

# EVALUACIÓN NUTRICIONAL Y ECONÓMICA EN EL USO DE ZINC – CROMO EN CERDOS FASE INICIO (7 – 30 Kg. P.V.)<sup>1</sup>

Ibañez, R. M.<sup>2</sup> ; Peducassé, C. A.<sup>3</sup>

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U.A.G.R.M.

## I. RESUMEN

El trabajo fue realizado en la localidad de Portachuelo, provincia Sara del departamento de Santa Cruz, entre los meses de enero a mayo de 2002, para la prueba fueron seleccionados 200 lechones de 7 a 8 kilos de peso vivo. La asignación grupal fue la siguiente, T-1 Testigo (50 lechones, alimentados con una dieta estándar), T-2 (50 lechones suplementados con Zn-met), T-3 (50 lechones suplementados con Cr-met) y T-4 (50 lechones suplementados con Zn-met y Cr-met), para las fases (Inicio - crecimiento 1). Se registró en forma individual los pesos por fases (al inicio y al final de cada una) acompañado del registro de consumo de alimento por grupo/diario hasta alcanzar el periodo de prueba. Al finalizar la prueba, definido por el alcance del peso promedio de 30 Kilos, se procedió al registro de los pesos individuales en ayunas. La información tabular obtenida para las respuestas ganancia de peso, consumo alimentario y conversión alimentaría fueron sometidos a ANAVA, para un diseño de Bloques al azar y la presencia de diferencia significativas a la prueba de F ( $P < 0,05$ ) se procedió a conocer la diferencia estadística entre medias ( $P < 0,05$ ) empleando de la prueba de Tukey. Las ganancias diarias (GD) para las fases inicio-desarrollo, el promedio general fue (0,464)Kg. donde los promedios obtenidos por tratamientos fueron, para T-1 (0,435±0,06), T-2 (0,495±0,064), T-3 (0,466±0,057) y T-4 (0,46±0,053), los tratamientos T-1 y T-2, demostraron las GD mas altas ( $P > 0,05$ ) seguidos por el T-3 y finalmente el T-1 demostrando la menor respuesta. Consumo alimentario (CoA), para ambas fases el promedio general fue (0,964)Kg. donde los promedios obtenidos por tratamientos son T-1 (0,992±0,01), T-2 (0,94±0,014), T-3 (0,965±0,007) y T-4 (0,957±0,003). El T-2 demostró el menor CoA, mientras que el testigo el mayor ( $P < 0,05$ ) los tratamientos T-3 y T-4 reportaron consumos intermedios sin diferenciarse ambos T-1 y T-2 ( $P > 0,05$ ). Conversión alimentaría (CA) Por lo observado el autor se remite a analizar el periodo completo donde T-1 (2,28±0,07), T-4 (2,08±0,09), T-3 (2,07±0,007) y T-2 (1,88±0,035). Los grupos T-1 y T-2 difieren entre sí ( $P < 0,05$ ) mientras que los T-3 y T-4 si bien no difieren entre sí ( $P > 0,05$ ). El análisis económico se realizo con los siguientes parámetros de información, los precios de la dieta y la adición de los minerales orgánicos fueron de 5,27\$/Kg. de Zn-met y 4,29 \$/Kg. de Cr-met, So observo un retorno neto favorable para los tres grupos o tratamientos en relación al testigo, siendo esta tasa (%) en orden decreciente para Zn-met, Cr-met y Zn-met + Cr-met. En base a los resultados obtenidos referente a la adición de Zn y Cr orgánicos en dietas para las fases inicial y crecimiento de lechonaje y al análisis de ganancia diaria, consumo voluntario y Conversión alimentaría es posible concluir que existe un efecto favorable técnica y económicamente ante la suplementación con estas fuentes minerales.

<sup>1</sup> Tesis de Grado presentado por Ibañez R. Melvin . Para obtener el Título de Médico Veterinario Zootecnista.

<sup>2</sup> Santa Cruz de la Sierra - Portachuelo calle Sergio Chavez # 128 Telf. (591) 3 - 924-2307

<sup>3</sup> Profesor de las cátedras de Nutrición Animal y Alimentos y Alimentación, U.A.G.R.M., F.M.V.Z. Santa Cruz - Bolivia, Casilla No. 702, Telf. (591) 353-7676

## II. INTRODUCCIÓN.

La industria porcina en Bolivia continua mejorando la eficiencia y calidad de producción de carne, para sostener una posición competitiva en el mercado. La producción de carne porcina tiene un mercado importante, si hablamos de carne como tal esta constituye la principal fuente de proteína roja indispensable para la alimentación humana. El cerdo de hoy es más bajo en grasa, calorías y colesterol, sin duda es el resultado de nuevas técnicas en su crianza y alimentación. Un aspecto de la eficacia de la explotación porcina consiste en que los animales consigan un crecimiento rápido y una mayor eficiencia en la conversión alimenticia.

Los porcicultores en los últimos años y hasta hoy trabajan para mejorar la genética de sus plantales por medio de hibridación de razas puras o cruces industriales y el manejo nutricional que está acompañado con la genética que se ha obtenido. El éxito de la producción mundial de cerdos se fundamenta en la aplicación de la ciencia al manejo de cerdos. Aunque no existen razones para quedar satisfecho por lo que debe aplicarse un esfuerzo notable en investigaciones para mejorar el nivel de eficacia en la producción y en la calidad del producto final. Uno de los aspectos a mejorar en la producción porcina es el estudio de nuevas alternativas en la suplementación nutricional de los minerales traza, que ha sido un área de ciencia animal particularmente descuidada.

Los elementos traza están presentes en la mayoría de los ingredientes alimenticios, pero no son cuantificados rutinariamente. También, el contenido puede variar considerablemente de región a región y existen dudas acerca de las cantidades reales en el alimento completo, su biodisponibilidad. Como resultado, los elementos traza son adicionados como una premezcla comercial.

La propuesta es adicionar en las dietas nutricionales los elementos minerales traza Zinc y Cromo unidos a aminoácidos para disminuir los costos de producción al

reducir los problemas sanitarios en los lechones y elevar los ingresos con obtención de carcasas mas magras, con mejor calidad y con menor costo de producción.

El presente trabajo se realizó con el fin de obtener experiencia local e información sobre la búsqueda de mejorar la eficiencia de conversión alimenticia y sanidad de los cerdos, mediante la adición de minerales traza como el Zinc – Cromo en la dieta normal de los lechones en fase inicio.

Tomando en cuenta todo lo mencionado, el presente trabajo planteó como **objetivo general**, evaluar la factibilidad económica en el uso de Zinc y Cromo como complejo mineral en el rendimiento de cerdos en fase inicio (7 – 30 Kg.), y como **objetivos específicos**, Evaluar las ganancias de peso y conversión alimenticia en cerdos fase inicio (7 – 30 Kg.), además de, evaluar el costo / beneficio al uso de zinc y cromo en las dietas.

### **III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

#### **3.1 IMPORTANCIA DEL CERDO.**

En la actualidad el cerdo ofrece una rotación de capital muy rápida, pues las puerdas pueden parir dos o más veces por año y a los seis meses los capones están en condiciones de sacrificio. El espacio necesario para una explotación porcina es reducido; es decir, en pequeñas áreas se puede criar gran número de animales. Además el cerdo puede ofrecer una carne de excelente sabor y calidad, a un precio más accesible que la carne de otras especies que necesitan más tiempo y espacio para su producción (Pinheiro. 1973).

##### **3.1.1 Consumo mundial de carne de cerdo.**

Si dividimos la producción mundial de carne de cerdo (99.425.764 toneladas), por la población del planeta, estimada al principio de este año (2002), en 6 billones de personas podemos concluir que el consumo fue de aproximadamente 14,73 Kg., por habitante, Este número es muy expresivo y hace que la carne de cerdo ocupara con destaque el primer lugar en la preferencia de la población, dando el título de la carne más consumida en el mundo". Ella, realmente, ya ocupa esta posición de líder desde 1976, año en que superó a la carne bovina. En 1999, se realizó un nuevo censo de consumo de carnes y como vemos en la tabla 1, Producción y consumo mundial de carnes, el consumo de carne de pollo ocupó el segundo lugar con 10,61 Kg. y el bovino estaba en tercero, con 9,7 Kg. por habitante (Roppa, 2001)

La carne de pollo alcanzó el segundo lugar en la preferencia mundial, superando la carne bovina, sólo en 1996. El consumo continúa creciendo en ritmo superior al de la carne suina, pero no se espera que la supere en esta década, debido al crecimiento de la economía china, país que tradicionalmente tiene preferencia por el consumo de comidas a partir de carne suína. (Roppa, 2001)

**Tabla 1. PRODUCCIÓN Y CONSUMO MUNDIAL DE CARNES, 1999**

<b>Carne</b>	<b>Producción (Millones Tom.)</b>	<b>Consumo (Kg., por persona)</b>
<b>Cerdo</b>	84,4	14,73
<b>Pollo</b>	63,7	10,62
<b>Bovino</b>	58,7	9,78
<b>Otros</b>	16,2	2,70
<b>TOTAL</b>	227,0	37,83

**(Fuente: Roppa, 2000)**

### **3.2 CARACTERIZACIÓN DEL CERDO ACTUAL.**

#### **3.2.1 Eficacia del cerdo como productor de carne.**

El cerdo supera a todos los animales domésticos por la eficacia con que transforma los alimentos en carne comestible. Indicamos que en la producción de carne de cerdo se transforma en alimentos comestibles para el hombre 20% aproximadamente de la energía bruta de los alimentos consumidos por los animales, mientras que al producir carne de ave, sólo se transforma el 5 %, y en la producción de carne de vaca o de cordero, el 4 %. Los cerdos necesitan mucho menor cantidad de alimentos y de principios nutritivos digeribles totales por cada kilogramo de aumento de peso vivo que otros animales domésticos. Además, rinden mayor porcentaje en canal, la proporción aprovechable de las canales es mayor, y su carne es más rica en energía que otras carnes, por su mayor riqueza en grasa y su contenido ligeramente menor en agua. (Morrison, 1985)

### **3.3 CARACTERÍSTICAS DEL CERDO.**

El cerdo es un animal del campo viable que no sólo proporciona abundantes cantidades de nutrientes vitales que se encuentran en la carne, sino que también es

una fuente disponible de productos derivados esenciales y útiles de los cuales el hombre depende extensamente. (Porcicultores de Jalisco, 2001)

### 3.3.1 Prolificidad.

La especie porcina es la más prolífera de todas las especies de mediano y gran tamaño. Mientras que una cerda produce fácilmente 20 lechones por año, una vaca pare un solo ternero, una oveja, dos corderos como máximo, una yegua un potrillo y una cabra cinco cabritos. (Pinheiro, 1973).

**Tabla 2. DESEMPEÑO DE LA PRODUCCIÓN DE SUINOS EN HOLANDA DESDE (1970 – 1995)**

<b>Variables</b>	<b>1970</b>	<b>1980</b>	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>
<b>Lechones/ cerda /año (N)</b>	14,9	17,2	18,7	20,4	21,3
<b>Ganancia de peso (Nacimiento al Sacrificio) (g)</b>	589	646	679	719	729
<b>Conversión alimenticia (Kg. de alím./Kg. p.v.)</b>	3,42	3,09	3,04	2,88	2,79

**Fuente: (Westerlaken, 1996)**

Normalmente, la cerda pare de ocho a doce lechones por lechigada y tienen dos pariciones anuales. Es frecuente encontrar lechigadas con 14 a 16 lechones. La mayor lechigada conocida está registrada en una bibliografía y es una parición de 27 lechones que nacieron vivos. (Pinheiro, 1973).

### 3.3.2 Rusticidad.

En los primeros días de vida, el cerdo tiene un período crítico en cuanto a la temperatura ambiente, que debe ser superior a 25° C, superada esta etapa, el lechón puede soportar grandes cambios en la temperatura ambiente. Los cerdos se adaptan bien a cualquier régimen de crianza, pues no son animales exigentes en cuanto a la alimentación y transforman los alimentos con gran eficiencia. En conclusión, los

cerdos son animales muy rústicos independientemente de las razas. El concepto de rusticidad, definido por la Federación Europea de Zootecnia como la "Resistencia hereditaria a las condiciones no óptimas al medio", no debe confundirse con la capacidad de resistencia al hambre y a los malos tratos, (Pinheiro, 1973).

### **3.3.3 Precocidad.**

En los últimos años fueron obtenidos grandes avances en este sentido (precocidad del cerdo), a través de los trabajos de -selección que mejoraron la ganancia de peso y la eficiencia a »mentar a (ver tabla 2). En el área de calidad de carne suína en los últimos, 20 años se ha pasado de, una espesura de tocino de 40 mm a menos de 15 mm, con un rendimiento de carne magra en la carcasa de 48 % a 56 (Roppa, 2001)

El desempeño del moderno sumo de engorda es medido por su eficiencia en convertir los alimentos y por su rendimiento de carne magra en carcasa. Las metas de desempeño para el inicio de la próxima década pueden ser resumidas en tres ítems:

- a)* Peso de 100Kg. a los 120 días, *b)* Conversión alimenticia igual a 2 y
- c)* Alcanzar el 60% de carne magra en la carcasa.

Para alcanzar este desempeño, el criador debe buscar la eficiencia máxima de un sistema productivo, a través de la mejora constante de la genética, de la nutrición del manejo de las condiciones ambientales a que son sometidos sus animales. (Roppa, 2001)

## **3.4 LA GENTÉTICA Y LOS CRUCES INDUSTRIALES EN LA PORCINOCULTURA.**

Con todo la selección de animales esta basada en dos criterios, en cierto punto antagónicos, y mas bien complicado y demorado. Apenas generalizándose, una determinada línea fue seleccionada solamente para producción de carne magra, y ella probablemente tendrá bajo consumo voluntario y baja velocidad de crecimiento. Por

otro lado, líneas seleccionadas para crecimiento rápido, generalmente, irán a consumir mucho e irán a depositar mucha grasa. Por tanto, lo correcto es seleccionar teniendo en cuenta los dos criterios: velocidad de crecimiento y espesura de tocino, o sea, velocidad de deposición de carne magra. (Equipo de Expertos 2100, 1992)

El productor pregunta, ¿cuál es la mejor raza? La respuesta., no es fácil. Actualmente debemos, atender cierto punto, no solamente hablar de razas, pues dentro de una misma raza existen líneas completamente diferentes. Un buen ejemplo es el caso de la raza Duroc, que generalmente es conocida por su rusticidad, buena velocidad de crecimiento, buena calidad de la carne (color y marmorización) y también por su alto porcentaje de grasa en la carcasa. En tanto, por ejemplo, existen líneas de Duroc en Canadá que tienen todas las buenas características de la raza y tienen una espesura de tocino inferior a 10 mm a los 100 Kg. de peso vivo. Por la gran demanda genética, aconteció más recientemente, con la selección en los cruzamientos entre líneas de la misma Taza o entre razas, En esta etapa los genetistas ya se dieron cuenta que no era posible concentrar todas las virtudes en un mismo animal. El mejoramiento fue conducido para que las hembras fuesen prolíferas y lecheras y los machos productores de carne magra. (Hackenhaar, 2001)

### **3.5 CONVERSIÓN NUTRICIONAL DEL CERDO.**

Dentro de las especies animales domesticadas para la alimentación humana el cerdo mantiene el segundo lugar en capacidad de conversión de consumo de alimento a producción de carne y es de mayor participación mundial con alrededor del 40% con respecto a la producción de otras especies de animales domésticos. (Porcicultores de Jalisco, 2001)

La alimentación, constituye entre el 70 % - 80 % del costo total. Así un productor debe conocer muy bien cada alimento con sus animales por medio de pruebas de campo, que le permitirán verificar tanto la ganancia de peso, como el consumo y la conversión alimenticia. (A.C.A., 1999)

**Tabla 3. VALORES DE GANACIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO, CONVERSIÓN SEGÚN LA EDAD Y PESO DEL CERDO**

<b>Edad (días)</b>	<b>Peso (Kg.)</b>	<b>Ganancia de Peso (g./día)</b>	<b>Consumo Alimentario (g./día)</b>	<b>Conversión Alimentaria</b>
<b>21 a 42</b>	5 – 9	185	295	1,6: 1
<b>43 a 70</b>	9 – 22	490	1000	2,0: 1
<b>71 a 84</b>	22 – 30	600	1400	2,3: 1
<b>85 a 124</b>	30 – 60	750	2200	2,9: 1
<b>125 a 172</b>	60 – 100	820	2900	3,5: 1

**Fuente: EMBRAPA, (1999)**

Estos valores sirven solo como guía, para realizar comparaciones entre animales dispuestos en instalaciones intensivas a los cuales se les suministre alimentos balanceados de acuerdo a los requerimientos nutritivos de cada etapa, estos valores pueden variar de acuerdo al tipo de cerdos (Genética); instalaciones; sexo; manejo; alimento; medio ambiente; y otros. (A.C.A., 1999).

### **3.5.1 MANEJO NUTRICIONAL.**

Para facilitar la determinación de las exigencias nutricionales, de los cerdos son clasificados en varias fases según el peso y edad, Lechones, del nacimiento al destete. lechones pos-destete, de 5 a 25 Kg., lechones en crecimiento de los 25 a los 60 Kg. y terminado de los 60 a los 100 Kg. de peso. También, están los animales en reproducción, cerdas en lactación e gestación. (Porkworld, 2002)

- ✓ **Lechones del nacimiento al destete:** es importante la oferta de calostro en las primeras 24 horas de vida del lechón, siendo esta la principal fuente de energía y siendo también responsable por la resistencia a las enfermedades por poseer anticuerpos ya formados en el organismo de la madre. (Porkworld, 2002)

- ✓ **Lechones Pos-Destete de 5 a 25 Kg.:** los lechones que son normalmente destetados con 10 a 17 días de edad, deben seguir un programa nutricional especializado, en relación a aquellos que son destetados con, 21 a 28 días, debido a las infecciones dramáticas que ocurren en el sistema digestivo de los cerdos en esta fase. La inclusión de alimentos de elevada densidad nutricional, principalmente proteína y energía, y con alta digestibilidad es el objetivo procurado cuando se elaboran dietas para lechones destetados precozmente, los cuales no poseen el sistema enzimático totalmente desarrollado, no siendo capaz de digerir todos los nutrientes encontrados en los alimentos tradicionales. (Porkworld, 2002)
  
- ✓ **Crecimiento de los 25 a 60 Kg.:** Dietas en crecimiento representan entre 20 a 25% de los costos de alimentación en crias de ciclo completo, Los cerdos En esta fase están en el momento de mayor velocidad de deposición de tejido magro, Por tanto, niveles elevados de lisina y otros aminoácidos son necesarios para promover un máximo de ganancia de peso (25 - 60 Kg.). La fase de crecimiento usualmente también ha sido dividida en dos etapas: de los 25 a los 40 Kg. y de los 40 a los 60 Kg., porque así se atiende mejor a los niveles nutricionales del cerdo. En estas fases el animal tiene mayor velocidad de deposición de tejido magro, por tanto, es recomendado mayores niveles de lisina entre 1,2 y 0,8% y otros aminoácidos. La elección del nivel de lisina dependerá del potencial de crecimiento de los animales. Los lechones en esta fase presentan dificultades en digerir algunas proteínas vegetales, siendo recomendado la utilización de proteínas de origen animal. (Porkworld, 2002)
  
- ✓ **Terminado de los 60 a 100 Kg.:** representa de 50 a 55% de los costos de alimentación. Los animales En esta fase son mas susceptibles a las infecciones por las dietas que afecten el consumo de alimentos, por tanto, programas de alimentación que incluyan dietas de verano e invierno y sexo separado precisan ser justificadas económicamente. (Porkworld, 2002)

### **3.5.2 ESTRÉS AL DESTETE**

El estrés es condicionado por una serie de influencias externas, provocando tensión al animal. El llamado síndrome de estrés porcino, causa la muerte al lechón, también provoca peleas, shock, todo esto predispone a las enfermedades respiratorias, diarreas y pérdidas de peso. La pérdida de peso se debe a que el estrés hace que los niveles de nitrógeno sean bajos interfiriendo en el desarrollo de los músculos.

La predisposición a las enfermedades respiratorias en un animal estresado se debe a que los niveles de secreción de la pituitaria y suprarrenal son íntimos (corticosteroide), provocando úlceras, hipertensión, arteriosclerosis y una supresión del sistema inmunitario. Dichas patologías pueden tomarse permanentes, aunque sea superado el estrés. Todo lo nombrado anteriormente finalmente termina aumentando la mortalidad de lechones, baja la conversión alimenticia y aumenta los gastos en sanidad del lechón.

Todo el estrés se puede evitar haciendo un buen manejo, agrupando los lechones en baja densidad, de una misma edad y tamaño, proporcionando alimento de buena calidad, buen confort ante el frío y calor y por ultimo buen trato de la persona que atiende a los lechones. (Whittemore, 1993)

### **3.5.3 NUTRICIÓN:**

El crecimiento del cerdo depende de varios factores, tales como: oferta de nutrientes, edad, genética y condiciones sanitarias de las instalaciones. El peso de los animales, en la fase adulta, está relacionado con el peso del tejido muscular. Ya que su contenido de grasa es bastante variable. Los cerdos engordan a medida que van creciendo, siendo ellos clasificados en varias fases de peso y edad. (Porkworld, 2002).

El número de piensos para porcinos y las características nutritivas de los mismos es muy variable dependiendo del sistema de explotación. La alimentación

tiene un papel importante en la producción de cerdos. Ella es necesaria para obtener un máximo de rendimiento en un menor período de tiempo posible. Es preciso encontrar una alimentación racional, que permita un mejor retorno de capital y que atienda al desempeño normal de acuerdo con el potencial genético de cada raza. (Blas, *et al.* 1987).

### **3.5.3.1 AGUA.**

El agua es el medio dispersor ideal, debido a sus propiedades solventes e ionizantes que facilitan las reacciones celulares y por su elevado calor específico que le permite absorber el calor de estas reacciones con un mínimo aumento de temperatura. Las funciones del agua en la digestión, en el transporte de productos metabólicos y en la excreción son obvias. Sus funciones son mucho más variadas y básicas que las representadas en sus papeles de solventes y sustrato de las reacciones orgánicas. Toma parte activa de estas reacciones como lo demuestra la hidrólisis de proteínas, grasas y carbohidratos que se llevan a cabo en la digestión y dentro del organismo, y los diversos cambios anabólicos ó catabólicos del metabolismo intermediario que requieren la adición o liberación química del agua. El agua juega papeles muy especiales. Como parte del líquido sinovial lubrica las articulaciones, y como fluido cerebro-espinal, actúa como amortiguador líquido del sistema nervioso. En el oído transmite el sonido y en el ojo se encuentra implicada con el fenómeno de la visión. (Maynard, y *col.*, 1981)

Entre todas las funciones la más importante es la que promueve el movimiento de nutrientes entre las células de los tejidos de los animales, es también responsable por la retirada de las sustancias tóxicas de las células y que deben ser excretadas. Mientras tanto todavía debe ser recordado que el agua es la responsable por la forma del cuerpo de los animales; por su alto calor específico, favorece la dispersión de calor originado durante las reacciones químicas que ocurren en el organismo; por su alta constante dieléctrica, permite la dilución de un gran número de sustancias que son transportadas al organismo, participa prácticamente en todas las reacciones

químicas que ocurren en el organismo, es fundamental en la lubricación de las articulaciones, y en la protección de las células. (Penz, 2001)

### 3.5.3.1.1 EXIGENCIAS DE AGUA POR FASE DE PRODUCCIÓN.

La cantidad de agua de los tejidos de los suinos en una fase de producción es bastante constante. Así mismo los animales deben beber agua para reponer la cantidad perdida durante el día con la finalidad de mantener el balance homeostático. Este balance es mantenido por mecanismos complejos del hipotálamo que controlan la actividad de los riñones a través de la hormona antidiurética. Como información práctica del consumo de agua en diferentes categorías de producción (Penz, 2001), cita las recomendaciones de Weckowitz *et al.*, (1978) y Perdomo, (1995) en la tabla 4

**Tabla 4. CONSUMO DE AGUA (l/día) EN DIFERENTES CATEGORÍAS DE PRODUCCIÓN**

<b>Categorías</b>	<b>Kg. p.v.</b>	<b>Weckowitz <i>et al.</i>, (1978)</b>	<b>Perdomo (1995)</b>
Lech. Lactantes			0,1 - 0,5
Lech. Hasta 55 días	5 – 30	2,8	1 – 5
Lech.de 56 - 95 días	30 – 50	8,0	4 – 7
Suinos de 96 -156 días	50 – 85	12,0	5 – 10
Sui. de 157 - 230 días	85 – 110	20,0	5 – 10
Cerdas de reemplazo	150	16,0	
Cerdas gestando	180	22,0	15 – 23
Cerdas en lactación	180	27,0	20 – 35
Sementales	180	20,0	10 – 15

**Citado por Penz, 2001. de: Weckowitz *et al.*, 1978 y de Perdomo 1995.**

### **3.5.3.2 ENERGÍA.**

#### **3.5.3.2.1 DEFINICIÓN DE ENERGÍA.**

Para hacer una correcta decisión al seleccionar los ingredientes alimenticios es necesario tener un conocimiento pleno del sistema por medio del cual, los ingredientes son clasificados por su contenido energético y por el valor que estas clasificaciones tienen con respecto al crecimiento del cerdo y su producción. La energía bruta (EB) de un ingrediente se define como el calor producido cuando una sustancia es quemada y se expresa como calorías/unidad de peso. Una caloría es la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de un gramo de agua de 14,5° C a 15,5° C. Una kilocaloría son 1,000 calorías y una megacaloría son 1,000 kilocalorías. Puesto que no todo el alimento que se consume es digerido por el animal, cierta cantidad de energía se pierde a través de la materia fecal. La EB es una forma muy pobre de calcular la energía destinada para el cerdo. (Pic México, 2001)

La cantidad de energía que queda después de restar la pérdida de energía fecal del total de la energía consumida, es denominada como energía digestible (ED). La diferencia entre la EB y ED puede ser muy amplia; entre más grande sea el valor de energía digestible (ED/EB) de una materia prima, mayor será su valor significativo para los productores. Tanto en el proceso de producción como excreción de orina, se pierde una cantidad adicional de energía. La energía digestible menos la pérdida de energía urinaria, se puede denominar como Energía Metabolizable (EM). En la mayoría de los casos, la energía metabolizable representa el 95 % del contenido de energía digestible, por lo que la conversión de ED en EM puede llevarse a cabo con mucha facilidad. La energía metabolizable es la energía utilizable contenida en una materia prima para que el cerdo viva y crezca. Cierta cantidad de calor se produce durante el metabolismo de los nutrientes, éste es denominado como incremento térmico (IT) y puede ser utilizado por el animal para mantener su temperatura corporal, el restante de la energía es denominada Energía Neta (EN) y es utilizada para el mantenimiento y producción. La determinación de estos valores energéticos

requiere de equipo especial y/o de pruebas de alimentación con animales. (Pic México, 2001)

### **3.5.3.3 PROTEÍNAS:**

Las proteínas, son componentes esenciales del organismo animal, forman parte del protoplasma de la célula viva. Los músculos, la sangre, las vísceras, los huesos, el cerebro, la médula, el cuero, las cerdas y los cascos están constituidos , básicamente, por tejidos proteicos. La reproducción, el crecimiento y la lactancia, procesos esenciales en la vida de los cerdos, movilizan grandes cantidades de proteínas. Por esta razón, las proteínas son los nutrientes más importantes en la practica de la alimentación porcina. (Pinheiro, 1973)

Las proteínas se asimilan en forma de aminoácidos, último producto de una larga cadena de sustancias que se forman durante los procesos digestivos. Estos aminoácidos se asocian entre sí mediante numerosísimas combinaciones y forman la compleja molécula proteica. Por consiguiente existen en la naturaleza proteínas que contienen los mismos aminoácidos, pero con distintas proporciones y combinaciones. Entre los aminoácidos se consideran esenciales, pues han de ser hallados como tales en las proteínas alimentarias al no poderse sintetizar a través de la digestión. (Equipo de Expertos 2100, 1992)

#### **3.5.3.3.1 PROTEÍNA IDEAL.**

Una función importante en la producción animal es proveer proteína de alta calidad para la alimentación humana. Para lograr esto, los animales requieren dietas que contengan proteínas de alta calidad y en la cantidad correcta. A través del tiempo se han desarrollado diversas formas de evaluar la calidad de la proteína, y actualmente se maneja el término de Valor Biológico, el cual está relacionado por la cantidad de aminoácidos limitantes aportados y su digestibilidad. Por lo tanto éstos son la clave cuando se consideran las fuentes de proteína en la nutrición. Además, debemos considerar que los requerimientos de los animales están influenciados por

diversos factores como: especie, genotipo sexo, peso vivo, función productiva, instalaciones y medio ambiente etc. El objetivo nutricional es maximizar el aporte tomando en cuenta los factores antes mencionados. (Sahún, 1997)

Buscando racionalizar los requerimientos de aminoácidos en una forma fácil y aplicable por los nutricionistas y a la vez disminuir el problema de deficiencias y excesos de uno o varios de estos (perfil de aminoácidos), Cole, (1978)., introdujo el concepto de proteína ideal. Este modelo utiliza el crecimiento del cerdo como ejemplo, pero es igualmente aplicable a otras especies animales y a otras funciones zootécnicas. (Sahún, 1997)

El valor biológico de la proteína de la ración no deberá ser inferior a 0,70 para los lechones y cerdos jóvenes en las primeras fases de crecimiento, a 0,65 para cerdos en fase de engorde media y cerdas en lactación, y a 0,60 para las últimas fases del engorde y reproductores adultos. (Equipo de Expertos 2100, 1992)

#### **3.5.3.4 PAPEL DE LAS VITAMINAS:**

Las vitaminas son sustancias orgánicas que, en general, son incapaces de elaborar los propios organismos animales, y que en dosis infinitesimales son indispensables para el desarrollo, mantenimiento y funcionamiento de estos, determinando su ausencia, trastornos y lesiones características. Las necesidades de los animales en vitaminas es variable según la especie, la edad, la alimentación, la composición de las sustancias que integran las dietas, y el fin zootécnico a que son destinados, etc. (Flores, 1987)

Las formas de explotación a que los somete el hombre influye grandemente en las necesidades de estos elementos en su alimentación. Como la mayoría de las vitaminas tienen influencia sobre el crecimiento, ya sea en forma directa o indirecta, en general, son mayores las necesidades en las edades tempranas de la vida. Una avitaminosis no sólo se presenta al faltar una vitamina determinada en los alimentos, sino que se puede producir también por la acción antagónica de otras vitaminas o

substancias alimenticias ingeridas en mayores cantidades. En ocasiones existe acción sinérgica de las vitaminas entre si, tal es el caso de las vitaminas C y K en los procesos hemorrágicos, así como de la vitamina A y D en el raquitismo. Las glándulas de secreción interna tienen también en ocasiones acciones sinérgicas o antagónicas de las vitaminas. Existe acción sinérgica entre la hipófisis y la vitamina A, la E y las hormonas gonadotrópicas de la hipófisis, etc. Parece existir acción antagónica entre la vitamina A y la tiroxina, y entre la vitamina D y la hormona paratiroidea. Se considera a las vitaminas como agentes biocatalizadores, teniendo un papel importantísimo de oxidoreducción; intervienen también en la formación de enzimas hidrolíticas. (Flores, 1987)

#### **3.5.3.5 PAPEL DE LOS MINERALES:**

Nuevos conocimientos vienen generándose en la determinación de los requerimientos de minerales por los cerdos, pero la introducción de nuevas formas (orgánicas vs. inorgánicas) y la disponibilidad de estas formas vienen cambiando nuestra visión de muchos elementos minerales. La alimentación en exceso de algunos minerales igualmente ha aumentado la preocupación sobre la creciente concentración de minerales en el suelo, y su acumulación en las aguas superficiales y del subsuelo, perjudiciales tal vez tanto para la vida humana como para la acuática. (Majan, 1997)

Existe una gran diferencia en la composición de macro elementos, entre granos y productos oleaginosos. De particular importancia son el calcio y el fósforo. Donde la cantidad en el tejido vegetal, está por debajo de los requerimientos de los cerdos y necesitan ser adicionados a las dietas. Si bien es cierto que otros macroelementos (Mg, K, S) son esenciales para los cerdos, ellos generalmente están presentes en niveles adecuados en los principales granos. (Majan, 1997)

### **3.5.3.5.1 CALCIO Y FÓSFORO.**

Al calcio y el fósforo se les considera generalmente en conjunto; cada uno sin embargo tiene problemas específicos asociados con su fuente dietaria y su nivel de suplementación en la dieta. El calcio es necesario para el crecimiento y el desarrollo de huesos, pero su deficiencia más probablemente será encontrada en las fases reproductivas. El descarte de marranas del plantel reproductivo debido a cojeras, es un problema mayor en la industria porcina; debido a la desmineralización de los huesos de la región trabecular. Por ello es preciso una mayor fortificación de calcio y fósforo dietario para las gorrinas de reemplazo, debido a que el problema de patas es alto en ellas. (Majan, 1997)

El fósforo es requerido para la formación de huesos, el mantenimiento corporal y el metabolismo. En cerdos en crecimiento una gran cantidad es requerida para el crecimiento muscular, mientras que las marranas necesitan fósforo para la producción de leche y para el desarrollo fetal. Los granos tienen un mayor contenido de fósforo que de calcio, pero mucho del fósforo de los granos se encuentra ligado con un constituyente orgánico (ácido fítico), el cual reduce su digestibilidad y disponibilidad para el animal. (Majan, 1997)

### **3.5.3.5.2 CROMO.**

El tejido muscular se desarrolla en respuesta al número de células musculares (lo cual está determinado genéticamente), pero luego el crecimiento ocurre en respuesta al suministro de nutrientes (aminoácido) y al estímulo hormonal. Para facilitar la transferencia de estos nutrientes a través de la membrana celular, es necesaria la presencia de insulina y la hormona del crecimiento para mediar esta respuesta. El Factor de Tolerancia de Glucosa (GTF), ha sido propuesto de servir como puente entre la membrana celular y el nutriente (aminoácido) transferido. A pesar de que GTF no ha sido claramente caracterizado, parece tener como constituyente activo el cromo. (Citado por Majan de: Schwartz y Mertz, 1959)

La adición de cromo a dietas para cerdos ha demostrado incrementar la magrura de la carcaza en cerdos en crecimiento-acabado. Un estudio reciente demostró una respuesta en crecimiento y una reducción en el contenido de grasa de la carcaza cuando se adicionó cromo a dietas de crecimiento-acabado para cerdos. Cuando el nivel de lisina en la dieta fue reducido a un 90 %, en relación con la dieta control, la adición del cromo resultó en respuestas de crecimiento que fueron similares a la dieta fortificada en 100 % de lisina. A pesar de que este conjunto de tratamientos no contuvo un grupo control negativo (lisina en un 90% sin cromo), los investigadores insinuaron que el Cromo podría tener un efecto de ahorro de los aminoácidos dietarios. (Majan, 1997)

Una evaluación de múltiples formas de Cromo (cloruro de cromo, levadura de cromo y picolinato de cromo) ha sido efectuada por el Instituto de Ciencia Animal de Zurich, Suiza. Este estudio utilizó cerdos con un peso inicial de 27 Kg y se suplementaron las diferentes formas de Cromo en tasa de 500 ppb. No se observó ningún cambio en la productividad durante la fase de crecimiento (27 a 60 Kg), pero el Cromo incrementa las tasa de crecimiento en el periodo final (60 a 160 Kg ). Al alimentar cerdos en forma restringida, la mejora en crecimiento fue el resultado de una mejora de la conversión alimenticia. En contraste, en investigaciones previas la forma inorgánica del cromo obtuvo la mejor respuesta. (Wang, 1995)

Mientras que no hubo un mejoramiento estadístico significativo la mayor respuesta numérica fue la de los cerdos alimentados con levadura de Cromo. Para afectar el crecimiento en una situación de restricción alimentaria, debe haber un mejoramiento en la utilización de los nutrientes. Esto no fue demostrado e las mediciones de energía digerible en porcinos en los varios tratamientos realizados por Wenk, (1994). Sin embargo, ha sido demostrado en las pruebas recientes realizados por Wang, (1994).

Cambios en la composición de la canal (más magra, menos grasa) observados en muchas pruebas con la suplementación del cromo, son altamente positivos debido

a la demanda del público de carne magra. Desde el punto de vista de un productor, están los programas que establecen mejores precios de compra por carnes magras y penalización a los cerdos gordos. Es bien conocido que para maximizar el nivel magro de las canales se requiere una mayor concentración de proteína/aminoácidos que la requerida para maximizar la tasa de crecimiento. Debido a la continua suplementación de mayores cantidades de proteínas para maximizar la carne magra, se cae en la ley de menos rentabilidad, los esfuerzos para maximizar lo magro de la canal resultarán en una mayor excreción de nitrógeno. Las alteraciones directas para mejorar el nivel de carne magra y que reducen la excreción de nitrógeno sólo son factibles si son de naturaleza no-nitrógeno. Porque está demostrado que el cromo orgánico tiene un impacto positivo en los parámetros de la canal y mejoramiento en la utilización de nitrógeno el cromo orgánico tiene un potencial de impacto positivo en el medio ambiente. (Wang, 1995)

#### **3.5.3.5.2.1 COMPONENTES COMUNES DE CROMO ORGÁNICO.**

**a) Cromo-L-metionina.-** Clasificado como un complejo metal aminoácido específico, con un peso molecular de 272 Mol. El complejo es soluble en agua. Este es descrito como un átomo de Cr unido solo al aminoácido metionina. El átomo de Cr forma un fuerte anillo de 5 socios, formando una molécula muy estable. (Zinpro, 1998)

**b) Nicotinato de cromo.-** Clasificado como el producto resultante de la reacción del ácido nicotínico con el cloruro de Cr. El componente molecular tiene un peso molecular de 418 Mol. Este es descrito como un átomo de Cr unido a 3 Mol. de ácido nicotínico. (Zinpro, 1998)

**c) Picolinato de cromo.-** Clasificado como un producto resultante de la reacción del ácido picolínico con el cloruro de Cr. Este compuesto tiene un peso molecular de 418 Mol. Este es descrito como un átomo de Cr unido a 3 moléculas de ácido picolínico. (Zinpro, 1998)

**d) Quelato de cromo.-** Clasificado como metal aminoácido o quelato, con un peso molecular de 296 Mol. Este es definido como un átomo unido a 2 moléculas de glicina y una molécula de ácido nicotínico. (Zinpro, 1998)

**e) Levadura de cromo.-** El fermento de la cerveza es un ejemplo de la levadura de Cr natural. Típicamente este contiene aproximadamente 2 ppm de cr orgánico. La actual estructura química de Cr que forma parte del fermento de cerveza es desconocido. Porque este es de bajo contenido de Cr , comparado con las levaduras manufacturadas que tienen un alto contenido de cromo. (Zinpro, 1998)

**f) Levadura fortificada con cromo.-** La levadura de cerveza o el cultivo de levadura es mezclado con sal de Cr inorgánico tal como el cloruro de Cr ó el Cr orgánico formando una mezcla manufacturada. Esta mezcla es vendida como levadura de Cr. (Zinpro, 1998)

**g) Proteinato de cromo.-** Clasificado como un proteinato de metal. El peso molecular no es conocido. Estos constituyentes son usualmente no solubles en agua. Definido como el producto resultante de la reacción de hidrólisis de proteínas con una sal inorgánica de Cr, igual que el cloruro de Cr. La estructura química no esta definida. (Zinpro, 1998)

#### **3.5.3.5.2.2 El rol del cromo.**

El Cr ha sido considerado como un nutriente esencial por mas de 40 años. El Cr existió en la naturaleza principalmente en su forma trivalente. Hay algunas formas manufacturadas de Cr hexavalente, pero estas no son estables en su estado natural de Cr. Las formas de Cr hexavalente son tóxicas para los animales y humanos; mientras que las formas de Cr trivalente son consideradas no tóxicas. La concentración máxima tolerable de Cr, para la forma oxidable (Cr+3) en la dieta es de 3000 ppm y para la forma cloruro es de 1000 ppm. Todas las formas de Cr, de los alimentos clasificados en inorgánicos y orgánicos son trivalente (Cr+3) sabemos que el Cr activa la actividad de las enzimas, manteniendo la estabilidad de las proteínas y

realizando el metabolismo de los hidratos de carbono. El primer rol del Cr sin embargo es potencializar la interacción entre la célula receptora y la insulina, por eso esta presente en un complejo llamado factor de Tolerancia a la glucosa GTF. El GTF estimula la actividad de la insulina, introduciendo mas glucosa dentro de las células, la célula convierte la glucosa en energía. Esta energía adicional es combustible para el mantenimiento celular, síntesis de proteínas inclinando el crecimiento de los tejidos (músculo) y mejorando la fertilidad. (Zinpro, 1998)

### **3.5.3.5.2.3 ABSORCIÓN DEL CROMO.**

El Cr es absorbido primeramente en le intestino delgado. La forma de Cr inorgánico del alimento clasificado, semejante al óxido de cromo y cloruro de Cr , son pobremente absorbidos por los animales. La razón para la pobre absorción esta probablemente relacionada a la formación del óxido crómico insoluble, durante la digestión y la unión libre del Cr (3+) a antagonistas en la dieta (carbohidratos). Las formas de Cr inorgánico, muestran efectos mínimos de desempeño cuando se alimentó animales. (Zinpro, 1998)

Las fuentes de Cr orgánico mostraron un aumento del Cr disponible Oline *et al.*, (1994), estos informan, la absorción del nicotinato de Cr fue mucho más grande que la del cloruro de Cr en ratas. Anderson *et al.*, (1987) determinando la relativa biodisponibilidad de 9 fuentes de Cr inorgánico y orgánico en tejidos, hallando fuentes de Cr orgánico más biodisponibles que las fuentes inorgánicas. Aunque las investigaciones han demostrado que estas fuentes de Cr orgánico son mucho más biodisponibles que las fuentes de Cr inorgánicos, la diferente absorción entre los compuestos de Cr orgánico son difíciles de determinar. Los mecanismos sobre como el Cr orgánico se mueve a través de la pared de intestino delgado dentro de la corriente sanguínea es desconocido. Investigadores especulan, otro pasaje de la molécula de Cr orgánico en la pared intestinal intacta o son rompidas abajo en el sistema digestivo, dejando libre el ion Cr para el transporte a través de la pared

intestinal. Estas teorías no han sido probadas. Muchas mas investigaciones se han realizado para responder esta pregunta. (Zinpro, 1998)

#### **3.5.3.5.2.4 DISTRIBUCIÓN DEL CROMO.**

En los cerdos en crecimiento/acabado, los efectos probablemente son mediados a través de la acción de las hormonas promotoras del crecimiento que distribuyeron los nutrientes a favor de la deposición de tejido magro en lugar de grasa. Esto ha dado lugar a un área del ojo del músculo lumbar más grande y una canal más magra. (Close, 2000)

#### **3.5.3.5.2.5 METABOLISMO DEL CROMO ORGÁNICO.**

Existen principalmente dos teorías en el metabolismo de los componentes del Cr orgánico. Muchos constituyentes tienen estructura química similar o igual a la estructura del GTF. Ellos están basados en la teoría de que este compuesto gusta de GTF, decide y reemplaza el rol del GTF natural en la corriente sanguínea. (Zinpro, 1998)

Esta teoría requiere mas investigaciones para sostener esta validez. La actual estructura química de la molécula GTF es desconocida. Muchos de los componentes que forman la molécula GTF han sido identificados. Pero la actual estructura química no ha sido. Una segunda teoría de fuentes de Cr orgánico asume que estas son mas biodisponibles, incrementando así la absorción del Cr, quien es entonces metabolizado dentro del GTF natural. Esta importante teoría tiene mas validez por sostener investigaciones científicas de incremento de absorción del Cr orgánico sobre la forma inorgánica. Existen también otras teorías importantes, pero todas las ideas del metabolismo del Cr orgánico quedan en simple especulación hasta que mas investigaciones científicas estén completadas. (Zinpro, 1998)

### **3.5.3.5.2.6 EXCRECIÓN DEL CROMO.**

En ningún caso el 98 % del cromo inorgánico consumido por el hombre con los alimentos no es absorbido y es eliminado junto con las heces. Por el contrario la viabilidad del cromo orgánico es muy alta y es del orden de 25 – 30 %. La presencia de aminoácidos, ácido ascórbico, altos niveles de azúcar, oxalatos y aspirina en la dieta aumentan la absorción del cromo, mientras que con antiácidos y fitatos se reduce el cromo en sangre y tejidos. La excreción del cromo, principalmente es por vía del tracto urinario, puede aumentar de 10 a 300 veces en situaciones de estrés o si el contenido de azúcar en la dieta es incrementado. (Toskano, 1.999)

### **3.5.3.5.2.7 OTROS BENEFICIOS DEL CROMO.**

**a) El cromo beneficia el mejoramiento de la lechigada de las cerdas.-** Productores porcinos están evaluando nuevas tecnologías para incrementar el mejoramiento de las razas de los hatos. Realizando una evaluación intensa, los mas altos productores porcinos buscan toda posible ventaja que ayude a encontrar el reto, un crecimiento numérico de estudios nutricionales muestran que la suplementación alimenticia de Cromo a la dieta puede mejorar el desempeño de la lechigada e incrementar el número de cerdos destetados por cerda por año. (Zinpro, 2000)

**b) El cromo orgánico beneficia del destete al terminado.-** Extensas investigaciones en dietas suinas con cromo orgánico sugieren esto, alimentando con una fuente biodisponible es decir suplir cromo orgánico, puede mejorar la eficiencia alimenticia e inclinar ganancias en destete y terminado de suinos. El potencial de respuesta de cerdos, al suplementar cromo orgánico depende de un gran numero de variables, incluyendo: genética animal, medio ambiente, estrés, cambios en la salud, el aumento de cromo ya en la alimentación y el cromo biodisponible de la suplementación escogida. (Zinpro, 1998)

Investigaciones de producción indican que alimentando con fuente biodisponible de cromo se puede potencializar la expectativa de seguimiento de la respuesta en destete-terminado en cerdos:

- 2 % de mejoramiento en la Eficiencia alimenticia.
- 1 % de aumento en ganancia de peso.
- 10 % de reducción de espesor graso en el dorso.
- 10 % de aumento en promedio del área muscular del lomo.

(Zinpro, 2000)

**c) Pruebas de Cr-L-Metionina, en el alimento de cerdas produce cerdos mas pesados en el terminado.-** Recientemente hay muestras interesantes de Cr, debido a reportes de notables mejoramientos en calidad de la carcasa en cerdos Lindeman *et al.*, (1995<sub>a</sub>), incrementó en el tamaño de la camada en suinos Lindemann *et al.*, (1995<sub>b</sub>), y crece el porcentaje de respuesta inmune al estrés alimenticio desde la suplementación de cromo, los compuestos de cromo inorgánico mezclado son pobremente absorbidos en animales 0,4 a 3,0 % Anderson (1987), prescindiendo de la dieta y la dosis y el estado del cromo. La adición de concentrado de cromo comúnmente a la materia alimenticia varia grandemente. (Zinpro, 2000)

Recientes investigaciones con fuentes de cromo biodisponible han indicado que el desempeño reproductivo de cerdas puede ser mejorado con la suplementación de dietas Lindeman *et al.*, (1995<sub>a</sub>), estos reportes indican que consumiendo dietas suplementadas con 200 ppb de Cr, el número de cerdos nacidos vivos y destetados incrementó de 1,3 a 2,1 cerdos/camada respectivamente, como un resultado del incremento del número de cerdos, a los 21 días mejoró el peso de la camada suplementada con Cr. (Zinpro, 2000)

### **3.5.3.5.3 SELENIO.**

A pesar de que el rol del selenio en la enzima peroxidasa de glutatona (GSH-Px) ha sido claramente establecido, existen otras selenoproteínas y sistemas

enzimáticos donde el selenio ha sido reportado. La implicancia del selenio con la GSH-Px, es básicamente como constituyente de esta enzima sirviendo como un antioxidante en el citoplasma de la célula. Esta enzima está involucrada en la conversión metabólica del oxígeno liberado (tóxico) en agua (no tóxica). La vitamina E ha sido relacionada históricamente con el selenio, pero básicamente por la similitud de sus funciones, aunque estas funciones ocurren en diferentes partes de la célula. A diferencia de la GSH-Px, la Vitamina E se encuentra en la membrana celular ayudando a mantener su integridad. (Marin – Guzmán *et al.*, 1997)

El selenio también ha sido relacionado con la enzima que convierte la forma inactiva de Tiroxina (T<sub>4</sub>) en su forma activa (T<sub>3</sub>). La tiroxina contiene yodo, y una deficiencia ya sea del selenio o yodo, produce su deficiencia. Se ha demostrado que el selenio participa en diversas selenoproteínas, una de las cuales está cercanamente asociada con la morfología de los espermatozoides del verraco. (Marin – Guzmán *et al.*, 1997)

#### **3.5.3.5.4 CLORO.**

Este elemento es secretado en el estómago del cerdo, teniendo un rol en el mantenimiento del pH del estómago, regulando las especies de microorganismos y su proliferación en el tracto intestinal y activando la proenzima pepsinógena para la posterior digestión de las proteínas. La secreción de este elemento no ocurre al nacimiento pero incrementa con la edad del cerdo, alcanzando una capacidad de secreción adecuada a las 5 a 8 semanas de edad. Los cerdos están siendo destetados antes y están siendo alimentados con dietas que tienen una alta capacidad también (esto es proteínas animales, vegetales y minerales). Estos productos asimismo pueden potencialmente neutralizar el cloro. (Majan, 1997)

#### **3.5.3.5.5 ZINC.**

El zinc (Zn) es un componente de muchas funciones metabólicas y tiene un papel vital en la secreción hormonal, especialmente en esas relacionadas con el

crecimiento, la reproducción, la inmunocompetencia y el estrés. Está involucrado en el proceso de generación de queratina y en la síntesis de colágeno y de los ácidos nucleicos de la piel. El zinc también tiene relevancia específica en el verraco, siendo esencial para el desarrollo sexual y la espermatogénesis. En términos de inmunocompetencia, el zinc tiene efectos positivos sobre la respuesta inmunológica a los patógenos y la prevención de las enfermedades manteniendo saludable el tejido epitelial. (Close, 2000)

También puede tener implicaciones ambientales, ya que menor cantidad de zinc será excretada usando un nivel más bajo de zinc orgánico en la dieta. Cheng, Kornegay and Schell, 1998, compararon la respuesta de los lechones alimentados con sulfato de zinc y lisina zinc en dietas deficientes en lisina (0,8 % de lisina) y adecuadas en lisina (1,1 % de lisina). Como era de esperarse, el rendimiento fue mayor para los lechones alimentados con la dieta de 1,1 % de lisina, comparados con la dieta de 0,8 % de lisina. Hubo poca diferencia en el rendimiento entre las 2 fuentes de Zinc, pero para los lechones alimentados con la dieta adecuada en lisina, el alimento: ganancia fue menor que el complejo Zinc-lisina comparado con las dietas de sulfato de zinc, pero no muy significativas ( $p > 0.05$ ). (Close, 2000)

Normalmente, respuestas al crecimiento del 10 al 20 % son generalmente logradas en la maternidad, cuando antibióticos o agentes antibacteriales son adicionados en dietas de inicio. El óxido de zinc (3000 ppm) y el sulfato de cobre (250 ppm) añadidos a la dieta en concentraciones que exceden las necesidades metabólicas del cerdo, han demostrado realzar la performance de los animales en la maternidad. El zinc es constituyente del tejido epitelial del cuerpo, y está involucrado en la mantención de la piel y de la integridad epidermal. El tejido epidermal es rico en zinc. (Mahan, 1997)

El comportamiento de crecimiento de los cerdos alimentados con 100 a 400 ppm de Zn como complejos de metal-aminoácidos, por 5 semanas fue menor que el desempeño de los cerdos alimentados con 3.000 ppm de Zn como ZnO. según

McCalla *et al.*, (1999). Otros investigadores han demostrado que los cerdos alimentados con menores concentraciones de formas de Zn orgánico tienen un estímulo del crecimiento similar a los cerdos alimentados con 3.000 ppm de Zn como ZnO. El modo de acción del estímulo del crecimiento tras alimentar con 3,000 ppm de Zn como ZnO parecería ser similar al de suministrar entre 125 y 250 ppm de cobre como CuSO<sub>4</sub> en cerdos en crecimiento. Carlson *et al.*, (1998) reportaron que la alimentación con concentraciones farmacológicas de Zinc (3.000 ppm Zn como ZnO) alteró la morfología duodenal (criptas más profundas y mayor grosor total) y mayores concentraciones intestinales de metaloproteína, que indica que elevadas cantidades de zinc pueden tener un efecto entérico sobre el cerdo en crecimiento. (Carlson *et al.*,2001)

Spears y *Col.*, (1999), alimentaron lechones desde la 3<sup>ra</sup> semanas a la 10<sup>ma</sup> semana de edad con dietas conteniendo 50 o 150 ppm de suplemento de Zinc, aportado como 100 % sulfato de Zinc, 75 % ZnSO<sub>4</sub> y 25 % proteinato de Zinc, o 50 % ZnSO<sub>4</sub> y 50 % proteinato de Zinc (Bioplex Zinc, Alltech Inc.). Los niveles de Zinc afectaron el consumo de alimento, la tasa de crecimiento o la relación alimento:ganancia sobre el periodo de tiempo estudiado. Sin embargo, durante las dos primeras semanas del estudio, los lechones que recibieron 50 ppm de Zinc reemplazando la porción del ZnSO<sub>4</sub> con Bioplex Zn, mostraron tendencia a mejorar el consumo de alimento y la tasa de crecimiento. En los tratamiento de 150 ppm de Zinc, los lechones recibieron 50 % de su suplemento de Zinc de los proteinatos de Zn y tuvieron mayores ganancias y relación alimento:ganancia (p<0,05) que aquellos alimentados con 25 % de proteinato de Zinc durante todo el período del experimento. Es interesante notar que hubo mayores efectos de la fuente de Zinc sobre el Zinc plasmático o sobre la respuesta inmunológica celular, pero los lechones recibiendo el Zinc orgánico tuvieron un mayor grosor de la capa de piel que los que recibieron solamente ZnSO<sub>4</sub>. (Close, 2000)

### **3.5.3.5.1 EXCRECIÓN DEL ZINC.**

Ha sido reportado que la retención del Zinc está afectada por estatus mineral del cerdo así como de las concentraciones dietéticas del Zn. Bajo circunstancias dietéticas normales, el sistema biliar es la principal vía de excreción del Zn; por consiguiente, las heces contienen la mayoría de los minerales no absorbidos con muy poco excretado por vía urinaria. Otras rutas de excreción incluyen las pérdidas corporales superficiales como el sudor, piel, pelo y fluido seminal. Investigaciones previas reportaron que la excreción del Zn fecal aumenta y el porcentaje de retención disminuye al aumentar las concentraciones del Zn dietético (Poulsen and Larsen, 1995)

### **OTROS TRABAJOS REALIZADOS EN BOLIVIA CON RESPECTO A LOS MINERALES ZINC Y CROMO ORGÁNICO**

**Evaluación técnico económica en el uso de zinc y cromo metionina en cerdos en las fases crecimiento terminado. (25-80 Kg. PV.) Tesis presentada por Flores, O. V. en el año 2002, para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista.**

Se realizó en el año 2002 en el departamento de Santa Cruz y provincia Sara, en los meses de enero a marzo. En la granja porcina Los Motacuses, obteniendo mejores resultados en Conversión alimenticia, Ganancia diaria y consumo alimentario, además de menor cobertura grasa con la adición de estos minares a la dieta estándar.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **4.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA.**

El trabajo fue realizado en la granja porcina "Los motacuses" ubicada a 2,5 Km., al oeste (Carretera a Cochabamba) de la localidad de Portachuelo, provincia Sara del departamento de Santa Cruz. El área de influencia está localizada al noreste del departamento de Santa Cruz, en la denominada Región Integrada, entre las coordenadas 16° y 17° 59' LS. y 63° 43' LO. Limita al norte y este con la provincia Obispo Santisteban, al sur y al este con la provincia Andrés Ibáñez y al oeste con la provincia Ichilo. El área se caracteriza por encontrarse a una altura promedio de 280msnm, cuya temperatura promedio es de 25° C. con una precipitación pluvial de 2130 mm por año y una humedad relativa promedio de 70,6%. (CORDECRUZ, 1994). La referida región es reconocida por su desarrollo agropecuario, la crianza animal está dedicada a las diferentes especies zootécnicas como vacunos para carne y leche, aves de corral y cerdos.

La granja porcina, cooperadora para el presente estudio posee un plantel de 480 vientres dirigidos al cruzamiento de las Razas, Landrace, Yorkshire, Duroc, Pitrain y Hampshire. El sistema de crianza es el de confinamiento completo con distribución de áreas de montas y gestación (jaulas maternidad y lactancia (jaulas con parrillas), crece o destetados (corrales con parrillas), crecimiento y engorde (corrales con piso de cemento). Respecto del manejo nutricional el alimento es ofertado en forma manual y la oferta de agua es a través de los chupones de acero inoxidable. Tanto el manejo sanitario como el alimentario cumplen con los estándares de los actuales sistemas de crianza porcina.

### **4.2 MATERIAL.**

Fueron seleccionados 200 lechones de 7 a 8 kilos de peso vivo. Los animales fueron agrupados y pasaron a los corrales de inicio donde recibieron el mismo manejo y dieta normal y las suplementadas hasta que alcanzaron un promedio de 30 Kg. p.v.

### **4.3 METODO.**

La asignación grupal para los tratamientos fue como sigue: T-I testigo (50 lechones, alimentados con la dieta estándar), T-II (50 lechones, alimentados con la dieta estándar + suplementación de Zn-met ), T-III (50 lechones, alimentados con la dieta estándar + suplementación de Cr-met) y T-IV (50 lechones, alimentados con la dieta estándar + suplementación de Zn-met y Cr-met). Las dietas designadas como “estándar” corresponden a aquellas formuladas para cubrir los requerimientos acorde a las recomendaciones de Miller, *et al*, (1.991) para las fases (Inicio-crecimiento 1), cuya composición estimada se ilustra en la tabla xx (anexo).

Cada grupo del estudio fue manejado con la rutina de la granja en todos los aspectos tanto sanitario como nutricional. La prueba se inicia con el registro de su peso inicial en ayunas y en forma individual.

Se registró en forma individual los pesos por fase (al inicio y al final) en el horario 7 a 9 AM acompañado del registro de consumo de alimento por grupo / diario hasta alcanzar el periodo de prueba.

Al finalizar la prueba, definido por el alcance del peso medio de 30 Kilos, se procedió al registro de peso individual, en ayunas, registro del consumo de alimento considerando grupo / día.

#### **4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.**

La información tabular obtenida para las respuestas ganancia de peso, consumo alimentario y conversión alimentaría fueron sometidos a ANAVA, para un diseño de Bloques al azar y acorde al siguiente modelo:

$$Y = \mu + B + T + E$$

Donde:

**Y** = La respuesta obtenida en función de: consumo alimenticio, conversión alimentaría, ganancia de peso.

**$\mu$**  = El efecto de la media de la población.

**B** = El efecto de Bloques o semanas de crianza.

**T** = El efecto de los tratamientos, correspondiendo a estos la diferencia a efecto del manejo alimentario (suplementación).

**E** = Efecto del error.

A la presencia de diferencia significativas a la prueba de F ( $P < 0,05$ ) se procedió a conocer la diferencia estadística entre medias ( $P < 0,05$ ) con el empleo de la prueba de Tukey.

#### **4.5 ANALISIS ECONÓMICO.**

El análisis económico del presente trabajo se realizo en base a las conversiones alimentaría que presentaron cada uno de los tratamientos, estos datos fueron sometidos a un análisis para conocer la tasa de retorno que tienen individualmente y por fase de crianza.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 RESULTADOS

El presente estudio, realizado en los meses ENERO a MAYO, 2002, tuvo como objetivo evaluar la factibilidad Nutricional y Económica del uso del Zn y Cr orgánicos en la respuesta de lechonaje en la fase inicial (7 a 30 Kg. PV) en la crianza porcina en el departamento de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Los resultados obtenidos se presentan como sigue:

**Cuadro 1. Análisis de respuesta animal a adición de Zn y Cr Orgánicos en lechonaje, Fase 25 - 45 días de edad**

Grupo	Cod.	N	Ganancia		Consumo		Conversión	
			Media	±DS	Media	±DS	Media	±DS
Testigo	T-I	50	0,313	±0,039	0,695	±0,007	2,210	±0,021
Zn – met	T-II	50	0,353	±0,051	0,655	±0,007	1,850	±0,007
Cr – met	T-III	50	0,332	±0,034	0,660	±0,014	1,980	±0,007
Zn-met. + Cr-met.	T-IV	50	0,327	±0,041	0,655	±0,007	1,990	±0,127
<b>Promedio</b>		<b>50</b>	<b>0,331</b>		<b>0,666</b>		<b>2,008</b>	

No existe diferencia estadística significativa entre las medias ( $P > 0,05$ )

**Cuadro 2. Análisis de respuesta animal a adición de Zn y Cr Orgánicos en lechonaje, Fase 46 a 72 días de edad**

Grupo	Cod.	N	Ganancia Diaria, Kg.		Consumo Alimentario, Kg.		Conversión Alimentaria	
			Media	±DS	Media	±DS	Media	±DS
Testigo	T-I	50	0,529	±0,083	1,225	±0,007	2,310	±0,021
Zn – met	T-II	50	0,604	±0,078	1,160	±0,014	1,920	±0,007
Cr – met	T-III	50	0,570	±0,080	1,200	±0,001	2,100	±0,007
Zn - met + Cr-met	T-IV	50	0,562	±0,068	1,185	±0,007	2,120	±0,127
<b>Promedio</b>		<b>50</b>	<b>0,566</b>		<b>1,193</b>		<b>2,113</b>	

No existe diferencia estadística significativa entre las medias ( $P > 0,05$ )

**Cuadro 3. Análisis de respuesta animal a adición de Zn y Cr Orgánicos en lechonaje, Fase 25 a 72 días de edad**

Grupo	Cod.	N	Ganancia Diaria, Kg.		Consumo Alimentario, Kg.		Conversión Alimentaria	
			Media	±DS	Media	±DS	Media	±DS
Testigo	T-I	50	0,435	±0,060	0,992	±0,010	2,280	±0,070
Zn – met	T-II	50	0,495	±0,064	0,940	±0,014	1,880	±0,035
Cr – met	T-III	50	0,466	±0,057	0,965	±0,007	2,060	±0,007
Zn - met + Cr-met	T-IV	50	0,460	±0,053	0,957	±0,003	2,070	±0,091
<b>Promedio</b>		<b>50</b>	<b>0,464</b>		<b>0,964</b>		<b>2,073</b>	

No existe diferencia estadística significativa entre las medias ( $P > 0,05$ )

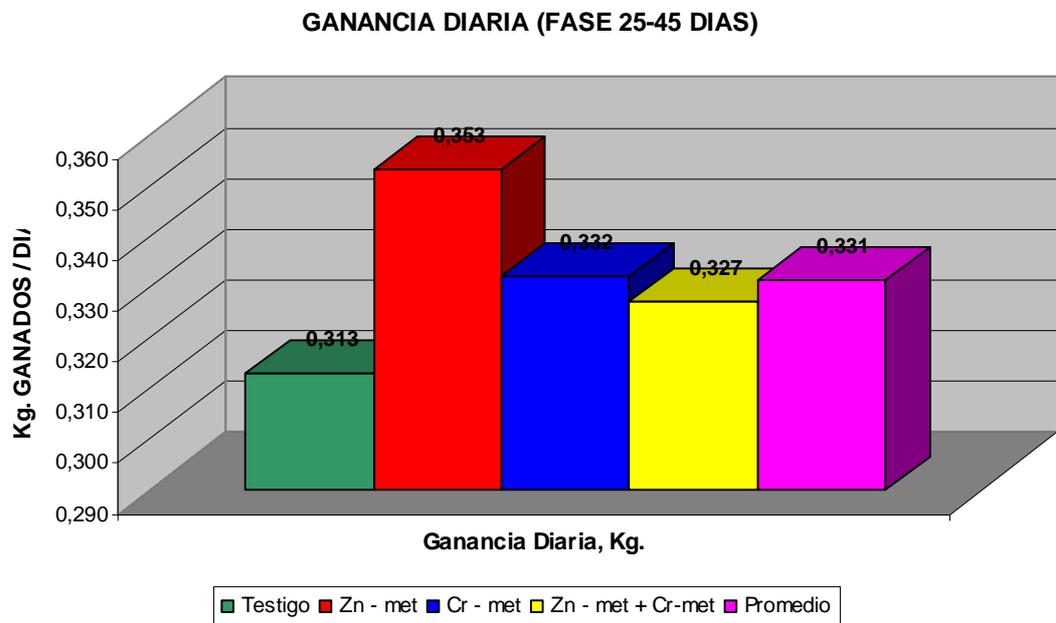
### 5.1.1 Ganancia diaria (GD)

Los lechones destetados y seleccionados al azar fueron agrupados en lotes o repeticiones (2) de 25 animales cada uno pesando como promedio general  $6,5 \pm 0,2$  y agrupados en tratamientos como sigue T-1 (Testigo), T-2 , recibiendo una suplementación de 400 g de Zn-Met. , T-3, recibiendo 200g/TM de Cr-Met. y T-4, suplementados con ambas fuentes orgánicas.

En los cuadros 1, 2 y 3 se ilustra las respuestas ganancia diaria (GD), Consumo alimentario y Conversión alimentaria. Al respecto, este análisis se realizó considerando dos fases pos destete (25 días de edad), la fase inicial comprendida desde el destete hasta los 12 kilos o hasta los 46 días de edad y la fase de crecimiento 1, desde 14 kilos hasta los 30 correspondiente a los 72 días de edad. Por ello la respuesta GD se analizara considerando ambas fases y el periodo total, es decir desde los 25 días hasta los 72 días de edad.

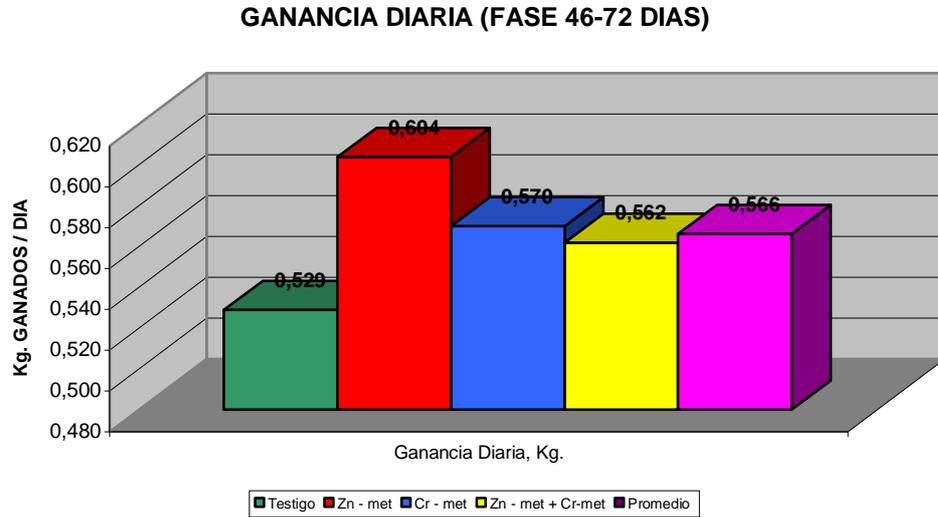
Para la fase inicial se observó un promedio general de GD de 0,331Kg. donde el grupo recibiendo el Zn.met (T-2) demostró mejor respuesta ( $0,353 \pm 0,051$ ) cuando se comparó con los otros grupos en estudio, El grupo T-4 conteniendo Cr-Met. Demostró una GD de  $0,332 \pm 0,041$  Kg no diferenciándose estadísticamente del T-2 ( $P > 0,05$ ), los grupos T-4 y testigo contenían los promedios más bajos diferenciándose ( $P < 0,05$ ) de los anteriormente descritos. De acuerdo a Miller, (1991) las respuestas de campo para crianzas comerciales permiten tener como referencia de GD para esta fase de 0,35 Kg. Las respuestas obtenidas considerando la referencia citada y para los cruzamientos empleados en la empresa, esta respuesta se enmarca en respuestas esperadas para la región.

**Figura 1.**



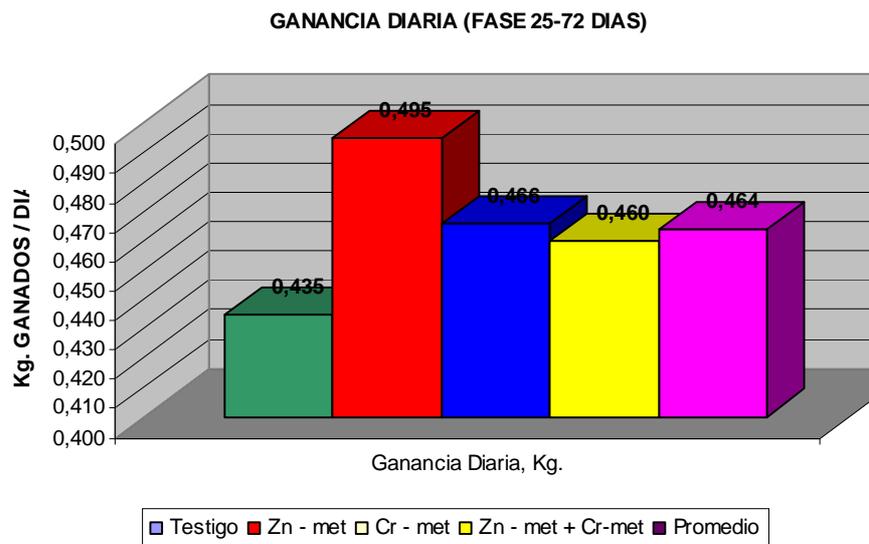
Para la fase de crecimiento 1 (cuadro 2) se observa un promedio general de GD de 0,566Kg. donde el grupo recibiendo el Zn.met (T-2) demostró al igual que en la fase anterior, mejor respuesta ( $0,604 \pm 0,051$ ) cuando se comparo con los otros grupos en estudio, El grupo T-4 conteniendo Cr-met demostró una GD de  $0,570 \pm 0,041$  Kg. no diferenciándose estadísticamente del T-2 ( $P > 0,05$ ), los grupos T4 y testigo contenían los promedios mas bajos diferenciándose ( $P < 0,05$ ) de los anteriormente descritos. Para Miller, (1991) la respuesta de campo para crianzas comerciales permiten tener como referencia de GD para esta fase de 0,500Kg. Las respuestas obtenidas considerando la referencia citada y para los cruzamientos empleados en la empresa, esta respuesta se enmarca en respuestas esperadas para la región.

**Figura 2.**



Cuando se procede a evaluar el periodo total de crianza, compuesto por ambas fases (Cuadro 3), el promedio general de la GD fue de 0,464Kg donde los promedios obtenidos por tratamientos fue como sigue: T-1 ( $0,435 \pm 0,06$ ), T-2 ( $0,495 \pm 0,064$ ), T-3 ( $0,466 \pm 0,057$ ) y T-4 ( $0,46 \pm 0,053$ ), los tratamientos 1 y 2, suplidos con Zn y Cr orgánicos demostraron las GD mas altas ( $P > 0,05$ ) seguidos por el T-3 que recibe ambos elementos y finalmente el grupo testigo demostrando la menor respuesta.

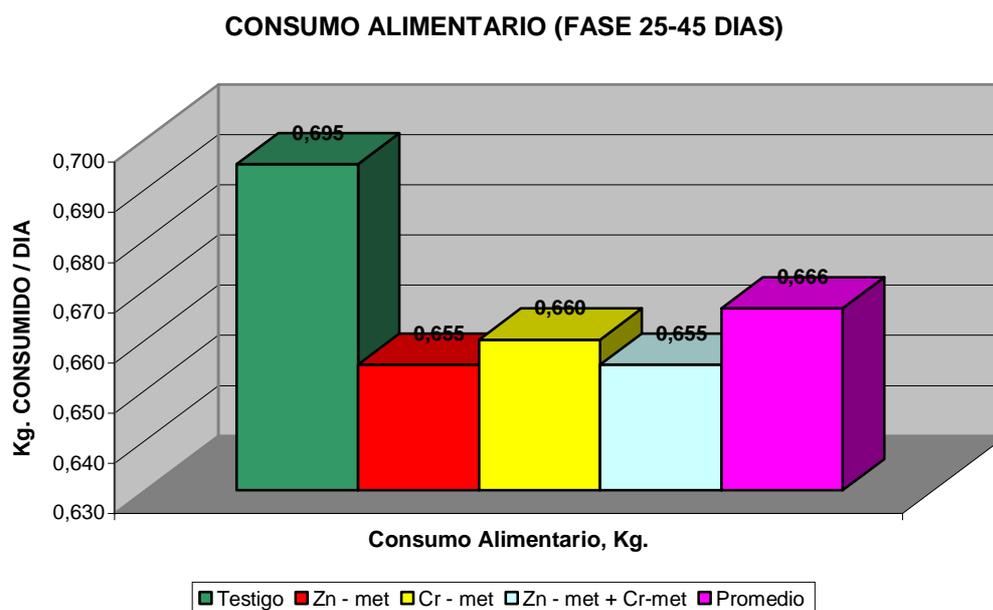
**Figura 3.**



### 5.1.2 Consumo alimentario (CoA)

Para la fase inicial se observó un promedio general de CoA de 0,666Kg donde el grupo recibiendo el Zn.met (T-2) demostró el consumo menor ( $0,655\pm 0,007$ ) cuando se comparó con los otros grupos en estudio, no diferenciándose de los T-3 y T-4 ( $P>0,05$ ) con consumos de  $0,66\pm 0,14$  y  $0,655\pm 0,007$ , respectivamente. El grupo Testigo fue el que demostró mayor consumo ( $P<0,05$ ) con una media de  $0,695\pm 0,007$ . De acuerdo a Miller, (1999) respuesta de campo para crías comerciales permiten tener como referencia de CoA para esta fase de 0,55 Kg. Las respuestas obtenidas considerando la referencia citada y para los cruzamientos empleados en la empresa, esta respuesta se enmarca en respuestas esperadas para la región.

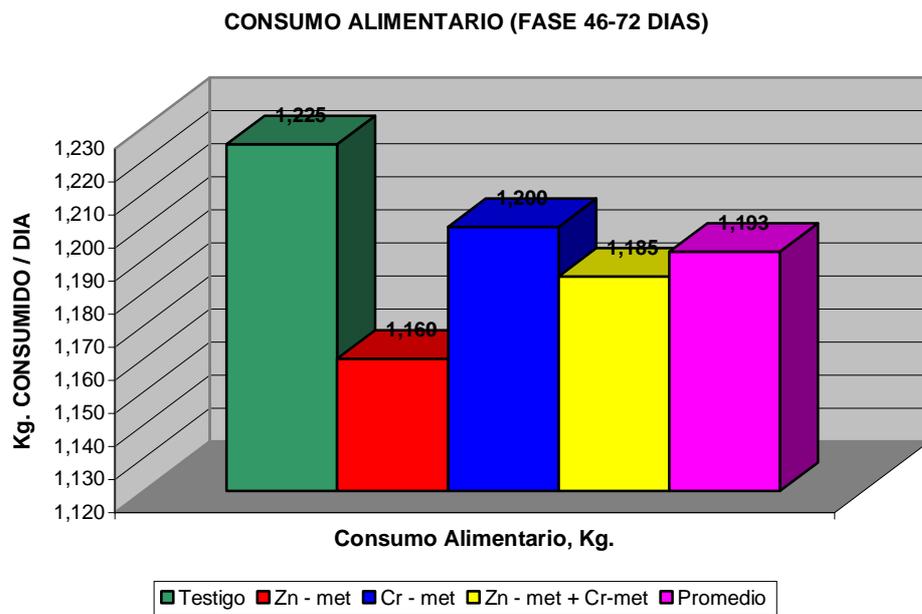
Figura 4.



Para la fase de crecimiento 1 (Cuadro 2) se observa un promedio general de CoA de 1,193Kg. Cuando se analiza la conducta por grupos, si bien se observan diferencias entre ellos ( $P<0,05$ ) el rango de consumo se encontró entre 1,16 y 1,25 kg/d donde el T2 demostró el menor consumo sin diferenciarse del T-4. Fue el grupo Testigo el que al igual que en la fase inicial demostró el mayor consumo ( $1,225\pm 0,007$  Kg) Para

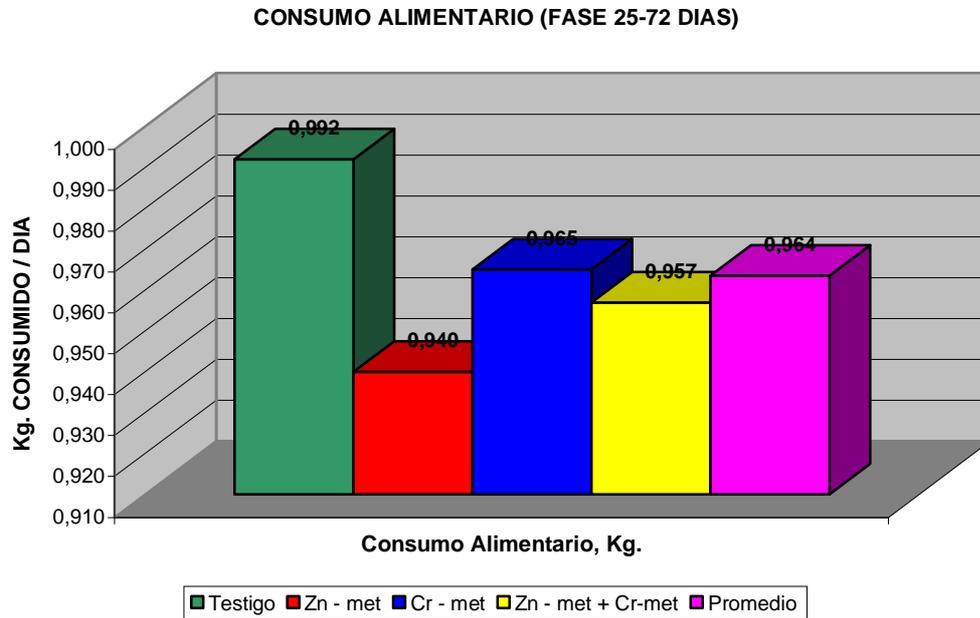
Miller, (1999) la respuesta de campo para cranzas comerciales permiten tener como referencia de GD para esta fase de 0,900 Kg. Las respuestas obtenidas considerando la referencia citada y para los cruzamientos empleados en la empresa, esta respuesta se enmarca en respuestas esperadas para la región.

**Figura 5.**



Cuando se procede a evaluar el periodo total de crianza, compuesto por ambas fases (Cuadro 3), el promedio general de la CoA fue de Kg donde los promedios obtenidos por tratamientos fue como sigue: T-1 ( $0,992 \pm 0,01$ ), T-2 ( $0,94 \pm 0,014$ ), T-3 ( $0,965 \pm 0,007$ ) y T-4 ( $0,957 \pm 0,003$ ). El grupo recibiendo la suplementación con Zn-Met. demostró el menor consumo, mientras que el testigo el mayor ( $P < 0,05$ ) los grupos 3 y 4 reportaron consumos intermedios sin diferenciarse de ambos T-1 y T-2 ( $P > 0,05$ ).

**Figura 6.**



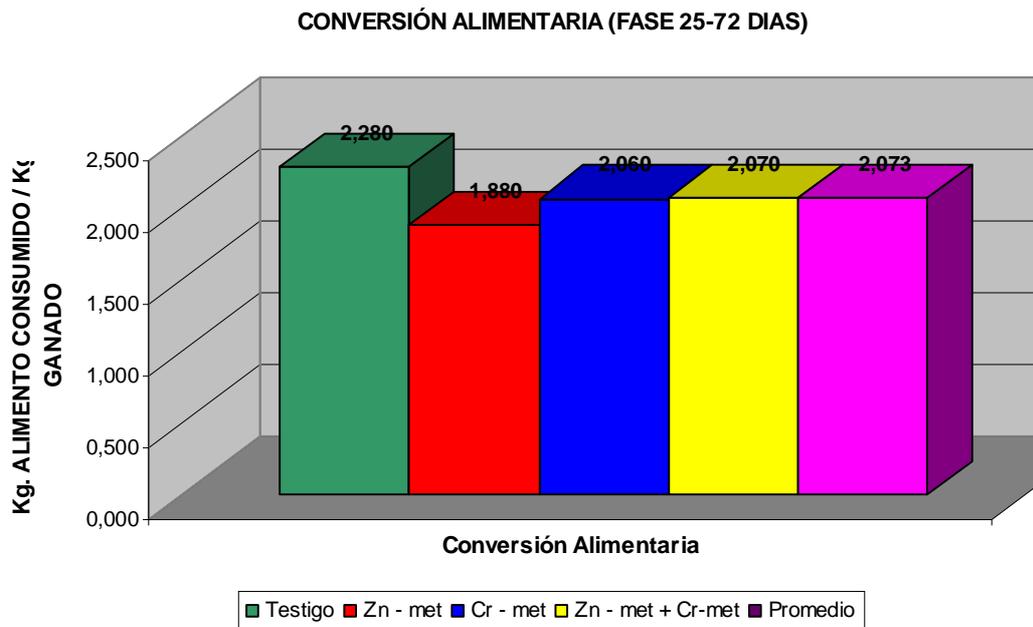
### **5.1.3 Conversión alimentaría (CA)**

Como resultante de la relación Kg. Alimento Vs. Kg. ganancia diaria, correspondiente al calculo de este índice zootécnico y al análisis de las dos fases de crianza sometidas al estudio así como el análisis conjunto de ambas fases se observa un mismo patrón de respuesta, observándose diferencias ( $P < 0,05$ ) entre grupos o tratamientos, donde el grupo testigo fue el menos eficiente, el grupo recibiendo la suplementación con Zn-Met el más eficiente mientras que los grupos Cr-Met. y la adición de ambos minerales demostraron respuestas intermedias.

Por lo observado el autor se remite a analizar el periodo completo, es decir desde el destete a los 72 días de edad. Al respecto, se observa en orden creciente como sigue: T-1 (testigo):  $2,28 \pm 0,07$ , T-4 (Zn+Cr):  $2,08 \pm 0,09$ , T-3 (Cr):  $2,07 \pm 0,007$  y T-2(Zn) con la mejor conversión,  $1,88 \pm 0,035$ . Los grupos T-1 y T-2 difieren entre sí ( $P < 0,05$ ) mientras que los grupos T-3 y T-4 si bien no difieren entre sí ( $P > 0,0\%$ ) tampoco lo hacen de la media observadas para los extremos.

Al análisis general de las tres respuestas estudiadas se observa la clara tendencia de un mejor beneficio con la suplementación con el Zn-met, seguido por la suplementación de Cr-Met. aunque esta no difiere estadísticamente del grupo testigo. Lo resaltante en este trabajo es que la suplementación de ambos elementos si bien reportó mejor respuesta que el testigo no constituyó la mejor respuesta, como era de esperarse. No es posible abstraerse de la condición del estudio, es decir el carácter de análisis en situación de “campo” donde solo se emplearon dos repeticiones por grupo a tratamiento sometido a análisis, es probable se requiera de futuros trabajos de campo sobre la propuesta considerando mayor numero de repeticiones.

**Figura 7.**



Por otro lado y referente al Cr, es ya reconocido el beneficio de su empleo como aditivo en dietas para cerdos, sobre todo, en animales con fines comerciales de mayor edad y reproductores, demostrándose, a su uso, una mayor eficiencia en el uso de la oferta energética permitiendo mejores respuestas en la calidad de la canal e índices reproductivos como numero de lechones por camada y peso al destete.

#### **5.1.4 ANÁLISIS ECONÓMICO.**

Para Silvestre, (1996) el análisis económico debe ser una alternativa cuya consideración para una producción o un lote de crianza y que signifique incremento en sus ingresos o en su costo. En consecuencia, como resultado del análisis económico bajo esta recomendación se obtuvo lo siguiente:

En el Cuadro 4 “a y b” se ilustran los distintos componentes incluidos para el análisis al cual se adiciona la información que los precios y la adición de los minerales orgánicos fueron de 5,27\$/Kg. de Zn-met y 4,29\$/Kg. de Cr-met, la adición fue de 400 y 200 g, respectivamente.

Se observó un retorno neto favorable para los tres grupos o tratamientos en relación al testigo, siendo esta tasa (%) en orden decreciente para Zn-met, Cr-met y Zn-met+Cr-met.

En ambas fases de crianza, por ello se analiza a continuación la eficiencia para el periodo total es decir de ambas fases; al respecto, considerando al testigo como “cero retorno” para el grupo T-2, suplementado con Zn-Met el retorno neto fue de 16,07% mientras que para los grupos Cr-met y Zn-Met+Cr-met fueron de 9,02 y 7,04%. Los resultados obtenidos son favorables a la decisión de suplementar con minerales orgánicos Zn y Cr en la fase de crianza comprendida entre los 7 a 30 Kg. de pv.

**Cuadro 4.**

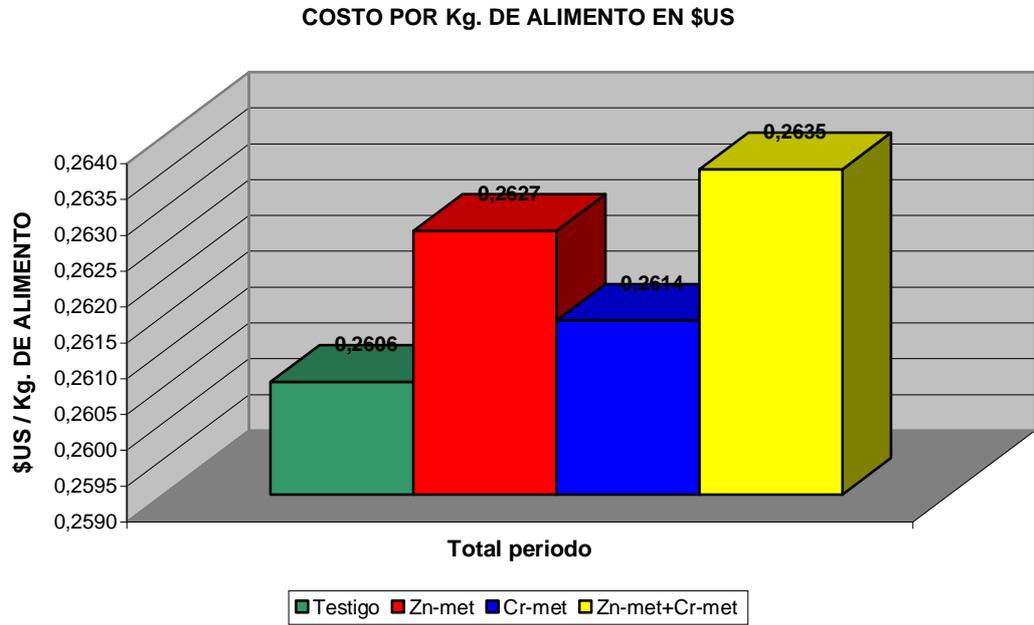
**a) Relación económica por efecto de suplementación con Zn y Cr orgánicos**

Ración para la fase	Testigo	Zn-met		Cr-met		Zn-met+Cr-met	
	\$/T	\$/T	Costo adicional %	\$/T	Costo adicional, %	\$/T	Costo adicional %
<b>Inicial</b>	386,00	388,11	0,55	386,86	0,22	388,97	0,77
<b>Crecimiento I</b>	164,00	166,11	1,29	164,86	0,52	166,97	1,81
<b>Total periodo</b>	260,57	262,68	0,81	261,43	0,33	263,54	1,14

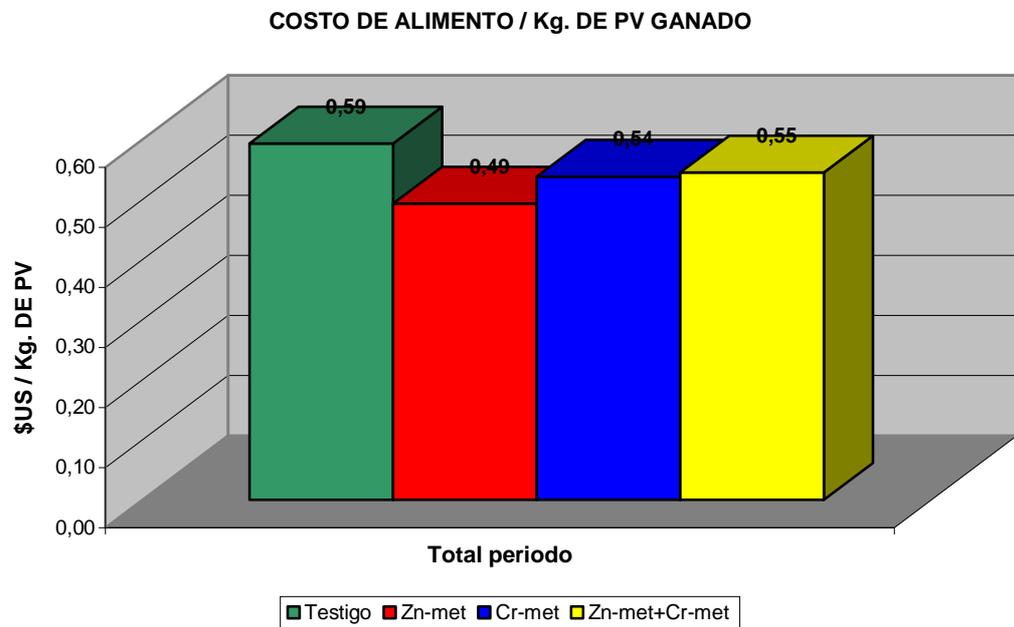
**b) Análisis económico por efecto de adición con Zn y Cr orgánicos**

Ración para la fase	Variables	Testigo	Zn-met	Cr-met	Zn-met + Cr-met
<b>Inicial</b>	<i>Conversión</i>	2,21	1,85	1,98	1,99
	<i>\$/Kg., alimento</i>	0,39	0,39	0,39	0,39
	<i>\$ alim./Kg ganado</i>	0,85	0,72	0,77	0,77
	<i>Diferencia, %</i>	100,00	84,17	89,79	90,74
	<i>Retorno bruto, %</i>		15,83	10,21	9,26
	<i>Retorno neto, %</i>		15,29	9,99	8,49
<b>Crecimiento I</b>	<i>Conversión</i>	2,31	1,92	2,10	2,12
	<i>\$/Kg., alimento</i>	0,16	0,17	0,16	0,17
	<i>\$ alim./Kg. ganado</i>	0,38	0,32	0,35	0,35
	<i>Diferencia, %</i>	100,00	84,19	91,38	93,43
	<i>Retorno bruto, %</i>		15,81	8,62	6,57
	<i>Retorno neto, %</i>		14,53	8,09	4,76
<b>Total periodo</b>	<i>Conversión</i>	2,28	1,88	2,06	2,07
	<i>\$/Kg., alimento</i>	0,26	0,26	0,26	0,26
	<i>\$ alim./Kg. ganado</i>	0,59	0,49	0,54	0,55
	<i>Diferencia, %</i>	100,00	83,12	90,65	91,82
	<i>Retorno bruto, %</i>	0	16,88	9,35	8,18
	<i>Retorno neto, %</i>	0	16,07	9,02	7,04

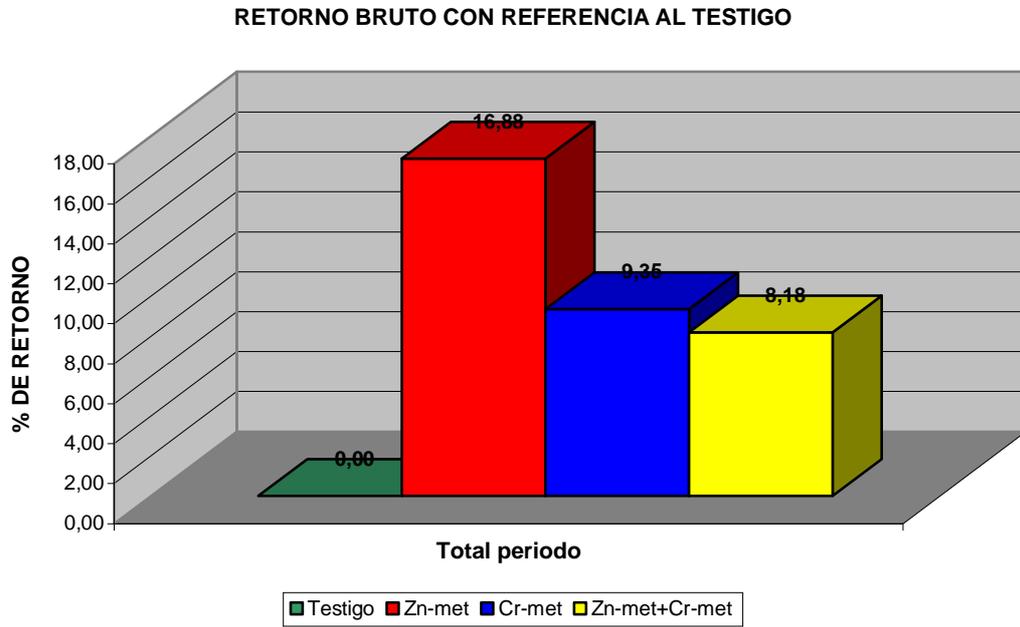
**Figura 8.**



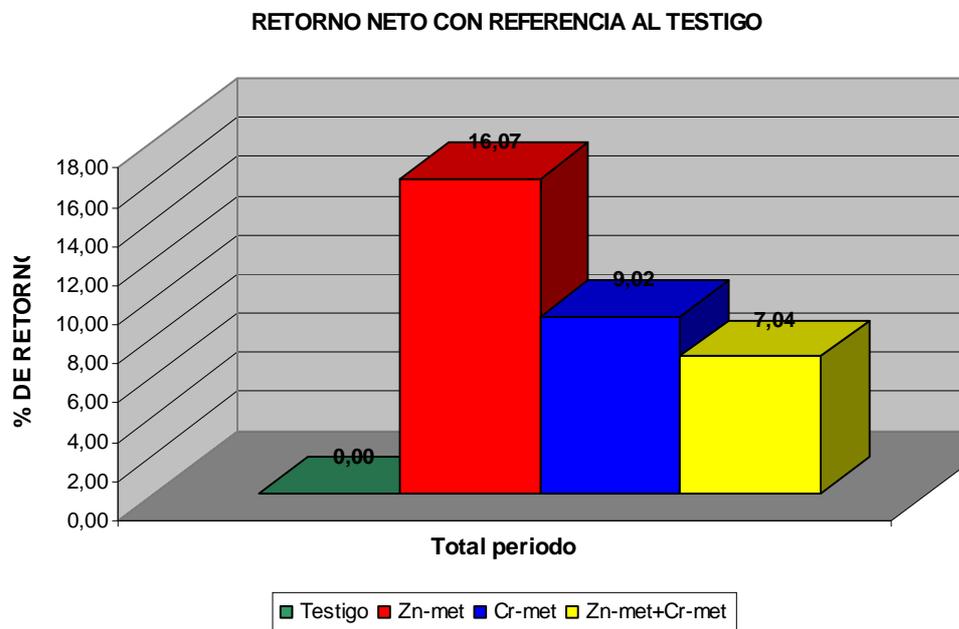
**Figura 9.**



**Figura 10.**



**Figura 11.**



## VI. CONCLUSION

En base a los resultados obtenidos referente a la adición de Zn y Cr orgánicos en dietas para las fases inicial y crecimiento de lechonaje y al análisis de ganancia diaria, consumo voluntario y Conversión alimentaría es posible concluir que:

- Existe un efecto nutricional favorable.
- Económicamente ante la suplementación con estas fuentes minerales se observó la factibilidad para su utilización de forma estandarizada.
- Los cerdos alimentados con la adición de estos minerales son menos vulnerables a las enfermedades comunes.
- El efecto estrés tiene menos efecto de presentación en los animales utilizando la adición de los minerales Zinc y Cromo Orgánicos.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- A. C. A. 1999.** Asociación de Cooperativas Argentinas División Nutrición Animal. Boletín Técnico N' 29. Buenos Aires - Argentina.
- BLAS, B. C. ; GONZALEZ, M. G. y ARGAMENTERIA, A. 1987.** Nutrición y alimentación del ganado. Primera Edición. Editorial Mundi-prensa. Madrid España. pp. 141, 161-162; 337.
- CARLSON, S. M. 2001.** Un tiempo para respuestas – 11a Ronda Latinoamericana de Alltech. pp. 39 - 46.
- CLOSE, H. W. 2000.** El futuro del alimento – 10a Ronda Latinoamericana de Conferencias de Alltech. pp. 91 - 103.
- CORDECRUZ. 1994.** Dirección departamental de estadística de 1988, Corporación departamental de desarrollo de Santa Cruz "Provincia Sara". Santa Cruz Bolivia. pp. 36-38.
- EMBRAPA. 1999.** Criacao Animal, In Boletín técnico N' 29 Asociación de Cooperativas Argentinas (A. C. A.) Buenos Aires - Argentina.
- EQUIPO DE EXPERTOS 2100. 1992.** La Explotación avanzada de los cerdos. 1a Edición. Editorial De Vecchi. Barcelona - España. pp. 14-17; 25, 49.
- FLORES, J. A. M. 1987.** Ganado Porcino, Cría, explotación, enfermedades e Industrialización. Cuarta Edición. Vol. 1. Editorial Limusa, S. A. México - D. F. pp. 27 - 490.
- HACKENHAAR, L. A. 2001.** Suinocultura na virada do milenio. *In* <http://www.porkworld.com/milenlo.html>

- MAJAN, D. 1997.** Avances recientes en la nutrición mineral porcina. In Memoria. 1er. Congreso Nacional de Porcicultura. Asociación peruana de porcicultores Lima - Perú. pp. 115 – 119.
- MARIN-GUZMAN, J., D. C. y col., 1997.** Effects of dietary selenium and vitamin E on boar performance and tissue responses, semen quality and subsequent fertilization rates in mature sows. *J. Anim. Sci* (In press).
- MAYNARD, L. A. B., LOOSLI, J. K., HINTZ, H. F. Y WARNER, G. R. 1978.** Nutrición Animal. Traducido por Ortega, A. S. de la Séptima Edición. Editorial McGRAW-HILL, México D. F.-México. pp. 49 - 60.
- MILLER, et al, 1991.** Requerimiento nutricional de cerdos comerciales en las fases "desarrollo - acabado" citado por Peducassé, C. A. (2000), *In* Nutrición animal - Texto guía "Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia". Santa Cruz -Bolivia. pp. 9 8
- MORRISON, B. F. 1985.** Alimentos y alimentación del Ganado. Tomo II. 3ra Edición. Editorial Hispano Americana, S. A. México D. F. - México. PP. 1061,
- PENZ, J. A. M. 2001.** A água na produção de suínos. In [http://www.porkworld.com.br/atualidades/tr\\_agua.html](http://www.porkworld.com.br/atualidades/tr_agua.html)
- PIC MÉXICO, 2001.** Visión Técnica, Impacto de las variables que determinan el desarrollo magro del cerdo. *In* [www.porcicultura.com.mx/articulos/visiontec/variables1](http://www.porcicultura.com.mx/articulos/visiontec/variables1).
- PINHEIRO, M. L. C. 1973.** Los cerdos. 1a Edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires - Argentina. pp. 20; 393, 395, 445 - 446.

- POULSEN, H. D. and T. LARSEN. 1995.** Zinc excretion and retention in growing pigs fed increasing levels of zinc oxide. *Livestock Prod. Sci.* 43: 235 - 241
- PORCICULTORES DE JALISCO. 2001.** El cerdo el mejor amigo del hombre. *In* XVIII Congreso de porcicultores de la ciudad de Jalisco - México, extractada de <http://www.porcicultoresdejalisco.com/xvlllcongreso.htm>
- PORKWORLD, 2002.** Sistemas de alimentación para Suínos em crescimento - terminação. *In* <http://www.porkworld.com.br/producao/tipos-de-racao.html>.
- ROPPA, L. 2001.** Aspectos gerais do crescimento do suínos *In* <http://www.porkworld.com.br/atualidadeslhtm>
- WESTERLAKEN, U. 1996.** Desempeño de la producción de suínos en Holanda desde 1970 - 1995. *In* <http://www.porkworld.com.br/atualidades.htm>
- WHITTEMORE, C. 1993.** Ciencia y práctica de la producción porcina. 1ra Edición. Editorial Acribia. SA. Zaragoza – España. pp. 150-155.
- SAHÚN, R. 1997.** Fuentes Proteicas de Tercera Generación; para cerdos Proteína Ideal Resultados Recientes en México. Memoria del Primer Congreso Nacional de Asociación Peruana de Porcicultores Lima- Perú. pp. 205 - 212.
- SILESTRE, M. J. 1996.** Fundamentos de economía. Segunda Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana editores. México DF – México. pp. 254 - 256
- TOSKANO, H. J. S. 1999.** Efecto de la Suplentación de Picolinato de Cromo sobre el Rendimiento de las Cerdas Reproductoras. Tesis de Grado. Santa Cruz, Bolivia. U.A.G.R.M. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnia. pp. 10 - 11.

- WANG, Z. 1995.** Influence of supplemental chromium picolinate on nitrogen balance, dry matter digestibility and leanness in growing-finishing pigs. M: S. thesis. Virginia Polytechnic Institute & State University.
- WENK, C. 1994.** Organic chromium in growing pigs: observations following a year of use and and research in Switzerland. In: Proc. Alltech's Tenth Ann. Symp. T.P. Lyons and K.A. Jacques (Eds). Nottingham University Press, Loughborough, pp. 301 - 308.
- ZINPRO, 1998.** Technical Bulletin. Effects of MiCroPlex on Glucose Metabolism of Swine: Trial N° 1. In [www.zinpro.com/technical bulletin](http://www.zinpro.com/technical_bulletin).
- ZINPRO, 1998.** Technical Bulletin. Effects of MiCroPlex on Glucose Metabolism of Swine: Trial N° 2. In [www.zinpro.com/technical bulletin](http://www.zinpro.com/technical_bulletin).
- ZINPRO, 1998.** Technical Bulletin. Effects of MiCroPlex on Glucose Metabolism of Swine: Trial N° 3. In [www.zinpro.com/technical bulletin](http://www.zinpro.com/technical_bulletin).
- ZINPRO, 2001.** Technical Bulletin. Chromium-L-methionine-fed Sows. Produced More, Heavier Piglets in México Trial. In [www.zinpro.com/technical bulletin](http://www.zinpro.com/technical_bulletin).

# **VIII. ANEXOS**

**ANEXO 1.**

**Tabla 5. REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DE CERDOS COMERCIALES EN LAS FASES “DESARROLLO – ACABADO”**

<b>Fracción / Nutriente</b>	<b>Inicio</b>	<b>Crecimiento</b>
EM, Mcal, Kg.	3,2	3,25
PB. %	20	18
Arginina, %	0,5	0,4
Histidina	0,31	0,25
Leucina	0,85	0,7
Lisina, %	1.15	0,95
Metionina + Cistina, %	0,58	0,48
Fenilalanina + tirosina, %	0,94	0,77
Treonina	0,68	0,56
Triptófano	0,17	0,14
Valina, %	0,68	0,56
Ácido linoléico %	0,1	0,1
Calcio, %	0,8	0,7
Cloro, %	0,08	0,08
Magnesio, %	0,04	0,04
Fósforo Disponible, %	0,4	0,32
Potasio, %	0,28	0,26
Sodio, %	0,1	0,1
Cobre, ppm	6	5
Yodo, ppm	0,14	0,14
Hierro, ppm	100	80
Manganeso, ppm	4	3
Selenio, ppm	0,3	0,25
Zinc, ppm	100	80
Vitamina A, UI/Kg.	2200	1750
Vitamina D, UCU/Kg.	220	200
Vitamina E, U1/Kg.	16	11
Vitamina K, mg/Kg.	0,5	0,5
Vitamina B12, mg/Kg.	0,02	0,02
Biotina, mg/Kg.	0,05	0,05
Colina, mg/Kg.	500	400
Ácido Fólico, mg/Kg.	0,3	0,3
Niacina, mg/Kg.	15	12,5
Ácido pantoténico, mg/Kg.	10	9
Piridoxína, mg/Kg.	1,5	1,5
Ríboflavina, mg/Kg.	3,5	3
Tiamina, mg/Kg.	1	1

**Fuente: (Miller, et al, 1991)**

## ANEXO 2

### COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS

Ingredientes	\$/US/Kg.	FASE INICIAL (25-45días)			
		T - I	T - II	T - III	T - IV
Azucar	0,45	3,00	3,00	3,00	3,00
Colina, Cl, 60%	1,40	0,03	0,03	0,03	0,03
Conchilla	0,03	1,30	1,30	1,30	1,30
Cromo, Orgánico	4,29			0,02	0,02
Curitox plus	2,00	0,20	0,20	0,20	0,20
Fosfato bi-cálcico	0,53	1,23	1,23	1,23	1,23
Potenciador Lacteo, Vtqm	1,50	15,06	15,06	15,06	15,06
Metionina, DL	3,90	0,12	0,12	0,12	0,12
Intedox	4,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Maíz, grano	0,11	41,29	41,29	41,29	41,29
Mineral cerdos	1,40	0,11	0,11	0,11	0,11
Nutron 130	7,40	0,11	0,11	0,11	0,11
Sal común	0,03	0,46	0,46	0,46	0,46
Soya Integral	0,21	30,55	30,55	30,55	30,55
Trigo, Afrecho	0,08	6,27	6,27	6,27	6,27
Zinc Oxido	2,40	0,25	0,25	0,25	0,25
Zinc, Orgánico	5,27		0,04		0,04
<b>TOTAL</b>		99,99	100,03	100,01	100,05
<b>PRECIO Kg. \$US</b>		<b>0,386</b>	<b>0,388</b>	<b>0,387</b>	<b>0,389</b>

### *Composición Estimada*

Nutrientes	Unidad	T - I	T - II	T - III	T - IV
EM, Cerdos	Cal/Kg	3.391.844	3.391.844	3.391.844	3.391.844
Proteína Bruta	%	21,67	21,67	21,67	21,67
Fibra Bruta	%	3,613	3,613	3,613	3,613
Extracto etéreo	%	7,752	7,752	7,752	7,752
Lactosa	%	3,463	3,463	3,463	3,463
Calcio	%	0,805	0,805	0,805	0,805
Fósforo útil	%	0,452	0,452	0,452	0,452
Sodio,	%	0,2	0,2	0,2	0,2
Lisina	%	1,257	1,257	1,257	1,257
Metionina + Cistina	%	0,802	0,802	0,802	0,802

### ANEXO 3

#### COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS

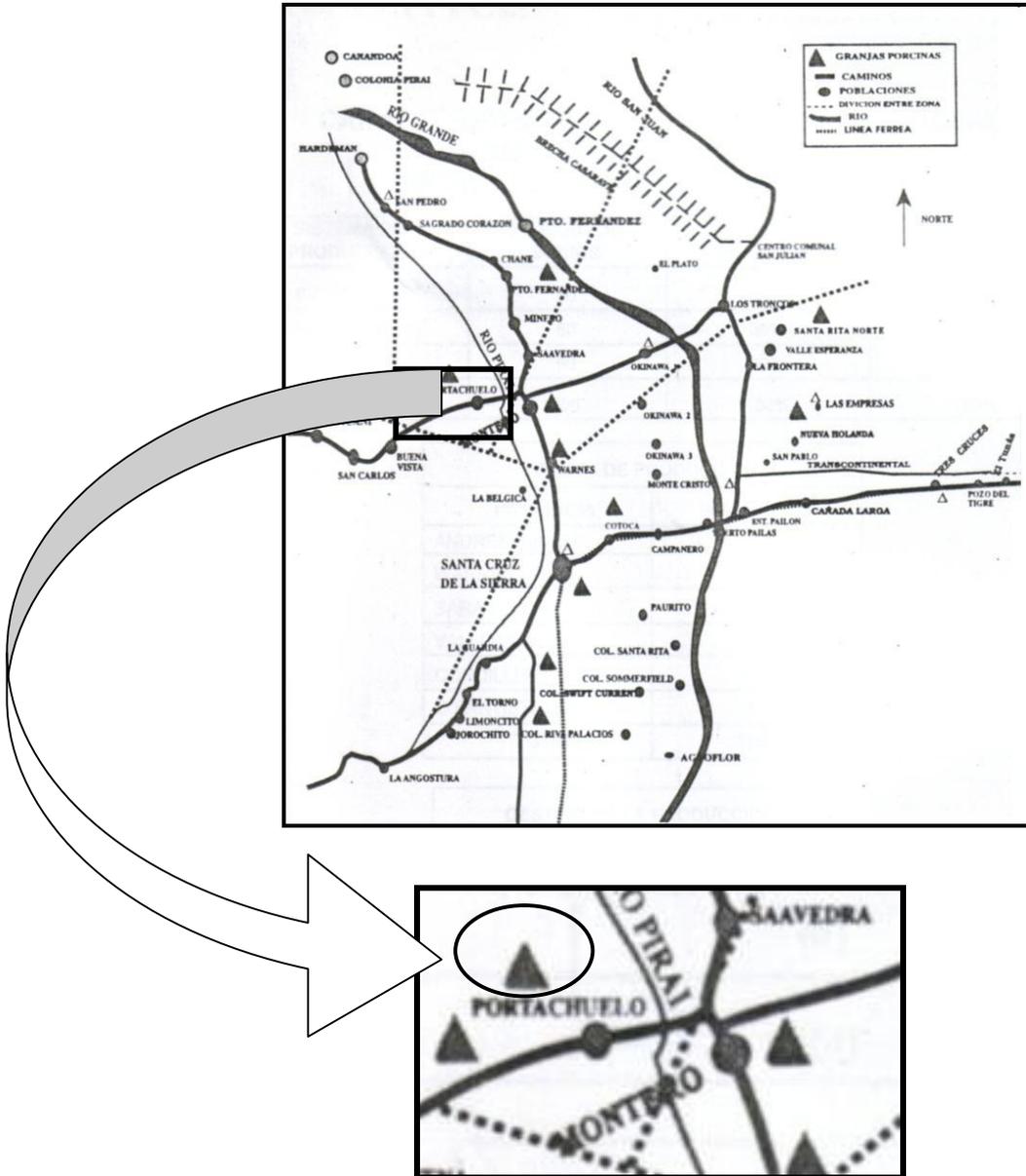
Ingredientes	\$/US/Kg.	FASE CRECIMIENTO (46-72días)			
		T - I	T - II	T - III	T - IV
Byolis 65	1,82	0,04	0,04	0,04	0,04
Caña, Melaza	0,08	4,00	4,00	4,00	4,00
Colina, Cl, 60%	1,40	0,03	0,03	0,03	0,03
Conchilla	0,03	1,80	1,80	1,80	1,80
Cromo, Orgánico	4,29			0,02	0,02
Curitox plus	2,00	0,20	0,20	0,20	0,20
Fosfato bi-cálcico	0,53	1,20	1,20	1,20	1,20
Furazolidona	9,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Girasol, Harina, 42% PB	0,13	1,45	1,45	1,45	1,45
Intedox	4,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Maíz, grano	0,11	44,77	44,77	44,77	44,77
Mineral cerdos	1,40	0,11	0,11	0,11	0,11
Nutron 130	7,40	0,11	0,11	0,11	0,11
Sal común	0,03	0,41	0,41	0,41	0,41
Soya Integral	0,21	37,85	37,85	37,85	37,85
Trigo, Afrecho	0,08	8,00	8,00	8,00	8,00
Zinc Oxido	2,40	0,02	0,02	0,02	0,02
Zinc, Orgánico	5,27		0,04		0,04
<b>TOTAL</b>		<b>100,00</b>	<b>100,04</b>	<b>100,02</b>	<b>100,06</b>
<b>PRECIO Kg. \$US</b>		<b>0,164</b>	<b>0,166</b>	<b>0,165</b>	<b>0,167</b>

#### *Composición Estimada*

Nutrientes	Unidad	T - I	T - II	T - III	T - IV
EM, Cerdos	Cal/Kg	3.365.452	3.365.452	3.365.452	3.365.452
Proteína Bruta	%	19,84	19,84	19,84	19,84
Fibra Bruta	%	4,185	4,185	4,185	4,185
Extracto etéreo	%	9,269	9,269	9,269	9,269
Calcio	%	0,875	0,875	0,875	0,875
Fósforo útil	%	0,362	0,362	0,362	0,362
Sodio,	%	0,184	0,184	0,184	0,184
Lisina	%	1,111	1,111	1,111	1,111
Metionina + Cistina	%	2,966	2,966	2,966	2,966

## ANEXO 4

### SANTA CRUZ: MAPA DE ZONAS DE PRODUCCIÓN DE CARNE PORCINA



Granja porcina Los Motacuses (Portachuelo Prov. Sara)

Elaboración: C.A.O. (citado por ADEPOR)