta la curva de crecimiento de ambos grupos, señalando un peso mayor al nacimiento para el grupo óxido de zinc. Al día 45, el peso final fue superior para el grupo metionina de zinc (0.201 y 9.062 Kg. vs. 0.186 y 8.385), aunque no hubo diferencia estadística significativa ( $P > 0.05$ ) entre los grupos en estudio. Conjuntamente en el cuadro 2 se muestra el peso promedio por grupo del nacimiento hasta los 45 días de edad.

### Consumo de alimento.

#### *Leche.*

El comportamiento de consumo de leche promedio por día de los dos grupos se muestra en la grafica 2, en la cual se observa un consumo promedio uniforme desde el nacimiento hasta el día 45 de estudio.

En la grafica 3 se muestra el consumo de leche acumulado por grupo, donde se observa un consumo uniforme entre ambos grupos hasta el día 19; a partir del día 20 hasta el día 45, el consumo promedio acumulado fue mayor para el grupo metionina de zinc, el cual fue de 480.9 Litros de leche durante los 45 días de estudio, versus, óxido de zinc, el cual consumió 438.1 litros de leche.

#### *Consumo de ración.*

En la grafica 4 se muestra el comportamiento del consumo acumulado de materia seca de la ración entre los dos grupos. A partir del día 19 de edad, hasta el final de la investigación el consumo acumulado de la ración fue mayor para el grupo óxido de zinc, con un valor de 13.55 Kg en base fresca.

#### *Sacrificio.*

#### *Rendimiento y peso de las canales.*

En el cuadro 3 se muestran el peso promedio de las canales y el rendimiento por grupo. Encontrando que todos los valores son mayores para el grupo metionina de zinc que para el grupo óxido de zinc; sin embargo no existieron diferencias estadísticas significativas para ninguna de las variables ( $P > 0.05$ ).

#### *Clasificación de las canales.*

En el cuadro 4 se muestran los resultados de la evaluación para la variable cobertura de grasa perirrenal según la metodología española, y para el área de la chuleta (expresado en  $\text{cm}^2$ ), según la metodología americana. Donde se puede observar que el grado de cobertura de grasa perirrenal fue superior para el grupo

metionina de zinc; no obstante, no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre ambos grupos ( $P > 0.05$ ).

#### *Área de la chuleta.*

Para los resultados de área de la chuleta se encontró que fue mayor para el grupo metionina que para el grupo óxido de zinc, aunque estadísticamente no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).

En la grafica 5 se muestra la distribución de las frecuencias para el grado de cobertura de grasa perirrenal, en donde el grupo metionina de zinc obtuvo una mayor frecuencia con el grado 3 (pequeña ventana); mientras que para el grupo óxido de zinc, las frecuencias se distribuyeron equitativamente con los grados 2 y 3 (gran ventana y pequeña ventana respectivamente).

#### *Componentes del peso vivo. .*

El cuadro 5, presenta las medias de los diferentes componentes del peso vivo, donde la mayor parte de los valores de los diversos componentes fueron inferiores para el grupo metionina de zinc.

En suma se encontró que estos componentes del peso vivo constituyeron el 46.71% promedio del peso vivo al sacrificio para el grupo metionina de zinc, mientras que para el grupo óxido de zinc esta sección comprendió el 47.80% promedio del peso vivo al sacrificio. Sin embargo no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ).

### *Componentes tisulares de la canal.*

El cuadro 6 muestra los porcentajes de los componentes tisulares de las canales de ambos grupos en estudio más menos el error estándar.

### *Músculo.*

El músculo de las medias canales constituyó más de la mitad del peso promedio de la canal fría comprendido entre el 52.32 y el 53.43% entre ambos tratamientos.

El grupo metionina de zinc presentó un valor mayor (53.43%) comparado con lo obtenido en el grupo óxido de zinc (52.32%), aunque no se encontró una diferencia estadística significativa entre ambos tratamientos ( $P > 0.05$ ).

### *Hueso.*

El peso del esqueleto axial y apendicular (esqueleto del tronco y miembros) del lado izquierdo constituyó mas de una cuarta parte del peso promedio de la canal fría comprendido entre 25.60 y el 27.51% entre ambos tratamientos.

Para el caso del grupo metionina de zinc el porcentaje de hueso fue de 25.60 %, un valor menor comparado con lo obtenido por el grupo óxido de zinc que fue de 27.51%, siendo estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

### *Grasa.*

La grasa comprendió el 10.64% del peso total de la media canal izquierda. La grasa subcutánea (3.54%), grasa interna (1.54%) y grasa intermuscular (5.56%) fueron mayores para el grupo metionina de zinc que para el grupo óxido de zinc, aunque no hubo diferencia estadística significativa entre ambos grupos ( $P > 0.05$ ).

Otros.

Este componente constituyó el 9.94% de el peso total de la media canal. Para el grupo metionina de zinc se halló el 10.11%, mientras que para el grupo óxido de zinc presentó el 9.75%, no hallándose diferencia estadística significativa entre los dos grupos ( $P > 0.05$ ).

#### Análisis Químico Proximal

##### *Carne.*

En el cuadro 7 se muestran los valores del análisis químico proximal de la carne de ambos grupos. En donde la variable extracto etéreo, en base seca, obtuvo una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los dos grupos, siendo mayor para el grupo ZnO (7.19% vs. 5.91%); mientras que para los componentes restantes los resultados no mostraron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ).

#### Análisis mineral

##### Hueso.

El cuadro 8 presenta los valores del químico proximal realizado en hueso para ambos tratamientos. Se encontró que los valores fueron mayores para el grupo metionina de zinc; solo el porcentaje de humedad fue mayor para el grupo óxido de zinc. Cabe mencionar que el análisis se realizó solamente con una muestra representativa de cada grupo.

*Fuerza de corte Warner-Bratzler*

El cuadro 9 y la grafica 6 muestran las frecuencias de la fuerza de corte de la carne de ambos tratamientos, encontrando que de acuerdo con los valores de clasificación, en el grupo óxido de zinc todas las muestras obtuvieron el grado de tierno, mientras que para el grupo metionina de zinc, cinco de las muestras obtuvieron el grado de tierno y las muestras restantes (4) obtuvieron el grado de aceptable.

El cuadro 10 muestra las medias de el análisis de fuerza de corte Warner-Bratzler por tratamiento, donde se observa que los valores para el grupo óxido de zinc fueron de 2.5 a 3.5 Kg., obteniendo el grado de tierno. Mientras que para el grupo metionina de zinc los valores fueron de 2.5 a 4.9 Kg adquiriendo el grado de tierno y resistente.



## Discusión

Ganancia de peso.

En diversos estudios realizados a la fecha, donde se ha incluido en la dieta metionina de zinc y/o óxido de zinc, se reportan mejores ganancias de peso, crecimiento y características de la canal en ovinos y bovinos en finalización. En el presente experimento el consumo de leche proveniente de madres que consumieron una dieta adicionada con metionina de zinc incrementó la ganancia diaria de peso promedio de los cabritos. Este resultado es sustentado por reportes similares de mejora en el rendimiento animal con suplementación de metionina de zinc. Spears (1989) al trabajar con novillos alimentados con una dieta a base de ensilado de maíz, más 25 mg de zinc en forma de metionina de zinc, reportó una ganancia de peso promedio mejor y más eficiente que los controles (8.1 y 7.3%); en otra investigación donde se utilizó a la metionina de zinc y/o óxido de zinc en corderos Suffolk, Spears (1989) obtuvo una ganancia de peso similar entre los dos grupos. De igual forma, Greene et al (1988) encontraron una ganancia similar y una eficiencia alimenticia para novillos que consumieron dietas con metionina de zinc versus óxido de zinc.

A partir de los resultados obtenidos del presente estudio se puede observar que la ganancia diaria de peso (GDP) fue mayor para el grupo que recibió leche de madres que consumieron ZnMet, que para el grupo que recibió leche de madres que consumieron ZnO (0.201g vs. 0.186g respectivamente). Permittedo sugerir que la metionina de zinc contribuyó a obtener una mejor ganancia diaria y una

ganancia de peso (GP) total al compararse con otras investigaciones, donde no se utilizaron ninguna de estas fuentes.

Ayala *et al* (1996), obtuvieron una GDP de 155 g a los 65 días de edad en cabritos nubios. De igual forma Marichal *et al* (2003), al trabajar con cabritos del Grupo Caprino Canario encontraron una GDP de 151g a los 45 días de edad.

Pérez *et al* (2001) al trabajar con cabritos criollos del Sur de Chile informaron una ganancia menor (95g) a los 47 días de vida. Mientras que Potchoiba *et al* (1990) reportaron de cabritos alpinos a los 45 días de edad una GDP menor (120g) a lo encontrado en el presente estudio. Todaro *et al* (2004) encontraron en cabritos de las montañas de Sicilia, Italia, una GDP de 151g.

Kadim *et al* (2003) trabajaron con razas caprinas de Omani (Omán) y obtuvieron una ganancia de peso (GP) promedio de 7.7 Kg. Al igual que Potchoiba *et al* (1990) reportaron una GP de 5.8 Kg. a los 42 días de edad en cabritos alpinos.

Al comparar los resultados para la ganancia de peso total a los 45 días de edad entre los dos grupos, podemos distinguir que se obtuvo una mayor ganancia total promedio para el grupo metionina de zinc que para el grupo óxido de zinc (9.062 vs. 8.385 Kg.), de tal manera que la sal con metionina de zinc que consumieron las madres antes del parto y durante el periodo de lactación influyó para obtener mejores ganancias de peso en este grupo que para el grupo óxido de zinc.

*Rendimiento de la canal y área de la chuleta.*

El rendimiento de la canal (verdadero y comercial) en el presente estudio fueron mayores para el grupo metionina de zinc que para el grupo óxido de zinc (58.97 vs. 57.22% en el rendimiento verdadero, y 52.92 vs. 50.97% para el rendimiento comercial).

Díaz *et al* (2003), reportaron de cabritos nubios rendimientos menores a los observados en el presente estudio. De igual forma Marichal *et al* (2003) al trabajar en cabritos del Grupo Caprino Canario encontraron rendimientos menores; Genandoy *et al* (2002), reportaron un rendimiento de 52.2% en cabritos que fueron alimentados con leche, al igual que Potchoiba *et al* (1990) de cabritos alpinos. Mientras que Todaro *et al* (2002 y 2004) encontraron mejor rendimiento, pero menor peso de la canal caliente y fría, y con un menor peso al sacrificio. En base a lo anterior se puede apuntar que la metionina de zinc fue una mejor alternativa para obtener mejores rendimientos y pesos de la canal.

De el área de la chuleta se obtuvo un valor promedio superior en el grupo metionina de zinc, que para el grupo óxido de zinc (7.53 y 6.77 cm<sup>2</sup>) respectivamente. Para esta variable Sartori *et al* (1997) reportaron de cabritos Saanen un área de la chuleta menor (7.0 cm<sup>2</sup>), mientras que Dhanda *et al* (1999a y 2003b), encontraron un valor promedio de 7.5 y 9.0 cm<sup>2</sup> respectivamente, tomando en cuenta de que trabajaron con cabritos de diversos genotipos y cruas; además de que fueron sacrificados a diferentes edades. Sin embargo el valor

promedio obtenido para esta variable en este estudio es muy aceptable ya que fue de una edad promedio muy corta y de una sola raza.

### *Componentes tisulares.*

Para los diversos componentes tisulares de la canal se halló mayores porcentajes en el grupo ZnMet, excepto para el componente hueso que obtuvo un valor mayor para el grupo ZnO.

El porcentaje de los diversos componentes tisulares varían de acuerdo con cada autor. Marichal *et al* (2003), obtuvieron de cabritos del Grupo Caprino Canario sacrificados a los 45 días de edad, un porcentaje mayor en músculo, hueso, grasa subcutánea y un porcentaje menor de grasa intermuscular y grasa total, con respecto a lo encontrado en el presente estudio.

Comparando los resultados obtenidos en el presente trabajo, Todaro *et al* (2004), reportaron un porcentaje similar en músculo, mayor en grasa total y menor en hueso y otros (remanencias), de cabritos de Sicilia (Italia) sacrificados a los 47 días de edad. Gallo *et al* (1996), reportaron un porcentaje menor en hueso, mayor en grasa total y otros (remanencias) de cabritos criollos del Sur de Chile. Dhanda *et al* (1999c y 2003d), observaron un valor menor en hueso y grasa intermuscular, y un valor mayor en grasa subcutánea en cabritos de diversas razas; y un porcentaje mayor de músculo, grasa subcutánea y grasa intermuscular y menor en hueso respectivamente.

El incremento del porcentaje de músculo en este estudio de ambos grupos fue mínimo, ya que los porcentajes se estiman de 50 a 71%; Pudiendo deberse a que a esta edad los cabritos fisiológicamente se encuentran en etapa de crecimiento y gran parte de sus reservas se enfocan al crecimiento de tejidos de sostén como lo es el tejido óseo. Además en caprinos de raza lechera, la grasa tiende a almacenarse más de forma visceral en lugar de almacenarse como tejido adiposo.

#### *Análisis Químico Proximal.*

Los resultados del análisis químico proximal muestran que en promedio la composición química de la carne no fue influenciada por los tratamientos, ya que solo el porcentaje de extracto etéreo en base seca presentó una diferencia significativa, obteniendo un valor mayor para el grupo ZnO (7.19% vs. 5.91%).

La composición química de la carne en este estudio fue comparada con lo realizado por Marichal *et al* (2003), los cuales trabajaron con cabritos del Grupo Caprino Canario y, obtuvieron valores mayores en humedad, proteína cruda en base húmeda, extracto etéreo y cenizas con respecto a lo encontrado en este estudio. Mientras que Félix *et al* (2001), encontraron en cabritos alpinos y cruza con boer un porcentaje de humedad y proteína cruda menor, un porcentaje extracto etéreo y materia seca mayor y un valor de cenizas similar.

Bañón *et al* (2005), reportaron que cabritos múrcianos granadinos, sacrificados a los 40 días de edad, un porcentaje de humedad y extracto etéreo menor, además un valor mayor de materia seca, proteína cruda y cenizas.

Todaro *et al* (2004), reportaron de cabritos de Sicilia un valor de materia seca igual, un porcentaje mayor en contenido de proteína y cenizas, pero menor en extracto etéreo, sacrificados a los 47 días de edad y alimentados con leche.

El porcentaje de minerales en músculo encontrado en este estudio fue mayor para el grupo metionina de zinc, sin embargo fue inferior a lo encontrado por Casey (1992), el cual reportó un contenido mineral superior para el elemento fósforo, y menor para calcio y zinc. De igual forma Johnson *et al* (1995) y Beserra *et al* (2000) encontraron valores mayores en fósforo y menores tanto para calcio y zinc.

Los estudios realizados para la determinación de minerales en carne de cabra, han sido realizados en animales de edades diferentes, por lo que no se puede comparar de una manera similar.

#### *Fuerza de corte*

La fuerza de corte o terneza de la carne en este estudio mostró un mejor resultado en el grupo óxido de zinc que en metionina de zinc, ya que el grupo óxido de zinc presentó una mayor cantidad de grasa intramuscular. Cabe mencionar que la terneza de la carne esta en relación a la proporción de grasa intramuscular, o sea que mientras mayor sea la cantidad de grasa intramuscular mayor será la terneza; lo anterior esta sustentado por los reportes de Todaro *et al* (2004), quienes reportaron un valor mayor en fuerza de corte y un menor porcentaje de extracto etéreo.

Swan et al (1998), informaron una fuerza de corte mayor en cabras Boer, Cashmere y cruzas a lo encontrado en el presente estudio.

Dhanda *et al* (1999 y 2003), reportaron de ambas investigaciones una fuerza de corte promedio menor de diversas razas de cabras con respecto a lo encontrado en este estudio.

## Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo se puede concluir lo siguiente:

- El presente estudio muestra que no hubo diferencias estadísticas significativas en la ganancia de peso diaria y total promedio en cabritos, en lactancia artificial que fueron alimentados del nacimiento hasta los 45 días de edad, con leche proveniente de cabras que consumieron una dieta adicionada con metionina de zinc, versus cabritos alimentados con leche del nacimiento hasta los 45 días de edad, procedente de cabras que consumieron una dieta adicionada con óxido de zinc.
- Asimismo se muestra que la adición de metionina de zinc a la dieta de cabras gestantes no influyó de manera significativa en la calidad de la canal de sus respectivos cabritos que fueron sacrificados a los 45 días de edad.
- El consumo de leche proveniente de madres que consumieron una dieta adicionada con metionina de zinc, no influyó en las características químicas de la carne de cabrito, ya que ambos grupos presentaron resultados similares.
- La metionina de zinc tuvo poca influencia en la fuerza de corte o terneza de la carne, ya que el grupo óxido de zinc obtuvo la clasificación de “tierno” en todas las muestras.
- Se sugiere realizar otros estudios en donde se utilice metionina de zinc en cabritos, utilizando un grupo control o sin tratamiento, y por un tiempo más prolongado.



## ANEXO 1

**Cuadro 1. Análisis químico proximal de la ración ofrecida a las cabras en el periodo de lactación en base seca. \***

Variabes	Concentrado	Avena enmelazada	Alfalfa picada	Ensilado de maíz
Materia seca.	92.12	51.83	92.08	20.55
Humedad.	7.88	48.17	7.92	79.45
Proteína cruda.	14.49	7.48	18.51	6.37
Extracto etéreo.	2.49	5.01	2.33	1.60
Cenizas.	4.74	6.94	11.07	6.86
Energía metabólica <sup>1</sup> .	3036	2502	2302	2308
Calcio.	0.88	0.56	1.52	0.40
Fósforo.	0.26	0.28	0.15	0.24
Zinc. (ppm)	26.50	23.25	24.60	16.00

\* Valores en porcentaje.

<sup>1</sup> Kcal. / Kg MS = Kilocalorías por kilogramo de materia seca (aproximadamente).

ppm: partes por millón.

**Cuadro 2. Análisis químico proximal de calostro por tratamiento en base seca.\***

	Metionina de zinc	Óxido de zinc
Materia seca.	24.08 ± 3.53	25.36 ± 4.4
Proteína cruda.	45.9 ± 2.06	46.79 ± 3.18
Proteína cruda <sup>1</sup> .	10.41 ± 2.04	12.01 ± 2.4
Extracto etéreo.	30.46 ± 6.06	28.39 ± 3.82
Extracto etéreo <sup>1</sup> .	7.71 ± 1.97	7.31 ± 1.96
Cenizas.	3.51 ± 0.60	3.80 ± 0.42
Cenizas <sup>1</sup> .	0.87 ± 0.10	0.95 ± 0.20
Zinc (ppm).	62.61 ± 13.41	65.17 ± 4.96
Zinc (ppm) <sup>1</sup> .	15.11 ± 3.97	16.48 ± 2.87

\* Valores en porcentaje ± desviación estándar

<sup>1</sup> Valor en base húmeda.

ppm: partes por millón.

**Cuadro. 3      Análisis químico proximal de leche por tratamiento en base seca.\***

Metionina de zinc			
Fecha.	07/06/04	14/06/04	21/06/04
Materia seca.	13.07 ± 1.86	12.87 ± 1.26	12.88 ± 0.81
Grasa.	40.01 ± 6.36	24.81 ± 7.38	29.73 ± 6.39
Proteína cruda.	21.81 ± 3.19	20.56 ± 3.09	19.50 ± 0.35
Cenizas.	6.73 ± 0.75	7.46 ± 0.57	6.44 ± 1.18
Calcio.	0.50 ± 0.14	0.41 ± 0.06	0.38 ± 0.04
Fósforo.	0.17 ± 0.02	0.19 ± 0.02	0.18 ± 0.01
Zn (ppm).	3424 ± 851	3668 ± 925	2678 ± 209
Óxido de zinc			
Fecha.	07/06/04	14/06/04	21/06/04
Materia seca.	15.49 ± 2.57	12.65 ± 0.69	13.13 ± 1.47
Grasa.	34.49 ± 6.76	29.73 ± 6.63	31.57 ± 5.62
Proteína cruda.	21.67 ± 1.41	20.14 ± 3.06	20.15 ± 1.84
Cenizas.	5.49 ± 1.19	7.00 ± 0.68	6.23 ± 1.83
Calcio.	0.44 ± 0.06	0.40 ± 0.13	0.41 ± 0.07
Fósforo.	0.20 ± 0.01	0.18 ± 0.03	0.20 ± 0.02
Zn (ppm).	3484 ± 813	2914 ± 806	3298 ± 1089

\* Valores en porcentaje.  
ppm: partes por millón.

## Referencias

1. Guevara SF. Alimentación artificial en cabritos (Tesis de licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México D.F.: UNAM, 1980.
2. Félix UL, Félix UD, Rubio LM, Méndez MR, Trujillo GA. Análisis comparativo de carne y productos cárnicos de cabrito Alpino Francés y Alpino Francés (3/4) con Boer (1/4). Tec. Pec. Méx. 2001; 39: 237-244.
3. Friedich NK. Crianza de caprinos. Agronegocios. México: Ibero América, 2003.
4. Trujillo GA. Comportamiento productivo de cabritos alpino francés y cruza de alpinos con boer bajo condiciones de pastoreo (Tesis de maestría). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México D.F.: UNAM, 1999.
5. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. Coordinación General de Comunicación Social. 2005 Mar. 097/05. México, D.F. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/boletines/2005/marzo/B097.htm>
6. Díaz GM, Torres GH, Ochoa MC, Mandeville PB, Morteo RG. Estudio cuantitativo de características de la canal en cabritos nubios. Memorias de la XVIII Reunión Nacional de Caprinocultura; Octubre 8-10; Puebla México. México (DF): Asociación Mexicana de Producción Caprina, AC, 2003: 125-128.
7. Olvera AR, García CG, Peraza CC. Leche y quesos de cabra en México I. Síntesis Lechera 1987; 2: 33-37.
8. Colomer-Rocher F, Morand-Fehr P, Kirton AH. Standard methods and procedures for goat carcass evaluation, jointing and tissue separation. Livest. Prod. Sci. 1987; 17: 149-159.

9. Colomer-Rocher F, Kirton AH. Las bases de la clasificación de canales ovinas. Análisis de la nueva clasificación de las canales ovinas para exportación a Nueva Zelanda. Información Técnica Económica Agraria 1975; 21: 26-57.
10. León NA, Reza GC, De la Vega SN, Aja GS. Análisis de los parámetros productivos de cabritos en crianza artificial en el altiplano. Memorias del V Congreso Nacional; Diciembre 7-9; Centro Medico Nacional México DF: Asociación Mexicana de Zootecnistas y Técnicos en Caprinos, AC, 1988: 4-7.
11. Vargas GJ, Huerta BM. Evaluación del estado mineral en suero sanguíneo de cabras pastoreando vegetación natural en Colon, Querétaro. Memorias de la XI Reunión Nacional de Caprinocultura; Octubre 16-18; Universidad Autónoma de Chapingo, México. Asociación Mexicana de Producción Caprina, AC, 1996: 134-137.
12. Castañeda NY. Efecto de la raza en el perfil mineral de sangre, leche y lana de ovejas en pastoreo. (Tesis de maestría). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México. 2002.
13. Pfaffl MW, Gerstmayer B, Bosio A, Windisch W. Effect of zinc deficiency on the mRNA expression pattern in liver and jejunum of adult rats: Monitoring gene expression using cDNA microarrays combined with real-time RT-PCR. J. Nut. Bio. 2003; 14: 691-702.
14. Church DC. El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición. España: Acribia, 1988.
15. Church DC. Basic animal nutrition and feeding. 4 ed. United States of America: Church edition, 1995.

16. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. Los minerales en la producción caprina. Costa Rica. 2002 October; Available from: URL: [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_animal/cabra\\_minerales.html](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/cabra_minerales.html)
17. Puchala R, Sahlu T, Davis JJ. Effects of zinc-methionine on performance of Angora goats. *Small Rum. Res.* 1999; 33:1-8.
18. Spears JW. Organic trace minerals in ruminant nutrition. *Animal Feed Science technology* 1996; 58: 151-163.
19. Spears JW. Zinc methionine for ruminants: Relative bioavailability of zinc in lambs and effects of growth and performance of growing heifers. *J. Anim. Sci.* 1989; 67: 835-843.
20. Heinrichs AJ, Conrad HR. Rumen solubility and breakdown of metal proteinated compounds. *J. Dairy Sci.* 1983; 66 Suppl 1: 147.
21. Greene LW, Lunt DK, Byers FM, Chirase NK, Richmond CE, Knutson RE, Schelling GT. Performance and carcass quality of steers supplemented with zinc oxide or zinc methionine. *J. Anim. Sci.* 1988; 66: 1818-1823.
22. Spears JW. Trace mineral bioavailability in ruminants. *J. Nutr. American Society for Nutritional Sciences* 2003; 133: 1506S-1509S.
23. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F. 1988.
24. National Research Council. Nutrient requirements of goats. USA. 1981.
25. Argüello A, Capote J, Ginés R, López J. Prediction of kid carcass composition by use of joint dissection. *Livest. Prod. Sci.* 2001; 67: 293-295.
26. Mora JG. Rendimiento y características de la canal en caprinos para abasto. (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Chapingo. UACH. 1997

27. Delfa R, Lahoz F, González C. Modelos de clasificación de canales ovinas en la Unión Europea. Eurocarne 1995; 37: 37-44.
28. Kirton HA. Carcass and meat qualities. In classification of carcass and meat. United States of America: CAB International, 1997.
29. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> ed. United States of America: AOAC, 1990.
30. Tejeda HI. Control de Calidad y Análisis de Alimentos para Animales. Sistema de Educación Continua en Producción Animal, A.C. México D.F. 1992.
31. American Meat Science Association. research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. AMSA, Chicago IL, USA, 1995.
32. Bruns KW, Wulf DM, Pritchard RH. Steps for Warner-Bratzler shear force assessment of cooked beef longissimus steaks at South Dakota State University. 2005 January [cited 2005 Feb 10]; Available from: URL: [http://ars.sdstate.edu/BeefExt/BeefReports/2000/steps\\_for\\_warner.htm](http://ars.sdstate.edu/BeefExt/BeefReports/2000/steps_for_warner.htm)
33. Littell RC, Freund RJ, Spector PC, SAS System for linear models, 3<sup>rd</sup> ed, Cary, NC: SAS Institute Inc., USA, 1991.
34. Ayala OJ, Armendáriz J, Mendoza G. Efecto de la suplementación alimenticia en cabras: II Influencia en el crecimiento de cabritos. Memorias de la XI Reunión Nacional de Caprinocultura; Octubre 16-18; UACH, México. Asociación Mexicana de Producción Caprina, AC, 1996: 134-137.
35. Marichal A, Castro N, Capote J, Zamorano MJ, Argüello A. Effects of live weight at slaughter (6, 10 and 25 Kg.) on kid carcass and meat quality. Livest. Prod. Sci. 2003; 83: 247-256.

36. Perez P, Maino M, Morales MS, Soto A. Effect of goat milk and milk substitutes and sex on productive parameters and carcass composition of Creole kids. *Small Rum. Res.* 2001; 42: 87-94.
37. Potchoiba MJ, Lu CD, Pinkerton F, Sahlou T. Effects of all-milk diet on weight gain, organ development, carcass characteristics and tissue composition, including fatty acids and cholesterol contents, of growing male goats. *Small Rum. Res.* 1990; 3: 583-592.
38. Todaro M, Corrao A, Alicata ML, Schinelli R, Giaccone P. Effects of litter size and sex on meat quality traits of kid meat. *Small Rum. Res.* 2004; 54: 91–196.
39. Kadim IT, Mahgoub O, Al-Ajmi DS, Al-Maqbaly RS, Al-Saqri NM, Ritchie A. An evaluation of the growth, carcass and meat quality characteristics of Omani goat breeds. *Meat Sci.* 2003; 66: 203–210.
40. Genandoy H, Sahlou T, Davis J, Wang RJ, Hart SP, Puchala R, Goetsch AL. Effects of different feeding methods on growth and harvest traits of young Alpine kids. *Small Rum. Res.* 2002; 44: 81-87.
41. Todaro M, Corrao A, Barone CMA, Schinelli R, Occidente M, Giaccone P. The influence of age at slaughter and litter size on some quality traits of kid meat. *Small Rum. Res.* 2002; 44: 75–80.
42. Sartori BM, Cunha EA, Dos Santos LE, Sanchez RD. Avaliação de carcaças de cabritos abatidos com diferentes pesos vivos. *Anais da XXXIV Reunião da SBZ - 28 de Julho a 1º de Agosto de 1997 - Juiz de Fora – MG.*
43. Dhanda JS, Taylor DG, McCosker JE, Murray PJ. The influence of goat genotype on the production of capretto and chevon carcasses. Growth and carcass characteristics. *Meat Sci.* 1999a; 52 (Pt 1): 355-361.

44. Dhanda JS, Taylor DG, Murray PJ. Growth, carcass and meat quality parameters of male goats: effects of genotype and live weight at slaughter. *Small Rum. Res.* 2003b; 50 (Pt 1): 57–66.
45. Gallo C, Le Breton Y, Wainwright I, Berkhoff M. Body and carcass composition of male and female criollo goats in the south of Chile. *Small Rum. Res.* 1996; 23: 163- 169.
46. Dhanda JS, Taylor DG, McCosker JE, Murray PJ. The influence of goat genotype on the production of capretto and chevon carcasses. 3. Dissected carcass composition. *Meat Sci.* 1999c; 52: 369-374.
47. Dhanda JS, Taylor DG, Murray PJ. Part 2. Carcass composition and fatty acid profiles of adipose tissue of male goats: effects of genotype and live weight at slaughter. *Small Rum. Res.* 2003d; 50: 67–74.
48. Bañón S, Vila R, Price A, Ferrandini E, Garrido MD. Effects of goat milk or milk replacer diet on meat quality and fat composition of suckling goat kids. *Meat Sci.* 2005. In press.
49. Johnson DD, Eastridge JS, Neubauer DR, McGowan CH. Effect of sex class on nutrient content of meat from young goat. *J. Anim. Sci.* 1995; 73: 296-301.
50. Beserra JF, Lucivânia DA, Nogueira ML, Tieko NR. Chemical characterization of kid meat from Moxotó goat and Pardo Alpine x Moxotó crossbreeds. *Pesq. Agropec. Bras.* 2000; 35: 171-177.
51. Swan JE, Esguerra CM, Farouk MM. Some physical, chemical and sensory properties of chevon products from three New Zealand goat breeds. *Small Rum. Res.* 1998; 28: 273–280.

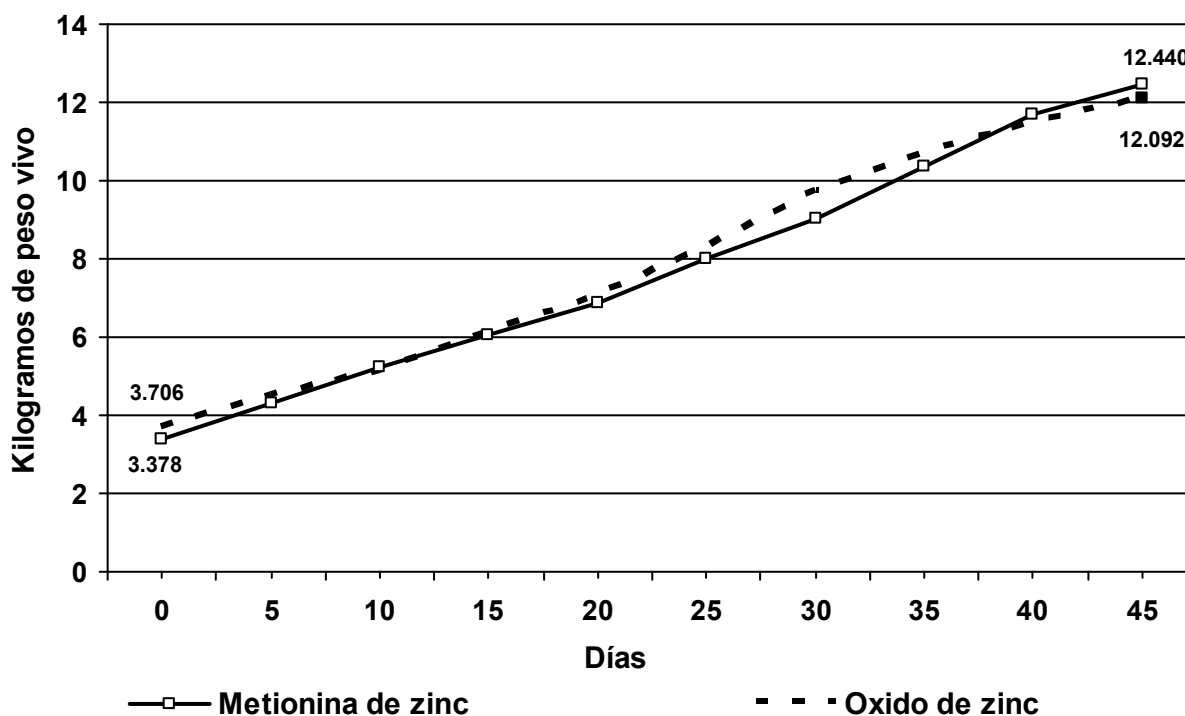


**Cuadro 1. Ganancia diaria de peso y ganancia de peso total a los 45 días de edad por tratamiento.\***

Variable	Metionina de zinc	Óxido de zinc
Peso al nacimiento	3.378 ± 0.83	3.706 ± 0.51
Peso a los 45 días	12.440 ± 1.77	12.092 ± 1.18
Ganancia diaria de peso	0.201 ± 0.008	0.186 ± 0.009
Ganancia de peso total	9.062 ± 0.361	8.385 ± 0.383

\* Expresado en kilogramos ± error estándar.

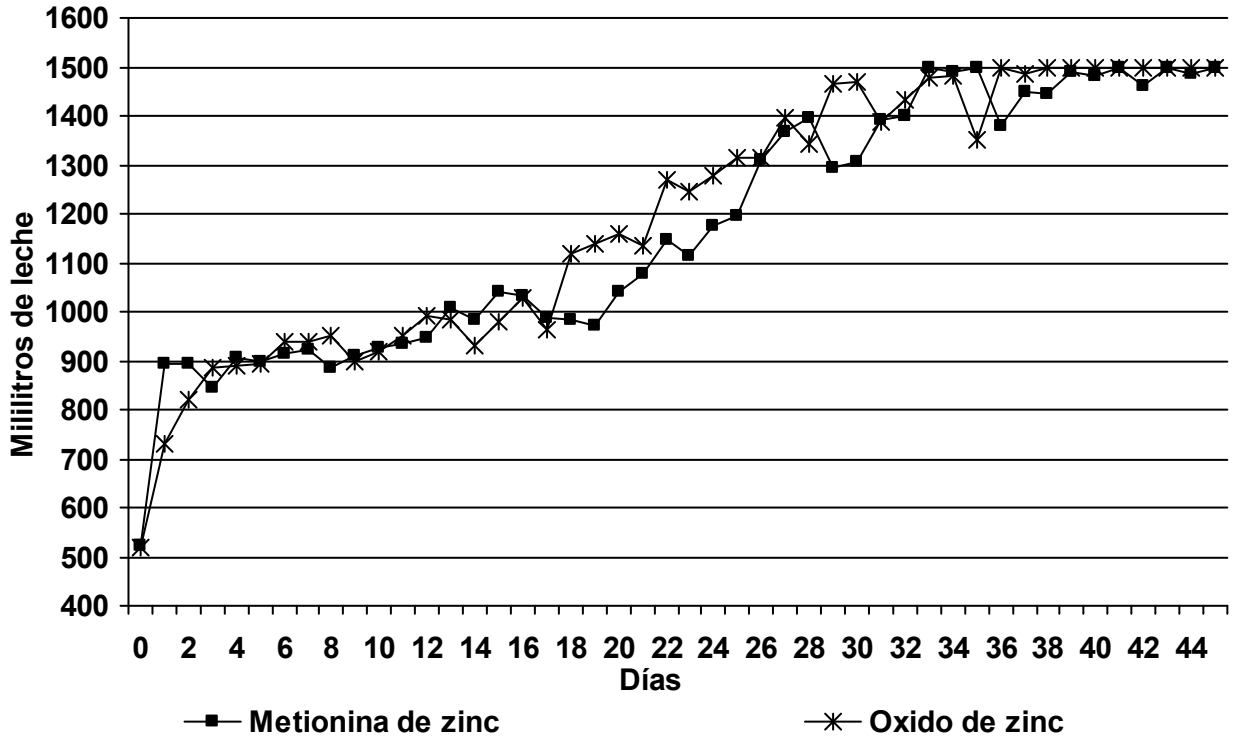
**Grafica 1. Curva de crecimiento del nacimiento a los 45 días de edad de ambos tratamientos.**



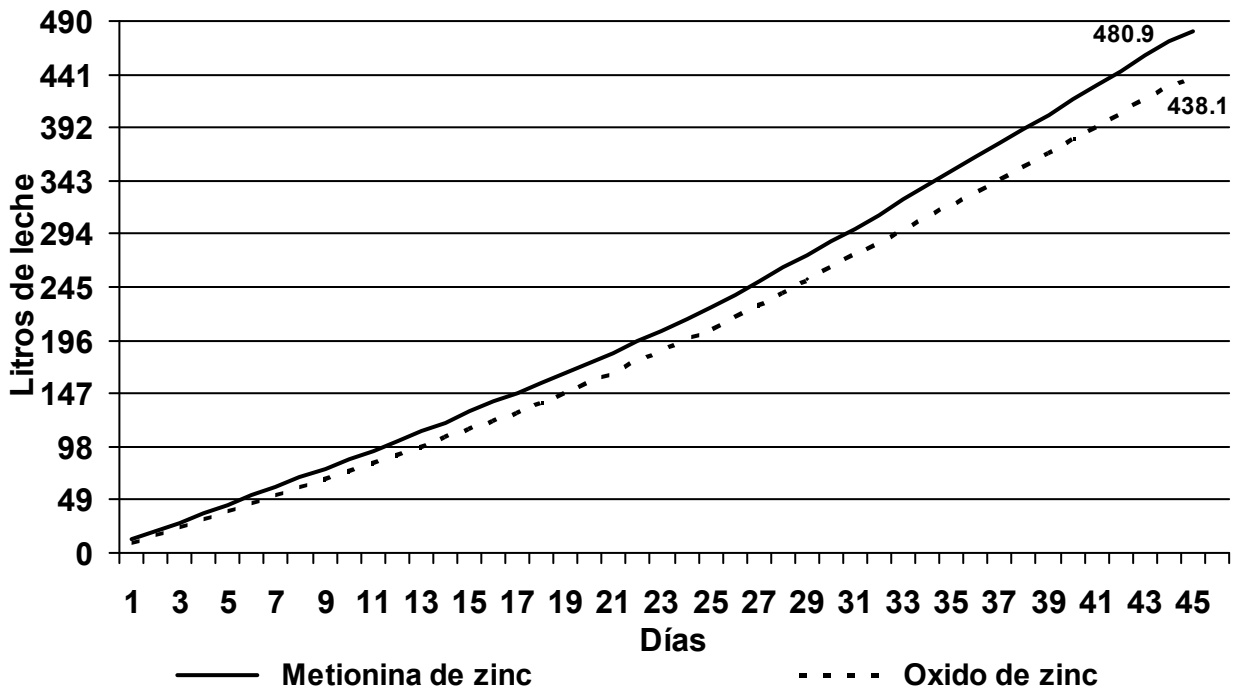
**Cuadro 2. Peso promedio por grupo del nacimiento a los 45 días de edad (Kg).**

Días	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Metionina	3.378	4.295	5.239	6.054	6.895	7.980	9.011	10.338	11.708	12.440
Óxido	3.706	4.489	5.150	6.080	7.079	8.313	9.724	10.704	11.494	12.092

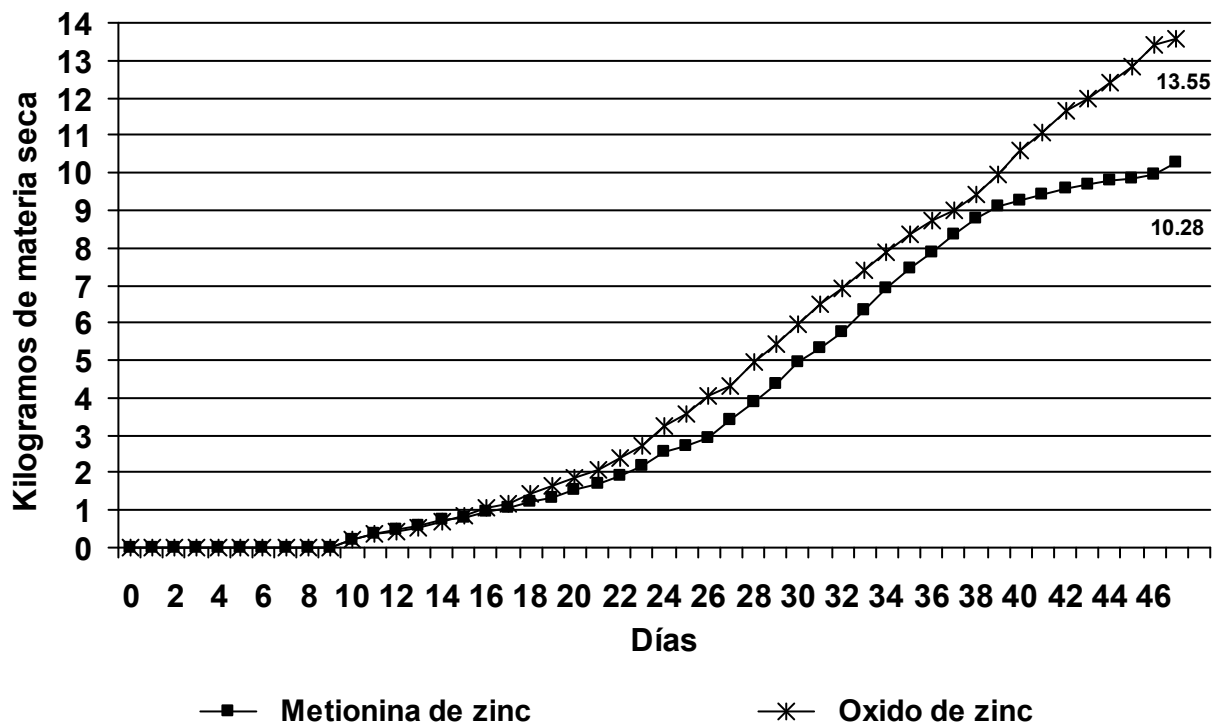
**Grafica 2. Comportamiento del consumo promedio de leche por día de ambos tratamientos.**



**Grafica 3. Comportamiento del consumo de leche acumulado por grupo del nacimiento hasta los 45 días de edad.**



**Grafica 4. Comportamiento del consumo de ración acumulado del día 0 al 45 de ambos tratamientos**



**Cuadro 3. Rendimiento y peso promedio de la canal por tratamiento.\***

Variable	Metionina de zinc	Óxido de zinc
Peso vivo (Kg.)	12.440 ± 1.775	12.092 ± 1.180
Canal caliente (Kg.)	6.539 ± 0.735	6.161 ± 0.626
Canal fría (Kg.)	6.203 ± 0.883	5.930 ± 0.559
Media canal (Kg.)	3.002 ± 0.410	2.892 ± 0.275
Rendimiento verdadero (%)	58.97 ± 4.83	57.22 ± 1.51
Rendimiento comercial (%)	52.92 ± 4.83	50.97 ± 1.61

\* Valor ± desviación estándar.

Rendimiento verdadero (PCC / (PVS-PCV) 100).

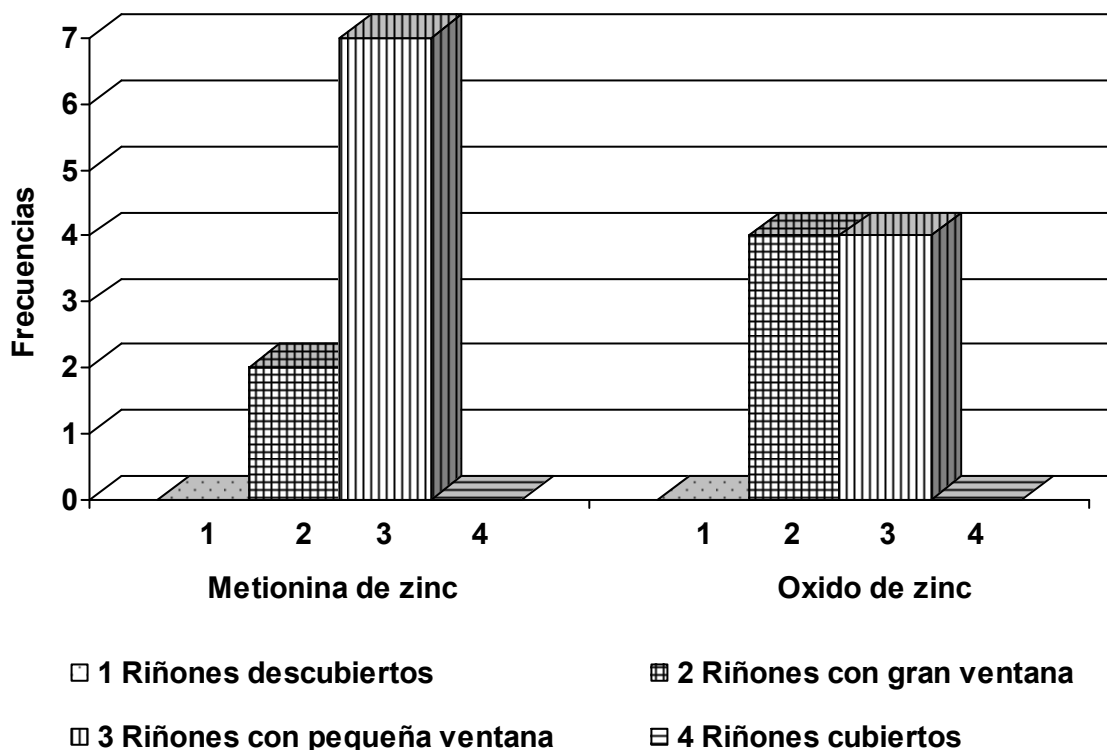
Rendimiento común (PCC / PVS) 100).

**Cuadro 4. Cobertura de grasa perirrenal y área de la chuleta por tratamiento**

Variable	Metionina de zinc	Óxido de zinc
Cobertura de grasa perirrenal *	2.77 ± 0.44	2.50 ± 0.53
Área de la chuleta (cm <sup>2</sup> )	7.53 ± 0.60	6.77 ± 0.39

\* Clasificado de grado uno a cuatro.

**Grafica 5. Frecuencias de cobertura de grasa perirrenal de las canales de ambos tratamientos**



**Cuadro 5. Porcentaje de los componentes del peso vivo por tratamiento.**

Componente	Metionina de zinc	Óxido de zinc	Promedio general
Peso vivo	12.440 ± 1.775	12.092 ± 1.180	12.266 ± 1.477
PCV	10.45 ± 3.02	11.00 ± 2.08	10.72 ± 2.55
Viscera roja	5.21 ± 0.60	5.40 ± 0.71	5.30 ± 0.65
Viscera verde	8.65 ± 1.22	9.03 ± 1.07	8.84 ± 1.14
Piel	5.63 ± 0.57	5.53 ± 0.58	5.58 ± 0.57
Cabeza	7.16 ± 0.83	7.36 ± 0.84	7.26 ± 0.83
Patas	3.87 ± 0.56	4.04 ± 0.48	3.95 ± 0.52
PGPR	1.13 ± 0.19	0.89 ± 0.15	1.01 ± 0.17
Riñones	0.48 ± 0.05	0.49 ± 0.06	0.48 ± 0.05
Sangre	4.12 ± 0.60	4.08 ± 0.51	4.10 ± 0.55
Porcentaje total	46.71 ± 6.38	47.80 ± 5.20	47.26 ± 5.79
Kilogramos totales	5.811 ± 0.79	5.784 ± 0.62	5.798 ± 0.71

PCV: Peso contenido visceral; PGPR: Peso de grasa perirrenal.

Viscera roja: pulmones, corazón, hígado y bazo.

Viscera verde: tracto gastrointestinal.

**Cuadro 6. Componentes tisulares de la canal por tratamiento\***

Variable	Metionina de zinc	Óxido de zinc	Promedio
Músculo	53.43 ± 1.04	52.32 ± 1.56	52.90
Hueso	25.61 ± 1.18 <sup>b</sup>	27.51 ± 0.83 <sup>a</sup>	26.50
G. subcutánea	3.66 ± 0.50	3.41 ± 0.46	3.54
G. interna	1.56 ± 0.25	1.53 ± 0.22	1.54
G. intermuscular	5.64 ± 0.77	5.48 ± 0.81	5.56
G. total	10.86 ± 0.50	10.42 ± 0.49	10.64
Otros	10.11 ± 0.48	9.75 ± 1.34	9.94

\* Expresado en porcentaje ± desviación estándar.

Otros: tendones, vasos sanguíneos, nervios.

<sup>a, b</sup> Las medias con superíndices diferentes en la misma línea son estadísticamente diferentes (P < 0.05).

**Cuadro 7. Análisis químico proximal de carne por tratamiento en base seca. \***

Componente	Metionina de zinc	Óxido de zinc	Promedio general
Humedad %	77.15 ± 0.78	77.22 ± 0.66	77.19 ± 0.72
Materia seca %	22.85 ± 0.78	22.78 ± 0.66	22.81 ± 0.72
Proteína Cruda. %	82.45 ± 1.66	83.78 ± 1.55	83.11 ± 1.60
Proteína Cruda <sup>1</sup> . %	18.84 ± 0.84	19.08 ± 0.39	18.96 ± 0.62
Extracto etéreo. %	5.91 ± 1.66 <sup>a</sup>	7.19 ± 0.66 <sup>b</sup>	6.55 ± 1.16
Extracto etéreo <sup>1</sup> . %	1.35 ± 0.39	1.64 ± 0.15	1.49 ± 0.27
Cenizas. %	4.55 ± 0.25	4.65 ± 0.16	4.60 ± 0.205
Cenizas <sup>1</sup> . %	1.04 ± 0.05	1.05 ± 0.03	1.045 ± 0.04
Calcio. %	0.50 ± 0.18	0.47 ± 0.11	0.49 ± 0.15
Fósforo. %	0.83 ± 0.07	0.87 ± 0.13	0.85 ± 0.10
Zinc. ppm	81.44 ± 8.42	84.13 ± 7.44	82.78 ± 7.93

\* Valor ± desviación estándar.

<sup>1</sup> Valor en base húmeda

<sup>a, b</sup> Las medias con superíndices diferentes en la misma línea son estadísticamente diferentes (P < 0.05).

**Cuadro 8. Análisis mineral de hueso por tratamiento en base seca.**

Componente	Metionina de zinc	Óxido de zinc	Promedio general
Humedad %	50.39	61.22	55.80
Materia seca %	49.61	38.78	44.20
Calcio. %	12.52	12.24	12.38
Fósforo. %	6.08	5.77	5.92
Zinc. ppm	212	187	199

ppm: partes por millón.

**Cuadro 9. Frecuencias de fuerza de corte Warner-Bratzler**

Grado de terneza	Metionina de zinc	Óxido de zinc	N
Tierno	5	8	13
Aceptable	4	0	4
Resistente	0	0	0
Total	9	8	17

N: número de muestras

**Cuadro 10. Fuerza de corte Warner-Bratzler por tratamiento.\***

Tratamiento	Media	Mínimo	Máximo
Metionina de zinc	3.63 ± 0.77	2.5	4.9
Óxido de zinc	2.92 ± 0.39	2.5	3.5

\* Expresado en kilogramos ± desviación estándar.

**Grafica 6. Frecuencias del grado de fuerza de corte de la carne para ambos tratamientos.**