

# **UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**Efecto de la Suplementación en la dieta cromo sobre la productividad general y características de la canal en cerdos durante la etapa de engorda.**

**TESIS**

**POR**

**OMAR ANGEL CHAVEZ.**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREON, COAHUILA; MEXICO.**

**DICIEMBRE 2010**

# UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**Efecto de la Suplementación en la dieta cromo sobre la productividad general y características de la canal en cerdos durante la etapa de engorda.**

**TESIS**

**POR**

**OMAR ANGEL CHAVEZ.**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**MVZ. SILVESTRE MORENO AVALOS**

ASESOR PRINCIPAL:

**MVZ. CARLOS RAUL RASCÓN DIAZ.**

ASESOR

TORREON, COAHUILA; MEXICO.

DICIEMBRE 2010

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**Efecto de la Suplementación en la dieta como sobre la productividad  
general y características de la canal en cerdos durante la etapa de  
engorda.**

**TESIS**

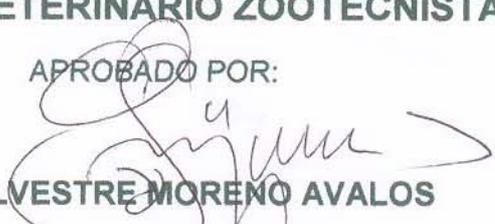
**POR**

**OMAR ANGEL CHAVEZ.**

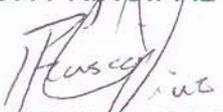
**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**APROBADO POR:**

  
**MVZ. SILVESTRE MORENO AVALOS**

**ASESOR PRINCIPAL**

  
**MVZ. CARLOS RAUL RASCON DIAZ**

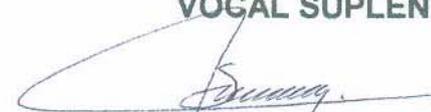
**ASESOR**

  
**MC. DAVID VILLARREAL REYES**

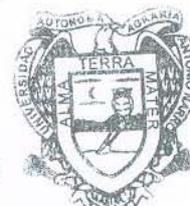
**ASESOR**

  
**MVZ.- RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO**

**VOGAL SUPLENTE.**

  
**MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO**

**COORDINADOR DE LA DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**Efecto de la Suplementación en la dieta como sobre la productividad general y características de la canal en cerdos durante la etapa de engorda.**

**TESIS**

**POR**

**OMAR ANGEL CHAVEZ.**

**QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

APROBADO POR:

*[Signature]*  
**MVZ. SILVESTRE MORENO AVALOS**

**ASESOR PRINCIPAL**

*[Signature]*  
**MVZ. CARLOS RAUL RASCON DIAZ**

**ASESOR**

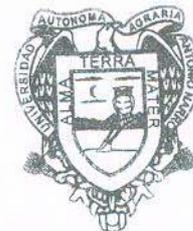
*[Signature]*  
**MC. DAVID VILLARREAL REYES**

**ASESOR**

*[Signature]*  
**MVZ.- RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO**

**VOCAL SUPLENTE**

*[Signature]*  
**MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO**



**COORDINADOR DE LA DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal**

## DEDICATORIAS

A MIS PADRES y ABUELOS:

**BLANCA ESTELA CHAVEZ HERNANDEZ** POR HABER REALIZADO TANTOS ESFUERZOS Y SACRIFICIOS PARA PODER REALIZAR EL SUEÑO DE TODA PERSONA EL SER PROFESIONISTA.

**INOCENTE CHAVEZ RAMIREZ Y CIRA HERNANDEZ (+)** POR TODOS LOS SACRIFICIOS QUE REALIZARON DURANTE TODA MI ETAPA DENTRO DE LA UNIVERSIDAD.

A TODA MI FAMILIA EN GRAL:

A MI ALMA TERRA MATER:

POR HABERME COBIJADO DURANTE LOS 5 AÑOS DE LA CARRERA.

A MIS MAESTROS EN GRAL:

POR TODOS LOS CONOCIMIENTOS QUE ME BRINDARON DURANTE MI ESTANCIA DENTRO DE LA UNIVERSIDAD.

## **AGRADECIMIENTOS**

A TODOS LOS PROFESORES QUE A LO LARGO DE MI ESTANCIA EN LA UNIVERSIDAD AYUDARON A MI FORMACION COMO PROFESIONISTA, Y AUN MAS A AQUELLOS LOS QUE PUEDO LLAMAR “AMIGO”

A MIS ASESORES MVZ. SILVESTRE MORENO AVALOS Y MC. DAVID VILLAREAL REYES QUIENES ME ASESORARON EN LA ELAVORACION DE PROYECTO DE TESIS

A MI EQUIPO BUITRE DE FUTBOOL AMERICANO ENTRENADORES Y COMPAÑEROS CON LOS QUE CONVIVI GRAN PARTE DE MI ESTANCIA DENTRO DE LA UNIVERSIDAD ESPECIALMENTE AL COACH RAUL VALVERDE Y MVZ. DIONISIO IBARRA.

A TODOS MIS COMPAÑEROS CON LOS QUE PASE MOMENTOS BUENOS Y MALOS QUE GRACIAS A ELLOS CONSERVO AMISTADES Y MAS A AQUELLOS A LOS QUE LES PUEDO LLAMAR AMIGO ENTRE LOS QUE PUEDO MENCIONAR ( MVZ. PAULO CESAR NAVARRO ARGUMEDO, MVZ. ALFONSO FLORES COELLO, MVZ. EULOGIO SANCHEZ FLORES, MVZ. DORIS SARAHI BALBUENA GUERRERO, RAYMUNDO SANCHEZ FLORES Y AGUSTIN VAZQUEZ PONCE) Y A TODOS MIS COMPAÑEROS EN GRAL.

## RESUMEN

En los últimos años en la industria de los cerdos se ha ido siendo mas competitiva por lo cual los productores y dueños de granjas porcinas se han dado a la búsqueda de herramientas para tener un mayor beneficio en la producción de cerdos lo cual ha traído consigo la utilización de cromo en las dietas de los cerdos.

Recientemente se ha recomendado la utilización de diversas formas orgánicas (picolinato, nicotinato y ciertas levaduras), de fácil absorción para reducir el estrés de los animales, mejorar la infiltración de grasa del músculo, incrementar el porcentaje de magro y mejorar la fertilidad en cerdas

Entre los efectos positivos que se describen con la suplementación de cromo en estos períodos de estrés cabe destacar una disminución en la concentración de cortisol (Chang y Mowat, 1992), una mayor producción de anticuerpos y una mayor proliferación celular en estudios de blastogénesis.

**PALABRAS CLAVES:** CROMO, FACTOR DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA, CARNE MAGRA, CORTISOL Y BLASTOGENESIS.

## CONTENIDO

<b>DEDICATORIAS</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>II</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>III</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>IV</b>
<b>INDICE DE IMÁGENES</b>	<b>V</b>
<b>I.- INTRODUCCION DEL CROMO</b>	<b>1</b>
<b>1.1.- FACTORES DE TOLERANCIA ALA GLUCOSA.</b>	<b>4</b>
<b>1.2.- ACTIVIDAD BIOLOGICA Y METABOLISMO DEL CROMO</b>	<b>5</b>
<b>2.- OBJETIVO</b>	<b>7</b>
<b>3.- REVICION DE LITERATURA</b>	<b>8</b>
<b>3.- BIOCHROME ( CROMO )</b>	<b>8</b>
<b>3.1.- QUE ES EL COEFACTOR III</b>	<b>8</b>
<b>3.2.- COMO ACTUA</b>	<b>9</b>
<b>3.3.- QUE BENEFICIOS SE PUEDEN ESPERAR</b>	<b>9</b>
<b>3.4.- CARACTERISTICAS DEL BIOCHROME</b>	<b>11</b>
<b>4.- CROMO</b>	<b>12</b>
<b>5.- MATERIALES Y METODOS</b>	<b>20</b>
<b>5.1.- EXTENCION</b>	<b>21</b>

<b>5.2.- OROGRAFIA</b>	<b>21</b>
<b>5.3.- HIDROGRAFIA</b>	<b>21</b>
<b>5.4.- CLIMA</b>	<b>22</b>
<b>6.- PRINCIPALES ECOSISTEMAS</b>	<b>22</b>
<b>6.1.- FLORA</b>	<b>22</b>
<b>6.2.- FAUNA</b>	<b>22</b>
<b>7.- METODOS DE INVESTIGACION</b>	<b>24</b>
<b>8.- RESULTADOS</b>	<b>27</b>
<b>9.- COMENTARIOS FINALES</b>	<b>39</b>
<b>10.- REFERENCIAS BIBLOGRAFICAS.</b>	<b>40</b>

## **INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla1.Población</b>	<b>Económicamente</b>	<b>Activa</b>	<b>por</b>	<b>Sector</b>
<b>Pág. 26</b>				

## **INDICE DE IMÁGENES**

<b>Imagen No. 1</b>
---------------------

<b>PAG. 6</b>
---------------

# I.- INTRODUCCIÓN

## 1.- CROMO

El cromo es el elemento número 24 en cuanto a abundancia sobre la corteza terrestre, y su contenido promedio en el suelo es de alrededor de 100 mg/kg. Aunque éste existe en varios estados de oxidación, el cero, el trivalente y el hexavalente son los estados más importantes en el medio ambiente y los productos comerciales. Casi todo el cromo presente en la naturaleza está en la forma trivalente como  $\text{Cr}^{3+}$  y se le encuentra en la mayoría de los materiales biológicos, asociado fuertemente con proteínas, ácidos nucleicos y en una variedad de ligandos de baja masa molar (se han encontrado concentraciones muy altas en fracciones de nucleoproteínas). (Ana Alvarado-Gómez col., 2002)

Desde hace 45 años el cromo (Cr) ha sido considerado como un nutriente esencial en dietas para monogástricos pero se pensaba que los ingredientes naturales aportaban más de lo que el animal necesitaba. Por tanto, no había necesidad de aportes exógenos. El Cr forma parte del factor de tolerancia a la glucosa responsable de la sensibilidad de los tejidos a la insulina. Por tanto facilita la absorción y la utilización de la glucosa a nivel celular. (G.G. MATEOS col., 2004)

La función del cromo de mantener normal la tolerancia a la glucosa en ratas de laboratorio fue establecida desde 1959. Este descubrimiento se basó en observaciones en ratas alimentadas con dietas purificadas y que contenían todos los nutrientes esenciales conocidos hasta esa fecha. Durante esa investigación se identificó como agente activo al cromo trivalente, el cual en cantidades de microgramos y en la forma de ciertos complejos inorgánicos

prevenía y curaba el deterioro de la tolerancia a la glucosa en animales de laboratorio. Estos experimentos sugirieron que el cromo actuaba en el primer paso del metabolismo de los azúcares, en el transporte de las células donde la insulina también ejerce su acción primaria. (Ana Alvarado-Gómez col., 2002)

Recientemente se ha recomendado la utilización de diversas formas orgánicas (picolinato, nicotinato y ciertas levaduras), de fácil absorción para reducir el estrés de los animales, mejorar la infiltración de grasa del músculo, incrementar el porcentaje de magro y mejorar la fertilidad en cerdas (Moonsie-Shageer y Mowat, 1993; Kornegay *et al.*, 1997). (G.G. Mateos col., 1998)

La concentración de cromo (Cr) en los alimentos comúnmente utilizados en la alimentación de los cerdos (*Sus scrofa domesticus*), varía grandemente; además, el Cr inorgánico, es pobremente absorbido (0,4 a 3,0%) por los animales (Anderson 1987). Debido a esta situación se recomienda utilizar fuentes de Cr orgánico como una alternativa por su mayor biodisponibilidad del Cr (Anderson 1987). La importancia del cromo radica en la utilización de la glucosa y su impacto consecuente sobre la utilización de los azúcares de la dieta, sobre todo en los animales de rápido crecimiento o aquellos que se encuentran bajo un severo estrés fisiológico y físico, donde se incrementó la excreción del cromo en la orina del cerdo (Mavromichalis 1999). Además, Anderson *et al.* (1991), reportan que una rápida hiperglicemia, desequilibrio en la tolerancia a la glucosa, elevada circulación de insulina y glicosuria son síntomas de deficiencia de cromo. Se ha observado que la suplementación dietética con cromo parece ser beneficiosa en estas situaciones, así como el utilizar dietas de alto contenido energético (Lindemann *et al.* 1995). (Ramón García-Castillo col., 2006)

Entre los efectos positivos que se describen con la suplementación de cromo en estos períodos de estrés cabe destacar una disminución en la concentración

de cortisol (Chang y Mowat, 1992), una mayor producción de anticuerpos y una mayor proliferación celular en estudios de blastogénesis (Burton et al., 1993; Moonsie-Shageer y Mowat, 1993). Por otro lado, estos mismos autores obtienen resultados que contradicen los expuestos cuando los antígenos utilizados tenían un origen distinto. (F. J. Piquer Vidal 1995),

Un estrés crónico puede alterar los requisitos de los micronutrientes como el cromo. El exceso de glucosa, el consumo de dietas ricas en azúcares simples, la lactancia, diferentes infecciones, el trauma físico y el ejercicio agudo se consideran como un estrés que altera el metabolismo de cromo en humanos. Las pérdidas de cromo en la orina pueden utilizarse como una medida de la respuesta del organismo al estrés, ya que una vez que el cromo se moviliza como respuesta a ese estrés, no es reabsorbido por los riñones y se pierde en la orina. Por el contrario un estudio señaló que el suplemento de cromo en períodos de estado basal (sin estrés) no tuvo ningún efecto. (Ana Alvarado-Gómez col., 2002)

El interés en el cromo, más que por tener respuesta inmune, es por que trae como beneficio, un rápido crecimiento, aumento de peso, canales magras y además de afectar la tolerancia a glucosa, la sensibilidad a la insulina, o concentración de ácidos grasos no esterificados en plasma. Esta respuesta de eficacia metabólica se obtiene por su disponibilidad biológica (Kegley *et al.* 1999; Matthews *et al.* 2001; Southern y Payne 2003). La respuesta inmune de los cerdos, al incluir cromo orgánico en la dieta, puede mejorar la concentración de metabolitos en sangre. Situación no observada al utilizar cromo inorgánico. Por lo cual el (NRC) National Research Council (1988; 1998) no presentan un requerimiento de cromo en el cerdo pero establecen que el cromo orgánico es mejor absorbido que la forma inorgánica. Por lo que Shelton *et al.* (2003), sugieren que la suplementación de cromo puede tener efectos positivos en algunos aspectos en la calidad del cerdo. Esto conduce a pensar que la adición

de cromo es necesaria en las dietas de los animales. (Ramón García-Castillo col., 2006)

### 1.1.- El Factor de Tolerancia a la Glucosa

El factor de tolerancia a la glucosa (FTG) es un compuesto de cromo trivalente que se encuentra en forma natural en la levadura de cerveza. La estructura responsable de la actividad parece estar constituida por ácido nicotínico - cromo - ácido nicotínico enlazada a ligados de ácido glutámico, glicina y cisteína. Sus funciones son varias entre las que se consideran: el mejoramiento del deterioro de la tolerancia intravenosa a la glucosa in vivo, el incremento del metabolismo de la glucosa en las levaduras, y el efecto de potencializar la acción de la insulina sobre el metabolismo de la glucosa en tejidos grasos de ratas de laboratorio. Hay evidencia de estudios *in vitro* y con animales de que el cromo debe estar unido a ciertos ligados para ser completamente activo, tales como ácido nicotínico, la glutatona y otros ligados orgánicos de sulfhidrilo. (Ana Alvarado-Gámez col., 2002)

A la fecha se han encontrado sustancias parecidas al FTG en alimentos, pastos, riñones de cerdo y se ha aislado de la orina humana, del hígado de ratón y de calostro bovino. El cromo unido a un ligando de bajo peso molecular fue aislado de. Su masa molar aproximada fue de 1500 y estaba compuesto de cromo, ácido aspártico, ácido glutámico, glicina y cisteína; aunque no se detectó ácido nicotínico. El compuesto presentó alguna actividad biológica sobre la oxidación de la glucosa, parecida a la ejercida por las preparaciones del factor de tolerancia a la glucosa. (Ana Alvarado-Gámez col., 2002)

No se conoce el mecanismo por el cual las sales de cromo biológicamente inactivas se convierten en el factor de tolerancia a la glucosa activo (FTG), que

contiene complejos de cromo y ácido nicotínico, con alta actividad biológica en el FTG *in vitro e in vivo*. Muy poco se sabe de donde ocurre esa transformación en los mamíferos y nada sobre la fuente de ácido nicotínico que está coordinado con el cromo para formar el FTG. (Ana Alvarado-Gómez col., 2002)

El ácido nicotínico no es considerado ni como esencial, ni como metabolito, por lo que ha recibido muy poca atención, excepto como precursor de la nicotinamida. Los alimentos para animales se refuerzan con ácido nicotínico como fuente de niacina. (Ana Alvarado-Gómez col., 2002)

Según Mertz el FTG parece que potencializa el enlace de la insulina por iniciación de intercambio de bisulfuro entre la insulina y los receptores de la membrana, aunque no se han presentado datos para excluir la acción post receptor del FTG. Algunos datos de laboratorio han demostrado que una combinación de cromo inorgánico y ácido nicotínico producen un aumento significativo en la afinidad de la insulina por su receptor en cultivos de monocitos humanos transformados U-937, mientras que ninguna de esas sustancias influye en el enlace, en ausencia del otro. (Ana Alvarado-Gómez col., 2002)

## 1.2.- Actividad biológica y metabolismo del cromo

El cromo funciona dentro de la célula durante o antes del transporte de glucosa. Debido a que los primeros eventos entre el enlace de la insulina y su receptor y el transporte de glucosa son eventos de transducción de señales; por ejemplo, fosforilación y desfosforilación de residuos de proteínas. Se ha demostrado que el cromo de bajo peso molecular, LMWCr por sus siglas en inglés aumenta la actividad de la tirosina quinasa del receptor activado de la

insulina y activa la membrana de la fosfotirosina fosfatasa en membranas de adipocitos. En experimentos con LMWCr de hígado bovino en la membrana adipocítica de ratas en presencia de 100 nM de insulina, se aumentó hasta 8 veces la actividad de la proteína dependiente de insulina, la tirosina quinasa, mientras que en ausencia de insulina no se observó activación de la actividad de la tirosina quinasa. (Ana Alvarado-Gómez col., 2002)

## **2.- OBJETIVO (S):**

Evaluar el efecto comparativo de Biochrome® y un beta-agonista comercial a dosis y bajo programa recomendados por sus fabricantes, sobre la productividad general y calidad de la canal de cerdos en la etapa de engorda.

## **REVISION DE LA LITERATURA**

### **3.- BIOCHROME**

El Cromo se considera un oligoelemento o micro mineral, porque potencia la acción de la insulina. Este elemento forma un complejo entre la insulina y sus receptores, facilitando la interacción insulina-tejido. Las investigaciones indicaron que el Cromo, en forma orgánica, es 50 veces más activo biológicamente que su forma inorgánica. Diversos estudios indican que la suplementación con levadura de Cromo mejora la ganancia de peso, la conversión alimenticia y el rendimiento de la carcasa. (Memorias de congreso internacional de alltech 2002)

#### **3.1. Qué es el Cofactor III?**

El Cofactor es Cromo orgánico en forma trivalente, componente del Factor de Tolerancia a la Glucosa (FTG). El Cromo trivalente no es tóxico y posee, en el organismo, la función de aumentar la acción y la eficiencia de la insulina, estimulando la absorción de la glucosa en las células de los tejidos. (Memorias de congreso internacional de alltech 2002)

### 3.2.1.- ¿Cómo actúa?

El factor de tolerancia a la glucosa, en el cual el cromo está presente, es un componente indispensable en el metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas. El Cromo favorece la interacción entre la insulina y los receptores específicos, localizados en las células donde esta hormona ejerce su acción, tales como músculos y tejido adiposo. Esto explica su efecto trófico como factor de tolerancia a la glucosa. Al unirse al receptor, la insulina promueve la incorporación de glucosa y aminoácidos por parte de la célula. En su interior, la glucosa es utilizada como fuente de energía para la síntesis proteica y, por consiguiente, para el desarrollo muscular. (Memorias de congreso internacional de alltech 2002)

Además, también se le atribuye al cromo el mantenimiento de la integridad estructural de los ácidos nucleicos, pues este mineral acumulado en el núcleo puede intervenir en la expresión genética. Mismo que aún no sea concluyente, existen evidencias que indican que el gran beneficio del Cromo en el desempeño reproductivo de las matrices porcinas está relacionado a la interacción de la insulina con la liberación de hormonas gonadotróficas por la glándula pituitaria. (Memorias de congreso internacional de alltech 2002)

### 3.2.- ¿Qué beneficios se pueden esperar?

Cerdas en gestación y lactancia

1. Menor pérdida de la condición corporal durante la lactancia;

2. Aumento de la producción de leche;
3. Peso mayor de los lechones al destete;
4. Menor incidencia de enfermedades en el pre-destete;
5. Lechones más pesados al nacer;
6. Mayor número de lechones nacidos vivos;
7. Aumento en la tasa de concepción.

#### Lechones destetados

1. Crecimiento más rápido y mejor eficiencia alimenticia;
2. Aumento del consumo de la ración;
3. Lechones más sanos.

#### Porcinos de engorda

1. Mayor consumo de la ración;
2. Mayor ganancia de peso;
3. Mejor calidad de carcasa;
4. Aumento en el rendimiento de carcasa;
5. Reducción del espesor del tocino;
6. Mejor conversión alimenticia.

## **BIOCHROME:**

### **3.3.- CARACTERISTICAS**

En 1959 se demostró la importancia del Cr trivalente en la utilización de la glucosa, cuando fue determinado como el constituyente activo del factor de tolerancia a la glucosa (Schwarz y Mertz, 1959). Además, se demostró que el Cr es un cofactor de la insulina (Church y Pond, 1992) y es conocido como un elemento traza esencial para los humanos y animales de laboratorio (Schwarz y Mertz, 1959).

El PCr ha logrado disminuir el nivel de colesterol sérico, obteniendo por resultado más músculo y menos grasa en cerdos (Kornegay et al., 1997), en aves (González, 1996) y borregos (Kitchalong et al., 1995). Respecto a la ganancia de peso se han publicado trabajos en donde la suplementación de 200 ppb de PCr incrementa la ganancia de peso en cerdos (Mooney y Cromwell, 1997).

En base a los planteamientos anteriores, el objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos del Cr en la dieta en forma de picolinato de cromo sobre las características de la canal de borregos Pelibuey.

#### 4.- CROMO

La minerales traza de cromo trivalente ( $\text{Cr}^{3+}$ ) es un nutriente esencial que participan en la regulación de carbohidratos, lípidos, el metabolismo proteínas a través de un incremento de la acción de la insulina (Anderson, 1986, 1989, 1993). Mamíferos necesitan  $\text{Cr}^{3+}$  para mantener equilibrado el metabolismo de la glucosa (Mertz, 1975), y por tanto, el cromo puede facilitar la acción de la insulina (Nielsen, 1993, Vincent, 1999), y tiene una función anabólica (Evans, 1989).  $\text{Cr}^{6+}$  es mucho más tóxico que la forma trivalente.  $\text{Cr}^{3+}$  tiene un bajo orden de toxicidad, y un amplio margen de seguridad existe entre las cantidades ingeridas por lo general. Es poco probable para inducir efectos nocivos. Los iones  $\text{Cr}^{3+}$  se vuelven tóxicos sólo muy altas dosis;  $\text{Cr}$  actúa como un irritante gástrico y no como un elemento tóxico que afecta negativamente a la fisiología y el metabolismo (Lukaski, 1999). Tras la administración parenteral, los más efectos sistémicos más comunes del de  $\text{Cr}$  son los cambios parenquimáticos en el hígado y el riñón (Mosinger & Fiorentini, 1954). (Rogério Ferreira da Silva col., 2006)

Los efectos de la suplementación con cromo sobre el crecimiento y la cantidad de magro en la canal han despertado todavía más interés que el efecto sobre los parámetros reproductivos. Los resultados productivos no han sido siempre consistentes entre experimentos, de forma que algunos autores han intentado explicar los factores que pudieran causar estas discrepancias. (F Javier Piquer 1998)

Uno de los factores a considerar es la duración de la suplementación. Money y Cromwell (1995) observaron una mejora en la deposición de tejido magro y un

descenso en la acumulación de grasa cuando se suplementaba el pienso con 200 ppb de cromo desde los 27 a los 109 kg. Sin embargo, Boleman et al. (1995) observaron efectos similares cuando la suplementación se hacía entre los 57 y los 106 kg de peso, pero no cuando se comenzaba a suplementar a los 19 kg. Además, O'Quinn et al. (1997) no observaron efectos favorables de la suplementación con 50, 100, 200 o 400 ppb de cromo en forma de nicotinato o picolinato sobre el crecimiento de lechones en la fase de arranque. (F. Javier Piquer 1998)

El segundo factor que se puede considerar es la influencia del sexo. Lindemann y Pursuer (1997) observaron que la suplementación con cromo de los 26 a los 117 kg mejoraba el porcentaje de magro en machos castrados pero no en hembras. (F. Javier Piquer 1998)

Kornegay et al. (1997) observaron efectos positivos de la suplementación con cromo en un trabajo en el que sólo se utilizaron machos castrados. Estas diferencias en la respuesta a la suplementación con cromo se pueden deber a diferencias en la cinética de la glucosa. (F. Javier Piquer 1998)

Guan et al. (1997) observaron que los machos castrados a los que se da un suplemento de cromo tienen mayor tolerancia a la glucosa puesto que ésta desaparece más rápidamente de la circulación y tiene menor vida media. Sin embargo, este efecto no se observa en las hembras. También el tipo de alimentación podría influir en el efecto del cromo. (F. Javier Piquer 1998)

Ward et al. (1977) observaron que el picolinato de cromo mejoraba los crecimientos y los índices de conversión en piensos bajos en proteína, pero no en piensos con alto contenido proteico (cuadro 5). Sin embargo, Crow y Newcomb (1997), no observaron mejoras en los crecimientos de machos

castrados ni hembras suplementados con picolinato de cromo y ésta ausencia de efectos era independiente del tipo de pienso formulado. (F. Javier Piquer 1998)

Los resultados de la suplementación con cromo sobre parámetros reproductivos no son siempre constantes. Okere y Hacker (1995) inyectaron 200 mg de cromo quelado a cerdas reproductoras a los 0, 60 y 100 días de gestación y observaron un aumento en la concentración de IGF-1 a los 113 días de gestación, pero no observaron efectos positivos en la supervivencia de los embriones o en otros criterios de desarrollo uterino. Sin embargo, (F. Javier Piquer 1998)

Lindemann et al. (1995a), observaron que la administración de fuentes orgánicas de cromo a cerdas desde los 40 kg de peso y durante dos partos incrementaba el número de lechones por camada. En otro experimento,

Lindemann et al. (1995b) no observaron efectos significativos de la suplementación de los piensos de cerdas gestantes, lactantes, o ambas con 200 ppb de cromo orgánico. Una de las mayores dificultades para observar diferencias significativas en parámetros reproductivos es la elevada variabilidad asociada a ellos y, por tanto, el número de animales implicados en estudios de este tipo tiene que ser muy elevado. (F. Javier Piquer 1998)

La forma de suplementación también puede ser de importancia, puesto que puede variar la disponibilidad del cromo. Mooney y Cromwell (1997) observaron que el picolinato de cromo era más eficaz que el cloruro de cromo para mejorar la calidad de la canal. La consideración de estos factores, junto con el grado de estrés al que están sometidos los animales, puede ir permitiendo obtener un mayor cuerpo de información para establecer las condiciones de uso del cromo

en alimentación animal y si existe una necesidad mínima del mismo. (F. Javier Piquer 1998)

Cromo trivalente se ha informado que desempeña un papel en la regulación de la glucosa y metabolismo de los lípidos en los seres humanos y animales de laboratorio. Facilitación de la absorción de Cr como picolinato ha demostrado anteriormente, la alimentación y las dietas que contienen Cr como picolinato de cromo (CrPic) ha aumentado la sensibilidad a la insulina en cerdos en crecimiento. Llegó a la conclusión de los resultados de experimentos en los cuales los distintos niveles de Cr fueron alimentados que el suministro de 200 ppb de Cr como CrPic reducido 10ma costilla dorsal y el aumento de espesor del músculo de la zona lomar y el total de la musculatura. Mejora la ganancia/alimentación y la mejoría de rasgos de las canales fueron reportados por Lindemann et al. (1995) para cerdos alimentados con dietas que contienen 200 ppb como CrPic Cr. Mooney y Cromwell (1995), sin embargo, no encontraron 200 ppb de Cr de CrPic fuera efectivo en el aumento absoluto del área del músculo o la disminución de espesor zona dorsal. El aumento en la cantidad de músculo en ausencia de un aumento en el consumo de alimento en muchos experimentos sugiere una mejora en la utilización de N en la dieta. (E. T. Kornegay et al., 1997)

Diversos autores han mostrado que la suplementación de la dieta con 100 a 200 ppb de Cr orgánico mejora la digestibilidad de los nutrientes (Kornegay et al., 1997) y aumenta el porcentaje de músculo a la vez que reduce el porcentaje de grasa en cerdos en cebo (Page et al., 1993; Boleman et al., 1995; Southern 2001; Matthews et al., 2003). Uno de los efectos más consistentes de la suplementación con Cr, bien como picolinato o como acetato, es la mejora en la capacidad de retención de agua (Matthews et al., 2003; Shelton et al., 2003). Además, otros investigadores han mostrado que 200 ppb de Cr orgánico aumentan la fertilidad y el número de lechones nacidos vivos (Lindeman et al., 1995; Lindeman et al., 2004) y mejoran el estatus

inmunitario de animales sometidos a estrés (Kegley y Spears, 1995). Sin embargo, estos efectos no siempre son cuantificables ni en humanos (Vincent, 2003, 2004) ni en porcino (Van Heugten y Spears, 1997; Savoini et al., 1997; Van de Ligt et al., 2002 a, b, c). Debido a la inconsistencia en la respuesta, el NRC (1998) no hace ninguna recomendación en cuanto a necesidades mínimas para porcino. No obstante, el estudio realizado por el NRC (1997) concluye que la inclusión de Cr en forma de cloruro o picolinato de cromo mejoraba la cantidad de magro de la canal en 9 de 24 ensayos y reducía el porcentaje de grasa en 11 de 26 ensayos publicados. En base a este estudio, el comité concluye que aunque la respuesta al Cr exógeno es inconsistente, niveles extras podrían mejorar en algunas circunstancias el metabolismo del animal, dando lugar a mejoras en el crecimiento, la calidad de la canal y los parámetros reproductivos. Por tanto, hoy por hoy, no se puede recomendar su utilización en todas las circunstancias y es preciso valorar en cada situación la conveniencia o no de su uso. Los efectos beneficiosos de 200 ppb de Cr sobre el crecimiento y la calidad de la canal son menos evidentes en aves que en porcino, con resultados positivos en sólo dos de siete ensayos (NRC, 1997) por lo que su uso es infrecuente. En conejos, la información es aún más escasa por lo que el efecto de su inclusión es incierto. No obstante, un exceso de Cr puede aliviar parte de los efectos tóxicos del vanadio en pollos en crecimiento y gallinas ponedoras (NRC, 1997). En cualquier caso, la decisión de suplementar o no con Cr dependerá del costo de inclusión y obviamente debe tener en cuenta la confianza que nos da el suministrador y la calidad y características de la fuente de Cr a utilizar. (G.G. MATEOS col., 2004)

Los efectos de Cr en la calidad de la carne de cerdo han sido estudiados en menor medida que el efecto de Cr sobre el crecimiento y rendimiento en canal rasgos. Una reciente investigación de Matthews et al. (2003) y Shelton et al. (2003) indicó que el propionato de Cr (CrProp) la mejora de las puntuaciones subjetivas jaspeado y algunas mediciones de capacidad de retención/agua en chuletas frescas y congeladas. O'Quinn et al. (1998) informó de que picolinato de Cr produjo como resultado pérdidas por goteo y jaspeado Por otra parte,

O'Quinn et al. (1998) informó que los resultados subjetivos del color fueron más bajos en cerdas jóvenes alimentados Cr nicotinato que en las cerdas jóvenes alimentados con picolinato de Cr. (J. O. Matthews et al., 2005)

Las investigaciones han indicado que el Cr pudiera aliviar parcialmente algunos de los efectos del estrés en el transporte marítimo de engorda de terneros (NRC, 1997), pero no son conscientes de las investigaciones que evalúan el efecto de Cr sobre el transporte marítimo de estrés en los cerdos. Sin embargo, si Cr alivia algunos de los efectos de envío de estrés, también podría mejorar la calidad de la carne de cerdo. (J. O. Matthews et al., 2005)

La investigación Cr con la administración de suplementos de dietas para cerdos se ha llevado a cabo principalmente con Cr tripicolinate (CrPic), Cr nicotinato (CrNic), cloruro de Cr (CrCl<sub>3</sub>). Investigación con propionato de Cr (CrProp) es más limitado, pero Matthews et al. (2001) informó de que era un CrProp biodisponible fuente de Cr. La adición de Cr a las dietas para cerdos en crecimiento y finalización se ha informado que para aumentar las canales magras y disminución en el engrosamiento de la canal (NRC, 1997). Pero los resultados han sido variables. Page et al. (1993) y Lindemann et al. (1995) reportó un incremento en área del músculo longissimus (LMA) y una disminución de la 10a costilla dorsal de espesor CrPic cuando se añadió al crecimiento y finalización de cerdos dietas. Sin embargo, Evock-Clover et al. (1993) y Mooney y Cromwell (1997) informó incompatible o no efectos sobre el canal rasgos con la administración de suplementos de CrCl<sub>3</sub>. (J. L. Shelton et al., 2003)

La función inmunológica se ha mejorado de Cr trivalente, y sus efectos parecen más pronunciadas en momentos de estrés (Borgs y ánade real, 1998). El alivio de estrés asociada a inmunosupresión por lo tanto, puede ser uno de los mecanismos mediante los cuales actúa el Cr (Burton et al., 1993). La

inmunoglobulina total (Ig) y G1 IgM se ha demostrado el aumento de transporte después de estrés en terneros suplementados con elevadas cantidades de levadura de Cr (Chang y Mowat, 1992; Moonsie-Shageer y Mowat, 1993), y destacó la suplementación de terneros con levadura de Cr aumentando la producción de anticuerpos 14 días después de la inmunización. (J. L. van de Ligt et al., 2002)

Aunque la relación entre el Cr y la función inmunológica se ha explorado mucho más plenamente en el ganado bovino que en la especie porcina, es posible que puedan afectar al Cr función inmune en los cerdos y el ganado de la misma manera. De hecho, la suplementación de Cr nicotinato a cerdos destetados se ha traducido en un aumento de la producción de anticuerpos cuando se midieron 14 d tras la vacunación (van Heugten y Spears, 1997). Cloruro de cromo, Cr nicotinato, y la administración de suplementos de picolinato de Cr en cerdos destetados mejoró la blastogenesis de los linfocitos en respuesta a pero no en respuesta a (fitohemaglutinina) (van Heugten y Spears, 1997). (J. L. van de Ligt et al., 2002)

Dietéticos de Cr como Cr tripicolinate (CrPic) también ha demostrado que aumenta tasa de desaparición de glucosa y disminución en la vida media de la glucosa en los corderos (Kitchalong et al., 1993) y terneros (Bunting et al., 1994). En los cerdos, CrPic ha sido demostrado que incrementa el área del ojo lomar y disminuye el espesor de grasa (Lindemann et al., 1993; Page et al., 1993a, b; Renteria y Cuarn, 1993) y para incrementar la tasa de la canal y disminuir la tarifa de deposición de grasa (Mooney y Cromwell, 1993; Boleman et al., 1994). Es posible que este efecto anabólico de CrPic pueda atribuirse a una potenciación de la función de la insulina. (E. K. Amoikon et al., 1995)

La adición a la dieta de cromo tripicolinate (CrPic) se ha traducido en un aumento de la deposición magra en los cerdos en algunos estudios (Page et

al., 1993; Lindemann et al., 1995) aunque los resultados no han sido coherentes con otros estudios. Algunos estudios se han llevado a cabo con la administración de suplementos de Cr a diferentes niveles de proteína en o por encima de las estimaciones requisito NRC con variados resultados (Lindemann et al., 1995; Crow et al., 1997). Sin embargo, Kornegay et al. (1997). se ha demostrado un balance en los ensayos que la suplementacion de CrPic en cerdos alimentados por escala/alimento por debajo de lo esperado por un consumo ad libitum causó efectos positivos en la digestibilidad. (C. P. A. Van de Ligt et al., 2003.

## 5.- MATERIALES Y METODOS

### AREA DE ESTUDIO

Este trabajo se desarrollo en la región metropolitana del estado de Yucatán, en el municipio de Mérida.

Mérida, Yucatán. Ubicación geográfica.- Se encuentra entre los paralelos 20° 45' y 21° 15' de latitud norte y los meridianos 89° 30' y 89° 45' de longitud oeste. Su altura promedio, sobre el nivel del mar, es de 9 metros. Limita al norte con los municipios de [Progreso](#) y [Chicxulub](#); al sur con los de [Abalá](#), [Tecoh](#) y [Timucuy](#); al este con los de [Conkal](#), [Kanasín](#) y [Tixpéual](#) y al oeste con los de [Ucú](#) y [Umán](#). (Gobierno del estado de yucatan 2007-2012)

Comisarías:

El Municipio cuenta con 12 pueblos: Cauce, Cosgaya, Chablekal, Cholul, Chuburná de Hidalgo, Dzityá, Dzununcán, Komchén, Molas, San José Tzal, Sierra Papacal y Sitpach. Se encuentran las siguientes localidades: San Pedro Chimay, Texan Cámara, Xmatkuil, Santa Cruz Palomeque, Yaxnic, Oncan, Chalmuch, Susulá, Cheuman, San Antonio Dzikal, Xcanatún, Temozón Norte, Kutz, Suytunchen, Kikteil, Dzidzilche, San Diego Texan, Xcunya y Sac-nicté. (Gobierno del estado de yucatan 2007-2012)

### 5.1.- Extensión

Su superficie de 858.41 kilómetros cuadrados representa el 2 por ciento del territorio estatal y el 0.04 por ciento del territorio nacional. El Municipio cuenta con 12 pueblos: Caucel, Cosgaya, Chablekal, Cholul, Chuburná de Hidalgo, Dzityá, Dzununcán, Komchén, Molas, San José Tzal, Sierra Papacal y Sitpach. Se encuentran las siguientes localidades: San Pedro Chimay, Texan Cámara, Xmatkuil, Santa Cruz Palomeque, Yaxnic, Oncan, Chalmuch, Susulá, Cheuman, San Antonio Dzikal, Xcanatún, Temozón Norte, Kutz, Suytunchen, Kikteil, Dzidzilche, San Diego Texan, Xcunya y Sac-nicté. (Gobierno del estado de yucatan 2007-2012)

### 5.2.- Orografía

El territorio municipal se caracteriza por la ausencia de desniveles orográficos en toda su extensión. La pendiente del terreno es inferior al 5 por ciento con tendencia descendente hacia el norte.

### 5.3.- Hidrografía

En el territorio municipal no existen corrientes superficiales de agua. Sin embargo, hay corrientes subterráneas que forman depósitos comúnmente conocidos como cenotes. En alguno casos los techos de estos se desploman y forman las aguadas. (Gobierno del estado de Yucatán 2007-2012)

#### 5.4.- Clima

La región está clasificada como cálida subhúmeda, con lluvias en verano, presentándose al interrumpirse éstas las llamadas sequías de medio verano. Los valores de las temperaturas máximas, media y mínima obtenidos en la cabecera son 40.2° C, 26.2° C y 14° C respectivamente; la humedad relativa máxima es de 83 por ciento, la media de 72 por ciento y la mínima de 61 por ciento. La precipitación pluvial varía de 470 a 930 milímetros anuales. (Gobierno del estado de Yucatán 2007-2012)

#### 6.- Principales Ecosistemas

##### 6.1.- Flora

La flora está formada por vegetación decidua tropical y selva espinosa, localmente considerada como selva baja y correspondiente o asociada con suelos muy someros y pedregosos. Esta flora tiene poco valor comercial. Los árboles no maderables alcanzan una altura máxima de 6 metros. (Gobierno del estado de Yucatán 2007-2012)

##### 6.2.- Fauna

Las especies más comunes de animales que habitan el municipio son mamíferos: conejo, venado, tuza, zarigüeya, zorrillo; reptiles: variedad de iguanas y serpientes; aves: golondrinas, palomas, tzutzuy, y las existentes en

la reserva natural de Dzibilchaltún. (Gobierno del estado de Yucatán 2007-2012)

De acuerdo con cifras al año 2000 presentadas por el INEGI, la población económicamente activa del municipio asciende a 288,809 personas, de las cuales 286,134 se encuentran ocupadas y se presenta de la siguiente manera:

<b>Sector</b>	<b>Porcentaje</b>
Primario (Agricultura, ganadería, caza y pesca)	1.58
Secundario (Minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad)	26.14
Terciario (Comercio, turismo y servicios)	70.57
Otros	1.71

**Tabla 1. Población Económicamente Activa por Sector, D.R. Gobierno del Estado de Yucatán 2007 - 2012, México.**

## 7.- METODOS

- **Lugar:** Granja de producción Porcina ubicada en la península de Yucatán.
- **Animales:** **90** cerdos mixtos de 70 días de edad, con peso aproximado de 28.0 kg. Los animales se manejarán en salas o corrales de engorda de ambiente natural y con equipo **Manual** (comederos tipo **Holandes con Bebedero** y bebederos tipo **Niple 2 por corral**). Cada sala o corral alojará a 15 cerdos.
- **Producto Biochrome®:** dosificando 200 gramos del producto/ton de alimento, de forma continua durante los 154 días (estimados) de prueba.
- **Presupuesto de Biochrome®**
  - **90 cerdos.**
  - **Consumo promedio de alimento de 70 a 161 días = 210 kg.**
  - **Alimento total = 210 X 90 = @ 18,900 kg.**
  - **Biochrome®: @ 23 X 0.2 = 3.78 kilogramos**
- **Diseño de la prueba:** Se maneja un diseño de dos tratamientos, (3 grupos de aproximadamente 30 cerdos cada uno. Con intervalos semanales de grupo) a saber:
  - **T1 (Testigo):** dieta y programa de alimentación manejados rutinariamente en la Granja Porcina. Este tratamiento

corresponderá al que utiliza el **beta-agonista comercial** y que estarán bajo condiciones similares a las del grupo a tratar (2 corrales de 8).

- **T2: (Biochrome®)**, como T1, pero adicionando el Biochrome® en toda la etapa de engorda a razón de 0.2 kg /ton de alimento, y eliminando el uso del beta-agonista, así como la modificación en el perfil nutricional que acompaña a este aditivo.

- Se buscará que los grupos de cerdos sean lo más homogéneo posibles y no evaluar al mismo tiempo ningún otro aditivo, vacuna, etc.

- **Duración de la prueba:** @ 84 días (de 70 a 154 días de edad).

- **Manejo alimenticio y nutricional:**

- Se mantendrá igual para los diferentes grupos y será con base en los programas establecidos en la Granja Porcina, excepto en los momentos que el programa aplicado indique alguna modificación (duración del período de suministro del beta-agonista –sólo los últimos **28** días de la engorda y cambio en el perfil nutricional indicado por el fabricante del beta-agonista comercial).

- **Dietas: elaboración y monitoreo:**

- Se elaborarán las dietas en la planta de alimentos, donde se realizan las dietas de autoconsumo de la granja, identificándolas perfectamente para su correcta asignación a los grupos de prueba respectivos.

- **Variables a medir:**

- Peso inicial (a los 70 días).
- (ganancia de peso en el período).
- Consumo de alimento en el período (70 a 161 días).
- Mortalidad en la etapa de estudio (especificando las causas de la misma: problemas digestivos, problemas respiratorios, etc.).  
(no efecto sobre uso de producto)
- Rendimiento en canal.
- Área del lomo
- Espesor de grasa dorsal.
- Análisis costo-beneficio.

- **Análisis de los datos:**

- Se analizarán estadísticamente, conforme al diseño empleado (si aplica)
- Se hará el respectivo análisis costo-beneficio (si aplica).

## 8.- RESULTADOS

Los resultados se muestran en graficos para interpretarlos de una manera más fácil. La prueba se inicio con un inventario de 177 cerdos, finalizando con un total de 164 cerdos al término de la prueba.

Los resultados que se aprecian en el grafico No. 1 nos muestra el peso promedio inicial de los cerdos, donde se observa en T1 un peso promedio por cerdo de 28.89 kg Y en GC un peso promedio por cerdo de 28.32 kg.

GRAFICA 2.- en esta grafica se muestra el peso de la primera muestra esta se realizo a los 28 días de iniciado la prueba ( 98 días de vida de los cerdos ), el cual se realizaron durante la prueba 3 pesajes. En el primer pesaje se tienen los siguientes T1 un peso de 51.33 kg y el grupo control (GC) es de 48.28 kg.

GRAFICA 3.- En esta grafica muestra el pesaje de la segunda muestra tomada durante la investigación a los 56 días de iniciado ( 126 días de vida de los cerdos)el grupo T1 es de 73.47 kg y el grupo control es de 68.24 kg.

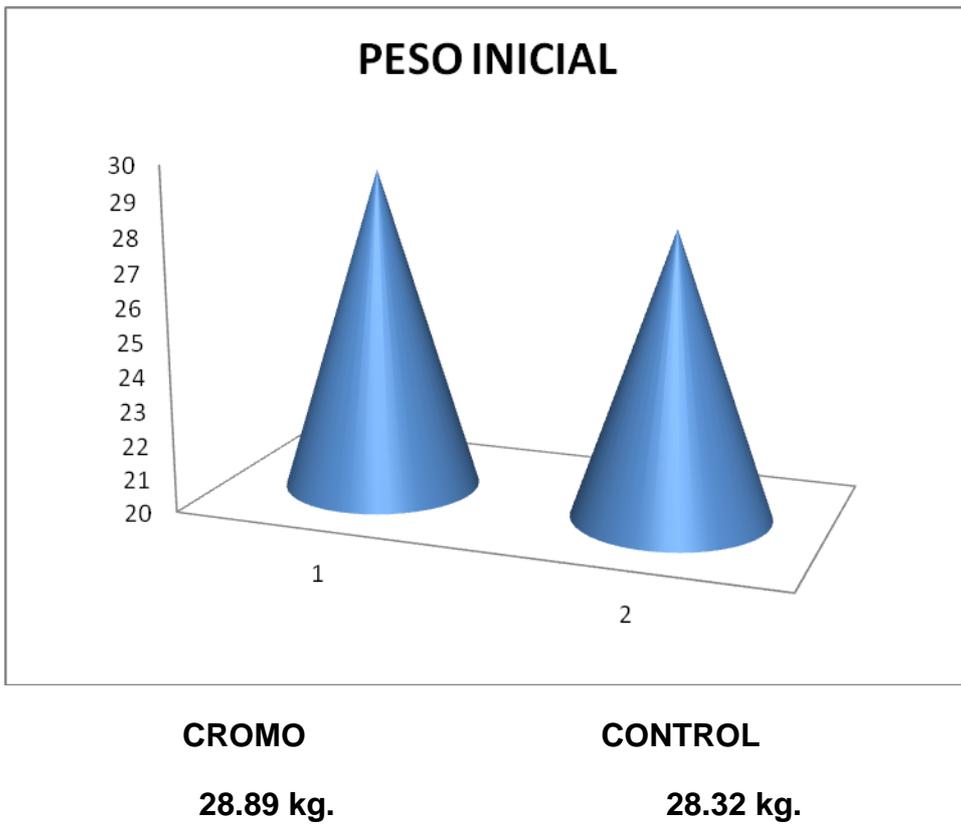
GRAFICA 4.- En esta grafica se muestran los resultados obtenidos en el tercer pesaje a los 84 días de iniciado la investigación y el final del mismo se tienen el grupo testigo T1. 94.33 kg, Y el grupo GC es de 88.22 kg.

En el grafico No. 6.- se muestran los resultados de la ganancia total de peso en el cual podemos ver que T1 tiene una mayor ganancia total de 7829.83 kg, y el grupo control es de 7498.83 kg, en el cual vemos que este grupo tuvo un mayor consumo de alimento pero en conversi3n alimenticia tuvo menos que el grupo testigo ( biochrome ).( grafica 8 ).

As3 mismo podemos ver en el grafico No. 9 en la cual observamos la conversi3n alimenticia en la cual tuvo una mayor eficiencia el T1 que es el del grupo de cromo que esto esta reflejado en la grafica 6.

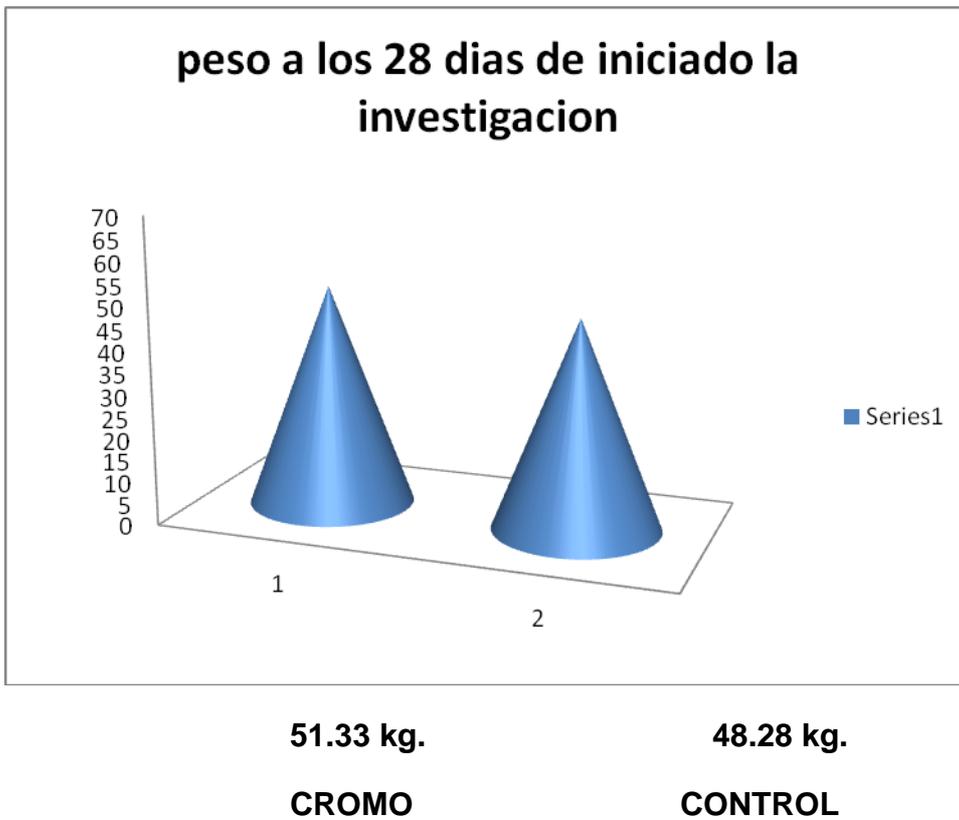
GRAFICA 10.- En esta grafica 10 podemos observar el total de kilogramos ganados durante la prueba es del grupo de cromo es de 66.44 kg , y el grupo control es de 58.59 kg.

**GRAFICA 1.**



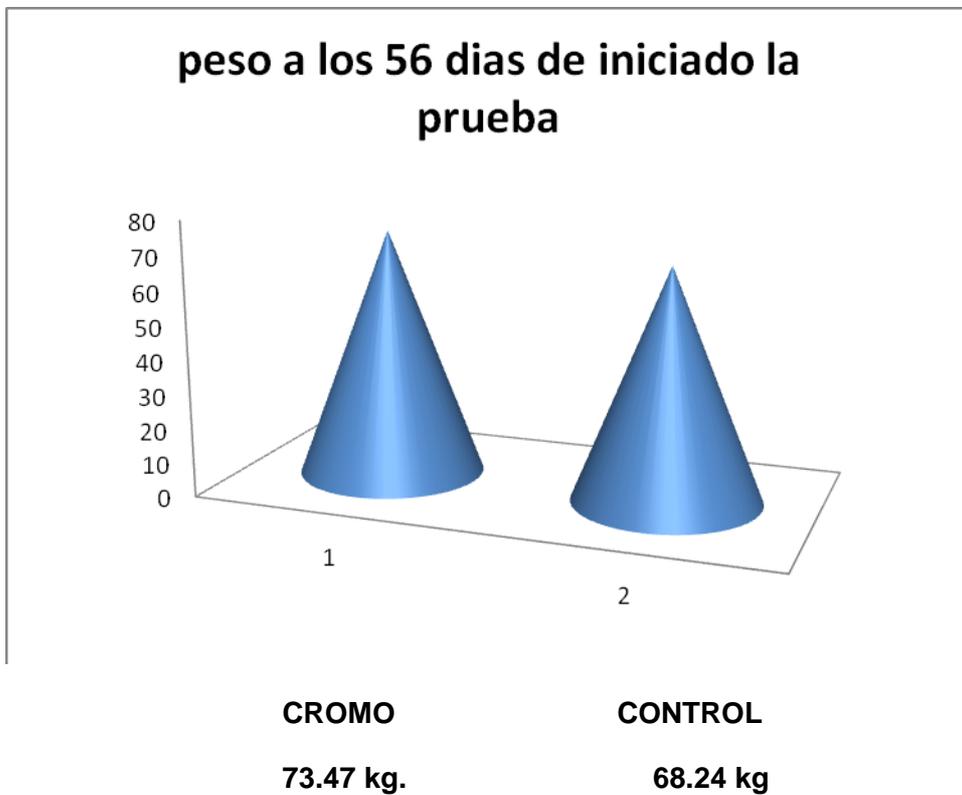
**GRAFICA 1.- En esta grafica se muestra el peso promedio de los cerdos con los que se inicia la investigación a los 70 días de nacidos.**

**GRAFICA 2.**



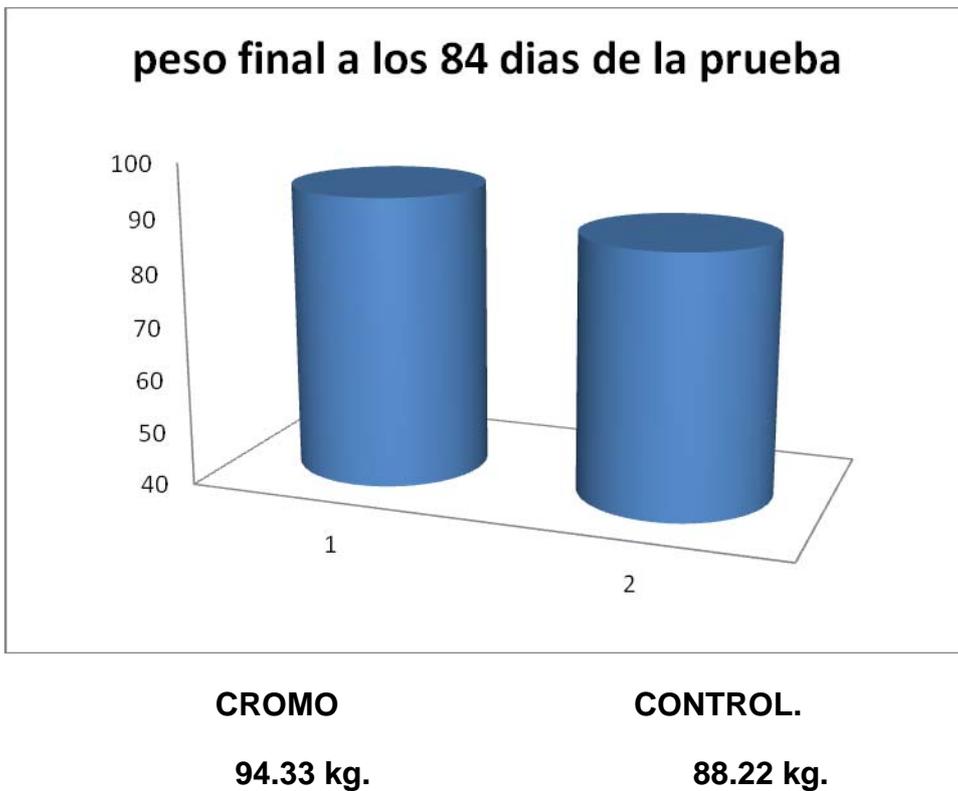
**GRAFICA 2.-** la grafica 2 muestra el peso de la primera muestra, el cual se realizo a los 28 días de iniciada la prueba ( 98 días de vida de los cerdos ), recordando que los pesajes se realizan cada 28 días.

**GRAFICA 3.**



**GRAFICA 3.-** En esta grafica se muestra el segundo pesaje obtenido de la prueba a los 56 dias de iniciada la prueba ( 126 dias de nacido de los cerdos ).

**GRAFICA 4.**



**GRAFICA 4.-** En esta grafica se muestra el resultado del 3 pesaje y peso final del trabajo es a los 84 dias de duracion del trabajo ( 154 dias de vida de los cerdos ) como se observa se tiene una diferencia de 6.11 kg del grupo de cromo al grupo control.

**GRAFICA 5.**



**GRAFICA 5.- en esta grafica se muestran el total de kilogramos con los que se inicia el grupo de CROMO con un promedio por animal de 28.89 kg.**

**El grupo control tiene un promedio de 28.32 kg por animal.**

**GRAFICA 6.**



**CROMO**

**7829.00 kg.**

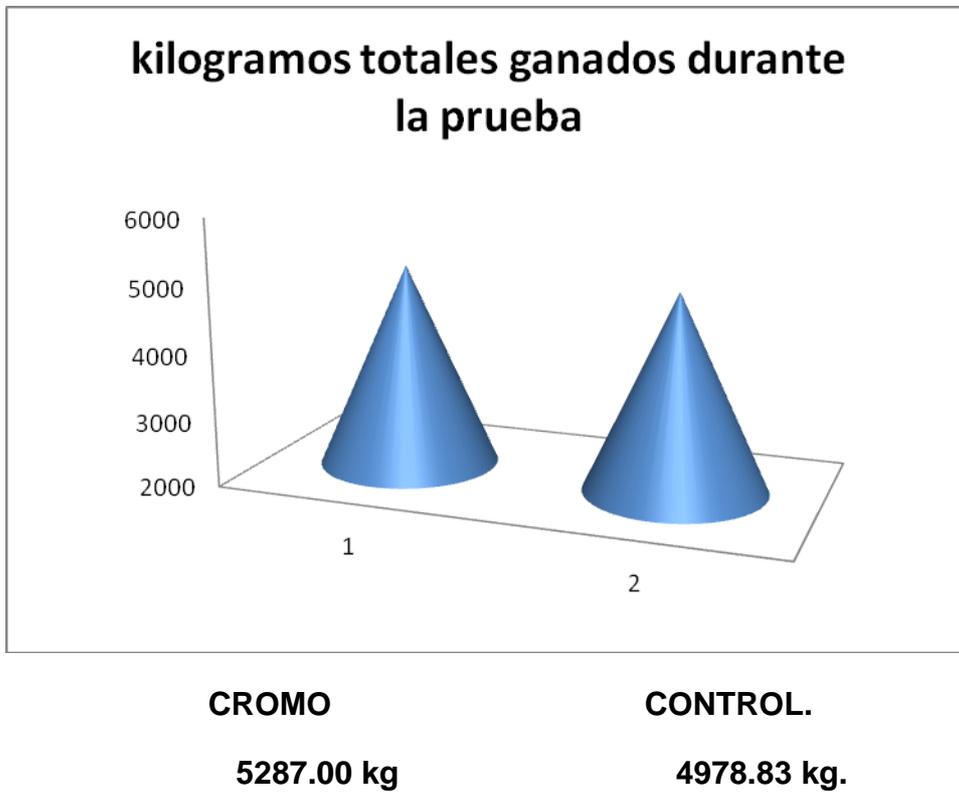
**CONTROL**

**7498.53 kg.**

**Grafica 6.- en esta grafica se muestran el numero totales de kilogramos que se obtuvieron al final de la prueba con un total del grupo de cromo de 7829 con un promedio por animal de 94.33 kg.**

**En el grupo control el total de kilogramos finales es de 7498.53 kg. Con un promedio de 88.22 kilogramos por animal.**

**GRAFICA 7.**

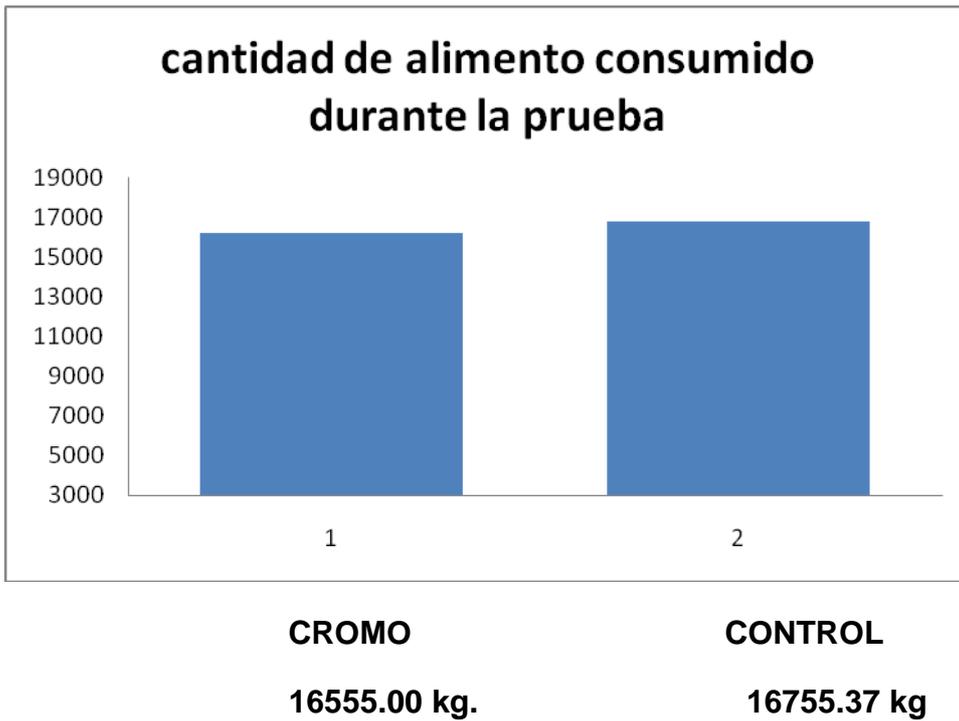


**GRAFICA 7.- En esta grafica se muestran el total de los pesos ganados durante la duracion de la investigacion.**

**En el gupo de CROMO se obtuvo una ganancia neta de peso de 5287.00 kg.**

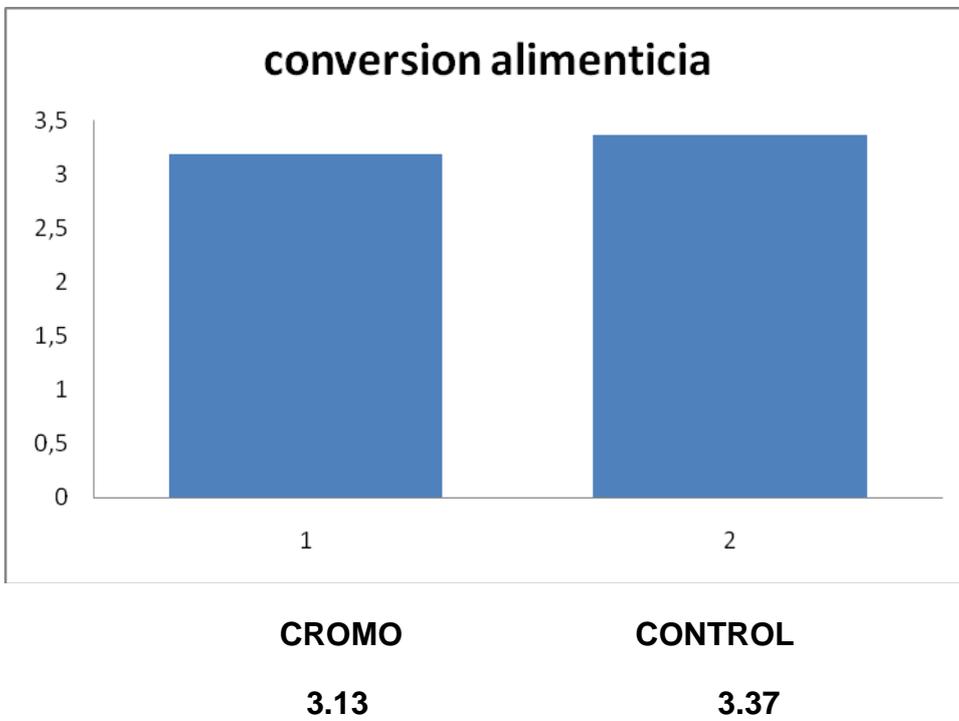
**Grupo control, se obtuvo una ganancia de 4978.83 kg.**

**GRAFICA 8.**



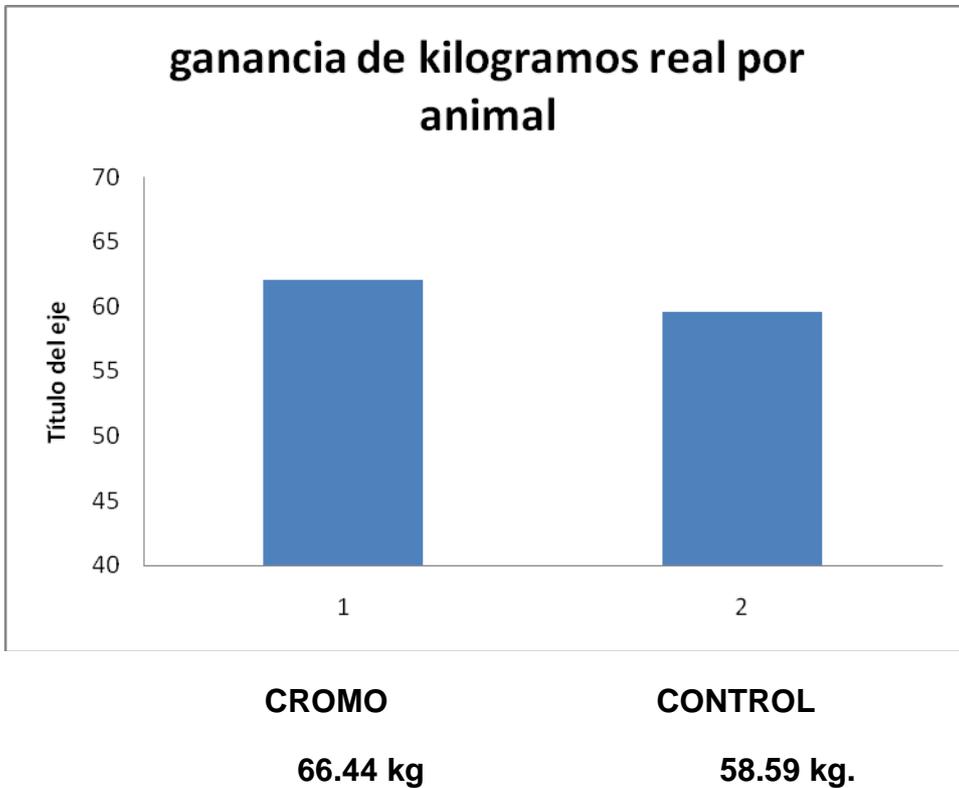
**GRAFICA 8.-** En esta grafica se muestran la cantidad de alimentos consumidos durante la duracion de la prueba, en el cual se observa un considerable consumo mas elevado en el grupo control que en el grupo de CROMO

**GRAFICA 9.**



**GRAFICA 9.- en la siguiente grafica se muestra la conversion alimenticia de cada uno de los dos grupos.**

**GRAFICA 10.**



**GRAFICA 10.-** en esta grafica se muestran la ganancia de pesos reales totales ganados por cada animal.

## **9.-COMENTARIOS FINALES**

Como se puede observar al adicionar cromo a la dieta para el consumo de los cerdos en este trabajo, trajo consigo mejoras en la ganancia de peso de los cerdos evaluados en este trabajo.

La utilización de cromo tuvo una mejor eficiencia al ser evaluado en la prueba, teniendo como resultado una mayor ganancia de peso, reflejándose al final de la prueba con un promedio menor de edad al mercado.

Esta metodología es recomendable para todo tipo de ganado con la finalidad de generar una mayor producción y utilidad en el beneficio del productor.

La utilización de aditivos a la dieta forman un rol importante en la producción animal, al tratar de disminuir la utilización de probióticos en la producción animal.

## 10.-REFERENCIAS

**Ana Alvarado-Gómez <sup>1\*</sup>, Rigoberto Blanco-Sáenz <sup>1,2</sup>, Erick Mora-Morales <sup>2,3</sup>**  
Revista Costarricense de Ciencias Médicas 2002 **El cromo como elemento esencial en los humanos.**

[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S025329482002000100006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S025329482002000100006&script=sci_arttext)

**Aníbal Pérez, Néstor E. Obispo, José Palma y Claudio F. Chicco 2005.**  
**Efectos de la ractopamina y el nivel de lisina sobre la respuesta productiva de cerdos magros en la fase de engorde**

[http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt2304/arti/perez\\_a.htm](http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt2304/arti/perez_a.htm)

A. P. Schinckel, N. Li, B. T. Richert, P. V. Preckel and M. E. Einstein  
**2003Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pigs fed ractopamine**

[http://jas.fass.org/cgi/reprint/81/5/1106?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESU\\_LTFORMAT=&fulltext=ractopamine&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT](http://jas.fass.org/cgi/reprint/81/5/1106?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESU_LTFORMAT=&fulltext=ractopamine&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT)

**BERNABÉ SANZ PÉREZ, PASCUAL LOPEZ LORENZO Salud humana y xenobióticos animales**

<http://www.ranf.com/publi/mono/011/sanz.pdf>

**B. E. Uttaro, R. O. Ball, P. Dick, W. Rae, G. Vessie, and L. E. Jeremiah 1993**  
**Effect of ractopamine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine.**

[http://jas.fass.org/cgi/reprint/71/9/2439?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESU  
LTFORMAT=&fulltext=ractopamine&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRS  
TINDEX=30&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT](http://jas.fass.org/cgi/reprint/71/9/2439?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESU<br/>LTFORMAT=&fulltext=ractopamine&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRS<br/>TINDEX=30&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT)

C. P. A. Van de Ligt, M. D. Lindemann, and G. L. Cromwell 2002 **Assessment of chromium tripicolinate supplementation and dietary protein level on growth, carcass, and blood criteria in growing pigs**

[http://jas.fass.org/cgi/reprint/80/9/2412?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESU  
LTFORMAT=&fulltext=chromium+&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSI  
NDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT](http://jas.fass.org/cgi/reprint/80/9/2412?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESU<br/>LTFORMAT=&fulltext=chromium+&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSI<br/>NDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT)

Datos comerciales del producto 2007, **PAYLEAN® 20.**  
[HTTP://WWW.ELANCO.COM.MX/ESPECIES/CERDOS/PRODUCTOS/PAYLE  
AN.HTML](HTTP://WWW.ELANCO.COM.MX/ESPECIES/CERDOS/PRODUCTOS/PAYLE<br/>AN.HTML)

D. B. Hausman, R. J. Martin, E. L. Veenhuizen, and D. B. Anderson 1989 **Effect of Ractopamine on Insulin Sensitivity and Response of Isolated Rat Adipocytes.**

[http://jas.fass.org/cgi/reprint/67/6/1455?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESU  
LTFORMAT=&fulltext=ractopamine&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRS  
TINDEX=10&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT](http://jas.fass.org/cgi/reprint/67/6/1455?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESU<br/>LTFORMAT=&fulltext=ractopamine&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRS<br/>TINDEX=10&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT)

E. T. Kornegay, Z. Wang, C. M. Wood, and M. D. Lindemann 1997 **Supplemental chromium picolinate influences nitrogen balance, dry matter digestibility, and carcass traits in growing-finishing pigs**

[http://jas.fass.org/cgi/reprint/75/5/1319?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESU  
LTFORMAT=&fulltext=chromium&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTI  
NDEX=10&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT](http://jas.fass.org/cgi/reprint/75/5/1319?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESU<br/>LTFORMAT=&fulltext=chromium&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTI<br/>NDEX=10&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT)

E. K. Amoikon, J. M. Fernandez, L. L. Southern, D. L. Thompson, Jr, T. L. Ward, and B. M. Olcott 1995 **Effect of chromium tripicolinate on growth,**

**glucose tolerance, insulin sensitivity, plasma metabolites, and growth hormone in pigs**

<http://jas.fass.org/cgi/reprint/73/4/1123?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESU LTFORMAT=&fulltext=chromium&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTIN DEX=20&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT>

F. J. Piquer Vidal 1995, **XI CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA, MICRONUTRIENTES E INMUNIDAD. I. MICROMINERALES.**

[http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/95CAP\\_IX\\_1.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/95CAP_IX_1.pdf)

G.G. Mateos, D. García Valencia y E. Jiménez Moreno 2004 **XX CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA MICROMINERALES EN ALIMENTACIÓN DE MONOGÁSTRICOS. ASPECTOS TÉCNICOS Y CONSIDERACIONES LEGALES**

[http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/04CAP\\_11.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/04CAP_11.pdf)

Gobierno del estado de yucatan 2007-2012, merida

<http://www.yucatan.gob.mx/estado/municipios/31050a.htm#03>

Javier Piquer 1998, **XIV Curso de Especialización. AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL NUEVAS PERSPECTIVAS EN EL USO DE OLIGOELEMENTOS Y VITAMINAS EN ALIMENTACION ANIMAL**

<http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/98CAPIX.pdf>

J. K. Apple, C. V. Maxwell, D. C. Brown, K. G. Friesen, R. E. Musser, Z. B. Johnson and T. A. Armstrong **Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine 2004.**

<http://jas.fass.org/cgi/reprint/82/11/3277>

J. L. Shelton, R. L. Payne, S. L. Johnston, T. D. Bidner, L. L. Southern, R. L. Odgaard and 2003 **Effect of chromium propionate on growth, carcass traits, pork quality, and plasma metabolites in growing-finishing pigs.**

<http://jas.fass.org/cgi/reprint/81/10/2515>

J. L. van de Ligt, M. D. Lindemann, R. J. Harmon, H. J. Monegue, and G. L. Cromwell 2002 **Effect of chromium tripicolinate supplementation on porcine immune response during the postweaning period**

<http://jas.fass.org/cgi/reprint/80/2/449?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&fulltext=chromium&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=20&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT>

J. O. Matthews, A. C. Guzik, F. M. LeMieux, L. L. Southern and T. D. Bidner 2005 **Effects of chromium propionate on growth, carcass traits, and pork quality of growing-finishing pigs**

<http://jas.fass.org/cgi/reprint/83/4/858>

José Julián Echeverry Zuluaga, Andrés Gómez Zapata, Jaime Eduardo Parra Suescún. Efectos de un -adrenérgico comercial y varios niveles de lisina sobre la ganancia de peso de cerdos en finalización, REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN - Vol. 5 No. 1, 2007, p 45-50,

Memorias de congreso internacional de alltech, 2002, BIOPLEX.

M. T. See, T. A. Armstrong, and W. C. Weldon 2004 **Effect of a ractopamine feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs.**

<http://jas.fass.org/cgi/reprint/82/8/2474?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&fulltext=ractopamine&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=30&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT>

*Ramón García-Castillo<sup>2</sup>, Jhonisel Velásquez-Gumecindo<sup>2</sup>, Regino Morones-Reza<sup>2</sup>, Jorge Ramsy Kawas-Garza<sup>3</sup>, Jaime Salinas-Chavira<sup>4</sup>* 2006 **METABOLITOS EN SUERO SANGUÍNEO DE CERDOS ALIMENTADOS CON DIETAS SUPLEMENTADAS CON CROMO-L-METIONINA<sup>1</sup>**

<http://www.latindex.ucr.ac.cr/agromeso-17-2/Garcia-metabolitos.pdf>

**Rogério Ferreira da Silva; <sup>\*\*\*</sup> Ruberval A. Lopes; <sup>\*\*</sup> Miguel A. Sala; <sup>\*</sup> Dionísio Vinha; <sup>\*\*</sup> Simone C. H. Regalo; <sup>\*\*\*</sup> Ana Maria de Souza & <sup>\*\*\*</sup> Zita Maria de O.**  
**2006** Action of Trivalent Chromium on Rat Liver Structure. Histometric and Haematological Studies

[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071795022006000300014&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071795022006000300014&lng=es&nrm=iso&tlng=en)