

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



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

TESIS

POR

JUAN FRANCISCO ZAMARRIPA PEREZ.

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREON, COAHUILA; MEXICO.

MARZO DE 2011

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



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

TESIS

POR

JUAN FRANCISCO ZAMARRIPA PEREZ.

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Asesor principal

MVZ. SILVESTRE MORENO AVALOS

TORREON, COAHUILA; MEXICO.

MARZO DE 2011

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**Efecto de la suplementacion en la dieta de cromo y ractopamina comercial
sobre la productividad general y características de la canal en cerdos
durante la etapa de engorda**
TESIS

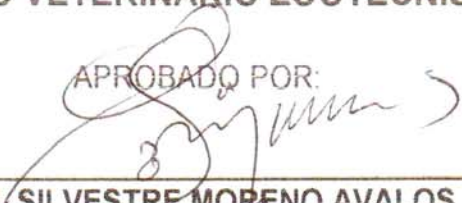
POR

JUAN FRANCISCO ZAMARRIPA PEREZ

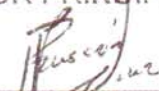
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADO POR:



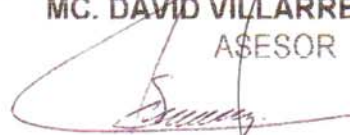
MVZ SILVESTRE MORENO AVALOS
ASESOR PRINCIPAL



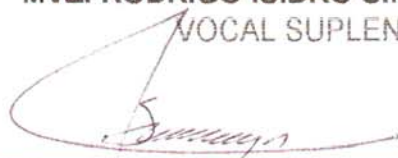
MVZ. CARLOS RAÚL RASCON DIAZ
ASESOR



MC. DAVID VILLARREAL REYES
ASESOR



MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO
VOCAL 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 suplementacion en la dieta de cromo y ractopamina comercial
sobre la productividad general y características de la canal en cerdos
durante la etapa de engorda
TESIS**

POR

JUAN FRANCISCO ZAMARRIPA PEREZ

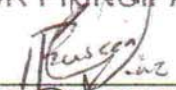
**QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:**

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ARROBADO POR:

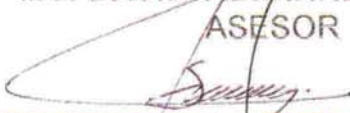


MVZ. SILVESTRE MORENO AVALOS
ASESOR PRINCIPAL

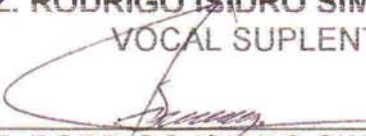


MVZ. CARLOS RAUL RASCON DIAZ
ASESOR

MC. DAVID VILARREAL REYES
ASESOR



MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO
VOCAL SUPLENTE



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:

FILIBERTO ZAMARRIPA VALENZUELA Y MA. DE LOURDES PEREZ OROZCO
POR HABER REALIZADO TANTOS ESFUERZOS Y SACRIFICIOS PARA
PODER REALIZAR EL SUEÑO DE TODA PERSONA EL SER PROFESIONISTA

A MIS HERMANOS:

POR TANTAS COSAS QUE HEMOS CONVIVIDO A LO LARGO DE LA VIDA Y
EL APOYO INCONDICIONAL EN TODAS LAS ETAPAS DE LA VIDA, GRACIAS.

A LA FAMILIA SALAZAR PEREZ:

POR HABER CONFIADO EN MI Y ABRIRME LAS PUERTAS DE SU CASA, Y
AYUDANDO ASI PODER REALIZAR MI PROYECTO DE TITULACION.

A LA FAMILIA RANGEL PEREZ:

POR HABER CONFIADO EN MI AL HABERME DADO LA OPORTUNIDAD DE
EMPRENDER EL VUELO, QUE AL DIA DE HOY APESAR DE HABER SUFRIDO
ALGUNOS ALTIBAJOS EN LA VIDA UN PUEDO SEGUIR LABORANDO.
AUNQUE NO ERA LO QUE YO TENIA PENSADO HACER A LO LARGO DE

ESTOS DOS AÑOS HE APRENDIDO A NO HACER MI TRABAJO POR HACER
LO SINO POR QUE ME GUSTA HACERLO.

A MIS AMIGOS:

A TODAS ESAS PERSONAS QUE DENTRO Y FUERA DE MI ALMA TERRA
MATER SIEMPRE ESTUBIERON A MI LADO EN LAS BUENAS Y AUN MÁS EN
LAS MALAS.

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 ANTONIO SALAZAR LUNA Y SILVESTRE MORENO
AVALOS QUIENES ME ASESORARON EN LA ELAVORACION
DE PROYECTO DE TESIS

A LAS EMPRESAS ALLTECH DE MEXICO, QUIENES HICIERON POSIBLE MI
PARTICIPACION EN LA REALIZACION DEL EXPERIMENTO DEL PROYECTO
DE TESIS, PARA OBTENER EL GRADO DE M.V. Z.

RESUMEN

El uso de aditivos en la suplementación en la dieta de los cerdos es indispensable en los últimos años gracias a eso se ha estado mejorando la calidad de carne en la canal de los cerdos por lo cual ha taido como consecuencia la utilización de cromo y ractopamina para mejorar la convesion alimenticia.

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.

Otra de las características importantes de la utilización de cromo y ractopamina es que favorece la blastogénesis.

PALABRAS CLAVES: CROMO, RACTOPAMINA, FACTOR DE TOLOERANCIA A LA GLUCOSA, BLASTOGENESIS, CONVERSION ALIMENTICIA.

CONTENIDO

DEDICATORIAS	I
AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN	IV
INDICE DE TABLAS	V
INDICE DE IMÁGENES	VI
I.- INTRODUCCION	1
1.1.- FACTORES DE TOLERANCIA ALA GLUCOSA.	4
1.2.- ACTIVIDAD BIOLOGICA Y METABOLISMO DEL CROMO	6
2.- RACTOPAMINA	7
2.1.- RECEPTORES ADRENERICOS	9
2.2.- B- AGONISTAS Y CRECIMIENTO ANIMAL	10
2.3.- B- AGONISTAS ADRENERGICOS Y METABOLISMO	12
2.4.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS B- AGONISTAS.	14
3.- OBJETIVO	16
4.- REVICION DE LITERATURA	17
4.1.- BIOCRHOME	17
4.1.1.- QUE ES EL COEFACTOR III	17
4.1.2.- COMO ACTUA EL BIOCHROME	18

4.1.3.- QUE BENEFICIOS SE PUEDEN OBTENER	18
5.- CROMO	20
6.- RACTOPAMINA	28
6.1.- CARACTERISTICAS DELPAYLEAN	34
6.1.1.- FORMULACION	34
6.1.2.- SEGURIDAD	35
6.2.- APLICACIONES Y USOS	37
7.- MATERIALES Y METODOS	38
7.1.- EXTENCION	39
7.1.1.- OROGRAFIA	39
7.1.2.- HIDROGRAFIA	39
7.1.3.- CLIMA	39
7.2.- PRINCIPALES ECOSISTEMAS	40
7.2.1.- FLORA	40
7.2.2.- FAUNA	40
8.- METODOS	42
9.- RESULTADOS	45
10.- COMENTARIOS FINALES	57
11.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	58

INDICE DE TABLAS

Tabla1.Población	Económicamente	Activa	por	Sector
Pág. 26				

INDICE DE IMÁGENES

Imagen No. 1	PAG. 6
---------------------	---------------

I.-INTRODUCCIÓN

1.-CROMO

El cromo es el elemento número 21 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 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-Gámez 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 ligandos 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 ligandos para ser completamente activo, tales como ácido nicotínico, la glutatona y otros ligandos orgánicos de sulfhidrilo. (Ana Alvarado-Gómez 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-Gómez 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.- RACTOPAMINA

La producción de cerdos no sólo ha avanzado en la obtención de líneas genéticas precoces, con mejores índices de conversión de alimento, sino también y hacia la obtención de cerdos con canales mucho más magras. Este avance ha sido motivado primeramente por la necesidad de incrementar los requerimientos obtenidos en el desposte de las canales, de manera de que éstos proporcionen una mayor cantidad de carne con la consecuente mejora en la rentabilidad y una mayor demanda de este tipo de carnes en base a exigencias relacionadas con la salud de los consumidores. Adicionalmente a la mejora genética, se han desarrollado aditivos no nutricionales, los cuales son capaces de mejorar los rendimientos productivos, como por ejemplo el compuesto ractopamina. Estos aditivos permiten incrementar ciertos indicadores productivos y la modificación del tejido magro en el cerdo, con disminución de la concentración de grasa subcutánea e intramuscular. Este producto es un agonista β -adrenérgico de la familia de las fenoletolaminas, que actúa sobre los receptores β -adrenérgicos de las células adiposas y del músculo esquelético, promoviendo la lipólisis, con el consecuente incremento del magro en la canal (Smith y Paulson, 1994; Spurlock *et al.*, 1994; Crome *et al.*, 1996). (Aníbal Pérez col., 2005)

A raíz de la prohibición de las hormonas esteroideas como agentes promotores del crecimiento animal, comenzaron a popularizarse en todo el mundo los llamados “agentes de reparto” o β -agonistas, como sustitutos de los antitiroideos y de los compuestos hormonales. Se trata de los últimos productos que se han incorporado (por ahora) a la ya larga lista de promotores del crecimiento o anabolizantes. Son sustancias obtenidas por síntesis química que se ligan a los receptores β -adrenérgicos celulares y actúan como los mediadores fisiológicos naturales; por lo tanto se parecen a la noradrenalina (norepinefrina) y adrenalina (epinefrina) no

solo en su mecanismo de acción sino también en su estructura química, ya que se trata de análogos estructurales de la β -fenil-etanolanina. (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

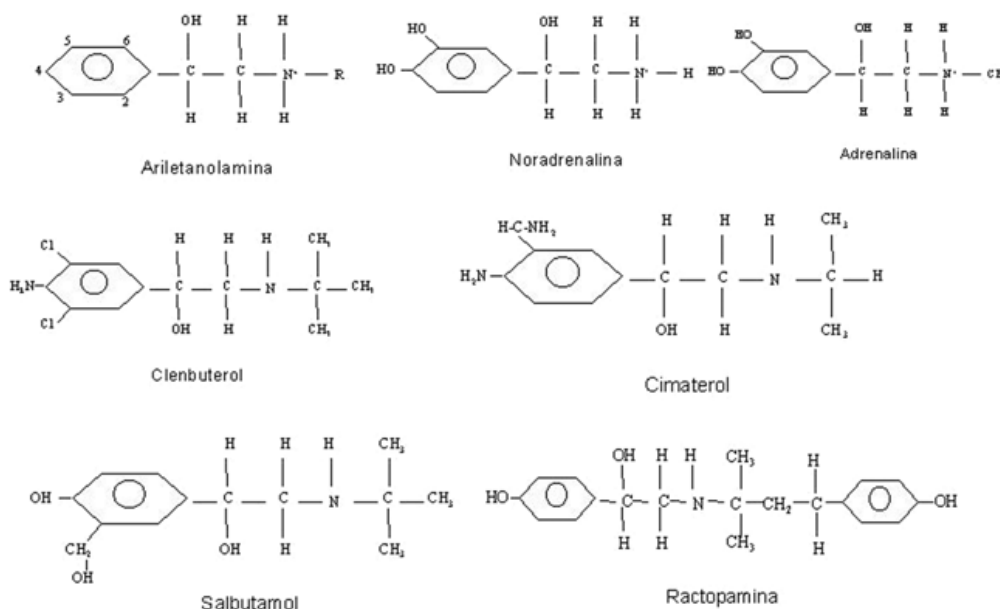


Imagen No. 1 (BERNABE SANZ PEREZ col., 2002)

Las catecolaminas (noradrenalina y adrenalina) son neurotransmisores simpaticomiméticos que provocan una inmediata adaptación del metabolismo a las situaciones de estrés (frío, calor, ruidos, luchas, miedo, etc.) para mantener la homeostasis del organismo. Además estimulan la lipólisis, con la consiguiente liberación de ácidos grasos, ejerciendo por otra parte un efecto positivo en la retención de nitrógeno. Las células efectoras interactúan por medio de los *receptores específicos* de su superficie celular. (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

Cuando las catecolaminas estimulan a los receptores adrenérgicos celulares se inician una serie de cambios en la membrana que van seguidos de una cascada de acontecimientos en el interior de la célula. Las sustancias que ponen en

marcha la respuesta al estímulo se conocen como *agonistas* y las que la bloquean, impidiendo la interacción del agonista con el receptor, reciben el nombre de *antagonistas* o *agentes bloqueadores de los receptores*. Al unirse los agonistas con los receptores β -adrenérgicos, el complejo resultante, agonista-receptor, activa a las proteínas G (o N) que son los principales mediadores de las respuestas adrenérgicas celulares. Las dos proteínas G mejor conocidas son la G_s y la G_i . La primera al activarse se une al trifosfato de guanina (GTP) que activa, a su vez, a la adenilciclase, enzima que rinde adenosin monofosfato cíclico (cAMP). Se trata de una de las enzimas intracelulares más importante. Por su parte la proteína G_i inhibe a esta enzima. (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

2.1.- Receptores adrenérgicos

Se conocen dos tipos de receptores adrenérgicos, el α y el β : Ambos tipos poseen agonistas y antagonistas específicos, lo que permite estimular o inhibir a un tipo sin afectar al otro. Tanto los receptores α como los β se dividen en subtipos que desempeñan distintas funciones; también éstos pueden activarse o inhibirse de forma diferencial. (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

Las funciones principales desempeñadas por los receptores α -adrenérgicos son vasoconstricción, relajación de la musculatura lisa y dilatación pupilar. En cambio los receptores β intervienen en la estimulación de la frecuencia y contracción cardíacas, vasodilatación, broncodilatación y lipólisis. En cualquier tratado moderno de fisiología o farmacología el lector interesado podrá ampliar detalles sobre los receptores. (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

Se conocen tres subtipos de receptores β adrenérgicos: β_1 , β_2 y β_3 . En la mayor parte de las células de los mamíferos se han encontrado receptores β -adrenérgicos, sin embargo, su distribución y sus proporciones respectivas varían de unos tejidos a otros dentro de cada especie animal. Su distribución en el mismo tejido varía también de unas especies a otras, y por último, la secuencia de aminoácidos de los distintos subtipos de receptores cambia de unas especies animales a otras. Debido a estas variaciones los efectos farmacológicos observados tras la administración oral de un β -agonista adrenérgico son complejos y difíciles de discernir. Mersmann (1998) ha revisado la modulación del crecimiento animal bajo el efecto de los β -agonistas y los mecanismos de acción propuestos. (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

2.2.- B-agonistas y crecimiento animal.

Cunningham demostró en 1965 que podía modificarse el crecimiento suministrando a los animales sustancias que directa o indirectamente cambian los niveles celulares de adenosin monofosfato cíclico (cAMP), por ejemplo, cafeína, teofilina, nicotina y epinefrina. Casi 20 años más tarde, Ricks y col. (1984) señalaron que podía modularse el crecimiento de los animales suministrándoles con el pienso clenbuterol. En el ganado en crecimiento (vacuno, porcino, aviar y lanar) esta sustancia aumentó la masa muscular y disminuyó el contenido graso. En algunos casos aumentó igualmente la ganancia de peso y la eficiencia de la conversión del pienso en carne. En los años siguientes fue práctica corriente suministrar con el pienso a los animales éste y otros β -agonistas (cimaterol, ractopamina, salbutamol, etc) con resultados parecidos. Adelantemos ahora que el empleo como promotores de estas sustancias está prohibido en la UE y en EEUU. (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

Los efectos de los β -agonistas son menos manifiestos en los pollos que en los corderos, los cerdos ocupan a este respecto un lugar intermedio y el vacuno responde, poco más o menos, como los lanares. Posiblemente estas diferencias son consecuencia de que algunas especies animales (cerdos y pollos) se han seleccionado tanto, con vistas a mejorar su crecimiento, que prácticamente el margen de mejora que tienen es ya muy pequeño y está muy próximo al crecimiento máximo biológicamente posible (Mersmann, 1998).

Otra posible razón sería que determinado agonista no fuera tan eficaz en unas especies como en otras; por ejemplo, porque no activara tan bien los receptores del tejido diana en una especie. Otras posibles razones serían que los receptores β -adrenérgicos de los tejidos se inactivasen rápidamente o que una especie animal tuviera un número limitado de los mismos con lo que disminuiría la respuesta al agonista. Por desgracia son muchos los factores tangibles e intangibles en los experimentos de crecimiento animal y en los ensayos

Farmacológicos para poder establecer conclusiones comparativas a partir de pruebas individuales. (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

Musculatura esquelética. Uno de los efectos más llamativos del suministro oral de agonistas β -adrenérgicos al ganado vacuno, porcino y ovino es el aumento de la masa muscular. Puesto que el crecimiento post-natal del músculo esquelético es, en parte, consecuencia de su hipertrofia, cabe esperar que se deba al aumento de la síntesis de proteína muscular, a la disminución de la degradación o hidrólisis de la misma, o a una combinación de las dos, estimulada por el agonista β -adrenérgico. Estos aspectos los han tratado con gran detalle, entre otros, Kim y Sáinz (1992) y Sáinz y colaboradores (1993). (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

Tejido adiposo. Otro efecto de la administración oral de agonistas adrenérgicos es la disminución de la grasa de las canales de los animales de abasto. Los agonistas estimulan *in vitro* la degradación del triacilglicerol en células y tejidos obtenidos de varias especies animales e inhiben la síntesis de los ácidos grasos con el glicerol. No obstante, con ciertos agonistas y con adipocitos de determinadas especies se han obtenido resultados negativos.

Hasta los agonistas que disminuyen el contenido graso animal al administrarlos con el pienso y que se unen a los β -receptores *in vitro*, en ocasiones apenas afectan a los adipocitos de la misma especie (Mills y Mersmann, 1995). El aumento de la concentración plasmática de los ácidos grasos sin esterificar, después de suministrar *in vivo* a los animales un agonista β -adrenérgico, sugiere la activación del sistema lipolítico del adiposito. (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

En los cerdos y en las vacas algunos β -agonistas elevan mucho la concentración plasmática de ácidos grasos sin esterificar. En las últimas y en las ovejas la respuesta a la administración crónica de agonistas no es tan clara. En síntesis y como señalan Oksbjerg y colaboradores (1996), los efectos de los β -agonistas en el tejido adiposo no son tan persistentes como en el muscular y en algunos casos resultan contradictorios. (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

2.3.- B-AGONISTAS ADRENÉRGICOS Y METABOLISMO.

Los efectos de los β -agonistas en el metabolismo de las grasas son difíciles de definir: Por una parte, actúan *indirectamente* en la deposición grasa, al aumentar la velocidad metabólica y el gasto energético de los animales tratados y al

disiparse con la termogénesis parte de la energía ingerida se evita la formación de grasa y por otra tiene lugar un *efecto directo* basado en el aumento de los niveles de AMP cíclico en el tejido adiposo. Como se indica más atrás, el ATP se transforma en AMP cíclico que activa la proteinquinasa que por fosforilación estimula a una lipasa intracelular que transforma los triglicéridos en ácidos grasos y glicerol. Por lo tanto aumenta la lipólisis y disminuye la lipogénesis. La importancia relativa de ambos efectos es difícil de cuantificar ya que los valores finales varían bastante en las pruebas *in vitro* e *in vivo* así como con el tipo de β -agonista utilizado y dosis empleada. (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

Por lo que se refiere al metabolismo proteico, los animales tratados con β -agonistas, en comparación con los testigos sin tratar, aumentan la retención de nitrógeno. Un detalle digno de mención es que de todos los efectos ejercidos por los β -agonistas en los animales de abasto el que más persiste es el ejercido en las proteínas musculares. Como ya se ha señalado más atrás, aumenta la musculatura esquelética debido a la hipertrofia de las fibras musculares. La hipertrofia muscular se aprecia especialmente en los llamados “músculos blancos” que abundan más en el cuarto trasero que en otras regiones. Por lo tanto se deja sentir más en los cortes comerciales de carne más apreciados (Sanz, 1995). La destrucción catabólica muscular disminuye al inhibirse las enzimas proteolíticas de los liposomas. (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

Los β -agonistas se conocen coloquialmente como “repartidores de energía” y “agentes de reparto” porque derivan los nutrientes energéticos del tracto gastroentérico y del tejido adiposo a la síntesis láctea y a la hipertrofia muscular.

2.4.- Factores que influyen en los efectos de los β -agonistas.

Las características farmacodinámicas y farmacocinéticas de los fármacos, incluidos los β -agonistas, se ven influenciadas por una serie de factores que influyen o modifican sus acciones, entre ellos, especie animal, raza, edad, forma y ruta de administración del producto, dosis, estabilidad en el pienso, etc. (Mersmann, 1998).

Cada *especie animal* varía en la distribución, especificidad y densidad de los receptores β celulares lo que depende fundamentalmente: 1) de la actividad lipolítica potencial de cada raza, 2) de la sensibilidad a la insulina y 3) de la variación en número y localización de los receptores. Respecto de la *edad* algunos investigadores admiten que el efecto de los β -agonistas es menor en los animales más jóvenes ya que poseen menor número de receptores que los adultos. Otros piensan que el mayor efecto en los animales viejos se debe a una menor secreción de hormona del crecimiento. También se ha visto, por lo que se refiere a la *alimentación*, que hay una interacción positiva entre β -agonistas y ración alimenticia hiperprotéica a la que generalmente se someten los animales de abasto antes de su sacrificio. En relación con el *tiempo de exposición* se ha visto que prolongar el suministro de β -agonistas disminuye mucho los receptores β de las células por lo que se saturan pronto. De aquí que se haya afirmado que a mayor tiempo de exposición, menor efecto (López Bote y col., 1987). En (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

Modificaciones inducidas por los β -agonistas en la composición y calidad de la canal.

Como ya se ha dicho, la inclusión de β -agonistas en la ración alimenticia de los animales origina tres hechos fundamentales:

1. El aumento de la acreción de proteína en la canal (alrededor del 15%).
2. La disminución de la grasa total (un 18% aproximadamente).
3. Un aumento del contenido acuoso de la carne.

La disminución de la grasa se deja sentir en el depósito subcutáneo y en los acúmulos renales, pelvianos y cardíacos. La grasa intramuscular aunque también disminuye lo hace en menor grado, gracias a lo cual la carne presenta una palatabilidad comparable a la de los animales sin tratar. Otra consecuencia de la pérdida parcial de grasa intramuscular es el aumento de la resistencia de la carne a la cizalladura, determinada por el aparato de Warner-Blatzer. Cuando la disminución de la grasa intramuscular es mayor de 2,5% se aprecia en la carne más dureza a la masticación (Chwalibog y col., 1996). (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

En los animales tratados con β -agonistas están disminuidos los niveles de glucógeno muscular por lo que la caída del pH de la carne *post-mortem* no baja tanto como la de los animales sin tratar. Esto influye de dos formas en la capacidad de retención de agua de la carne; de una parte a mayor pH mayor carga neta y por tanto, mayor porcentaje de agua inmovilizada, pero de otra si el pH no baja suficientemente no se liberan catepsinas, enzimas responsables de la acción proteolítica, por lo que el músculo seguirá ligando agua durante su conversión en carne. (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

3.- 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.

4.- REVISION DE LA LITERATURA

4.1.- 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)

4.1.1.- ¿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)

4.1.2.- ¿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)

4.1.3.- ¿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.

5.- CROMO

La minerales traza de cromo trivalente (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 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). Cr^{6+} es mucho más tóxico que la forma trivalente. 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 Cr^{3+} se vuelven tóxicos sólo muy altas dosis; 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 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 o Cr (CrCl₃). 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 CrCl₃. (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 la mitogenesis, pero no en respuesta a photohemaglutinacion (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 Cuarbn, 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 suplementación 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., 2002)

6.- RACTOPAMINA

La producción de cerdos no sólo ha avanzado en la obtención de líneas genéticas precoces con mejores índices de conversión de alimento, sino también hacia la obtención de cerdos con canales mucho más magras. Este avance ha sido motivado primordialmente por la necesidad de incrementar los requerimientos obtenidos en el desposte de las canales, de manera que éstos proporcionen una mayor cantidad de carne, con la consecuente mejora en la rentabilidad y demanda de este tipo de carnes basadas en exigencias relacionadas con la salud de los consumidores. (José Julián Echeverry Zuluaga col., 2007)

Adicionalmente a la mejora genética, se han desarrollado aditivos no nutricionales, los cuales son capaces de mejorar los rendimientos productivos, como por ejemplo el compuesto ractopamina. Estos aditivos permiten incrementar ciertos indicadores productivos y la modificación del tejido magro en el cerdo, con disminución de la concentración de grasa subcutánea e intramuscular. Este producto es un agonista β -adrenérgico de la familia de las fenolestanolaminas, que actúa sobre los receptores β -adrenérgicos de las células adiposas y del músculo esquelético, promoviendo la lipólisis, con el consecuente incremento del magro en la canal (Smith y Paulson, 1994; Spurlock et al., 1994; Crome et al., 1996). (Aníbal Pérez col., 2005)

El principal efecto de la administración de este producto es el de la orientación de los nutrientes hacia la síntesis de proteína muscular. La glucosa y los aminoácidos que llegan al tejido muscular, favorecen la hipertrofia del tejido (aumento en el tamaño de la fibra muscular). La sensibilidad de los receptores agonistas β -adrenérgicos se pierde aproximadamente a los 42 días de utilización, por lo que su

uso se recomienda estrictamente para los últimos 35 días del periodo de finalización. (José Julián Echeverry Zuluaga col., 2007)

Las reducciones de la grasa en las canales es resultado probable en parte de los efectos directos de RAC en el tejido adiposo para estimular la tasa de lipólisis e interferir con la conversión de glucosa y almacenamiento de triglicéridos (Merkel et al., 1987; Veenhuizen et al., 1987; Liu et al., 1989; Mills et al., 1990). Agentes como el RAC, median en su respuesta celular a través de β - receptores adrenérgicos, y la activación de Adenilato ciclasa y proteína quinasa A (PKA), afectan la actividad lipogenico por una doble actividad de los mecanismos. En primer lugar, PKA-dirigido fosforilación de las proteínas pueden disminuir su actividad funcional (Joost et al., 1987; Kim et al., 1989, et Mabrouk al., 1990). En segundo lugar, PKA elevados puede conducir a una disminución en la tasa de transcripción de genes y el contenido clave de proteinasen las células (Goodridge, 1987; Kaestner et al., 1991). Nosotros (Mills et al., 1990) y otros (Merkel et al., 1987) han demostrado que la actividad de las enzimas lipogenico es disminuido en el tejido adiposo de cerdos alimentados con RAC. (C. Y. Liu 1994)

La respuesta de la RAC disminuye con el tiempo, debido a la baja regulación o de sensibilización de los β 1-adrenérgicos (Moody et al., 2000). Anteriores investigaciones se ha centrado en la alimentación con una dieta con una concentración constante de RAC por un período determinado de tiempo. Otros beneficios más allá de una dieta con una concentración constante RAC se ha informado de la dieta cuando la concentración de RAC se incrementa durante el curso del período de alimentación RAC (Trapp et al., 2002). En consecuencia, parece posible mantener la respuesta de RAC en el animal vivo por un período más largo de tiempo de cambiar la concentración de RAC en la dieta durante todo el período de alimentación en comparación con una dieta constante la concentración de RAC. (M. T. See et al., 2004)

El empleo de ractopamina ha permitido experimentar resultados variables sobre el cerdo al ser adicionada a valores desde 5, 10 y 20 ppm sobre la respuesta productiva, ganancia diaria de peso (Dunshea et al., 1993a; Williams et al., 1994), rendimiento en canal (Williams et al., 1994; Crome et al., 1996) y pérdidas por goteo. Sin embargo las pruebas señalan que el efecto más notorio de este compuesto se manifiesta sobre la modificación de las características del tejido magro (Armstrong et al., 2004). (Aníbal Pérez col., 2005)

La utilización de este producto exige modificar la densidad de nutrientes, particularmente aminoácidos, para soportar el aumento en la síntesis de proteína. Por otro lado, al hablar de los requerimientos de aminoácidos en la alimentación de los cerdos, hay que tomar en cuenta que éstos se basan en suplir en primera instancia los requerimientos de lisina, el cual se considera como el principal aminoácido limitante en la alimentación de esta especie. En términos prácticos, se recomienda aumentar el aporte de lisina y de proteína (en 0, unidades porcentuales y a un mínimo del 16%), manteniendo constantes (con relación a las dietas normales de finalización) el resto de los nutrientes. Sin embargo, la demanda de lisina (y de otros aminoácidos) es una función directa de la síntesis de proteína (muscular, en este caso), y por tanto, la precisión de la formulación puede incrementarse sensiblemente conociendo la tasa de crecimiento magro. (José Julián Echeverry Zuluaga col., 2007)

Los requerimientos de aminoácidos en los cerdos se encuentran influenciados, entre otros, por factores genéticos (magro vs. grasa), sexo, concentración de energía de la dieta, biodisponibilidad de estos aminoácidos y la frecuencia de alimentación (Hahn et al., 1995). Se han evaluado los efectos de la lisina en las características de la canal del cerdo, sobre el rendimiento de la canal al beneficio, profundidad de la grasa dorsal en la última y antepenúltima costilla, área del

músculo longissimus dorsi y porcentaje de tejido magro, encontrándose resultados variables de acuerdo al nivel de incorporación dado, capacidad genética y el sexo (Hansen y Lewis, 1993; Hahn et al., 1995). (Aníbal Pérez col., 2005)

La posibilidad de la interacción RAC-sexo no ha sido suficientemente explorado. En algunas partes del mundo cerdos machos no son castrados, lo que permite la explotación de la manera más rápida y magro crecimiento del verraco. No se sabe si los verracos de un mejor genotipo que ya exhiben altas tasas de crecimiento responderían a RAC. Esta es una consideración importante, porque las respuestas a la somatotropina porcina (p ST) fueron mayores para cerdas jóvenes y cerdos castrados que para los verracos, y de hecho, en algunos casos el efecto del sexo (sexo; verracos, cerdos castrados, cerdas jóvenes) sobre el crecimiento y rendimiento en la composición de la canal se redujo o incluso fue negativa. (F. R. Dunshea et al., 1993)

La selección genética para la obtención de animales mucho más magros propicia un aumento de los requerimientos de lisina del cerdo (Friesen et al., 1994). Por lo tanto, los requerimientos de lisina para los cerdos durante el engorde dependerán del tipo de dieta y del criterio de respuesta en el intento de obtener una óptima respuesta en ganancia de peso, conversión de alimento, características de la canal y tasa de retención de proteína en el músculo para lo cual es importante establecer un nivel adecuado nivel de este aminoácido en la dieta (NRC, 1998) (Aníbal Pérez col., 2005)

Clorhidrato de ractopamina (Paylean, Elanco Animal Health, Indianapolis, IN) es un aditivo para piensos que aumenta la tasa de eficiencia y el crecimiento del tejido muscular (Watkins et al., 1990; Moody et al., 2000). Recientemente se ha aprobado para ser alimentados en concentraciones de 5 a 20 ppm para un

máximo de los últimos 41 kg antes de su comercialización (Elanco, 1999). Cada productor de carne de cerdo debe considerar el uso óptimo de ractopamina, incluido el nivel y la duración de uso antes de su comercialización. Además, el número y la composición de las dietas que incluyen ractopamina deben ser evaluadas. Este tipo de optimización que se puede lograr mediante el uso de un modelo de crecimiento de composición (Schinckel y De Lange, 1996; De Lange et al., 2001). (A. P. Schinckel et al., 2003)

Alimentar con ractopamina (RAC; Paylean, Elanco Animal Health, Greenfield, IN) para cerdos en finalización para los últimos 28 a 35 d antes de su comercialización se traduce en mejoras en vivo y en características de canal (Watkins et al., 1990; Stites et al. 1991). Los datos recientes indicaban que la mejora con la suplementación con RAC es similar independientemente de la concentración de RAC en la dieta (Armstrong et al., 2002). Además, la respuesta de RAC no es constante durante el transcurso del período de alimentación (Dunshea et al., 1993; Williams et al., 1994; Kelly et al., 2003). En concreto, la respuesta de la RAC en el animal vivo aumenta rápidamente; pero en el periodo de estancamiento, parece disminuir durante el transcurso del período de alimentación con RAC (Dunshea et al., 1993; Williams et al., 1994; Kelly et al., 2003). (M. T. See et al., 2004)

RAC ha sido diseñado para reparto de nutrientes EN CERDOS cuando se incorporan a la dieta. Baja el consumo de alimento diario y mejora la eficiencia alimentaria en repetidas oportunidades se ha informado en cerdos cuando se han administrado 10 a 20 ppm de RAC (Jones et al., 1988; Aalhus et al., 1990; Gu et al., 1991). (B. E. Uttaro et al., 1993)

Las fenoletanolaminas son similares en composición química a las catecolaminas, que han demostrado inducir la resistencia a la insulina en vivo en los seres

humanos (Rizza et al., 1979, 1980; Lager et al., 1986) y los animales de experimentación (Shikama y Ui, 1975 ; James et al., 1986). En experimentos in vitro, tanto la sensibilidad y la capacidad de respuesta de la insulina estimula el metabolismo de la glucosa en adipocitos aislados han demostrado ser disminuido por la exposición a algunos catecolaminas (Kitsch et al., 1983; L6nnroth y Smith, 1983; Smith et al., 1984 ; Odiar et al., 1986). Se desconoce si ractopamina provoca efectos similares sobre el metabolismo del tejido adiposo. (D. B. Hausman et al., 1989)

Ractopamina puede incluirse en dietas para cerdos que contienen 16% CP, y es aprobado por el FDA de EE.UU. en cerdos en la etapa de finalización de 41 a 109 kg de peso corporal. La disminución de las concentraciones de AA pueden no ser suficientes para cubrir en los requerimientos de los cerdos alimentados con ractopamina (Schinckel et al., 2000, 2003; Webster et al., 2002b). Por otra parte, la lisina: energía (Lys: ME) la relación ractopamina-alimento en cerdos pueden tener un efecto más profundo en el rendimiento en canal y composición absoluta de los valores de ingesta de energía. (J. K. Apple et al., 2004).

La mayoría de los β -agonistas adrenérgicos excepto ractopamina, que fue recientemente autorizado como aditivo para la alimentación de cerdos en los Estados Unidos, están ahora prohibidos por el uso como aditivos para piensos en los alimentos animales. Debido a la mejora del crecimiento en los animales alimentados con ractopamina, existe la posibilidad de que la adulteración de los piensos con ractopamina podría resultar en residuos en los tejidos animales y llevar a la intoxicación humana. (J. P. Wang 2006)

PAYLEAN® 20:

6.1.- CARACTERISTICAS

Paylean® 20 garantiza pureza, potencia, homogeneidad

Paylean® 20 es un producto seguro y efectivo

Paylean® 20 es una formulación robusta, de alta calidad, con la distribución correcta del tamaño de partícula y las características físicas correctas.

6.1.1.- FORMULACION

Formulación es clave para la eficacia porque:

Cuando se administran productos para la salud y el desempeño de los animales, es crítica la calidad constante para lograr resultados consistentes.

Una mala distribución ó uniformidad de micronutrientes, ocasiona una reducción del desempeño y la eficiencia de los animales, disminuyendo las utilidades de su negocio.

Paylean® 20 solo hay uno debido a:

Su formulación Granular.

Su resistencia a los procesos de producción de alimento.

A que ofrece calidad constante.

No es polvoso.

6.1.2.- SEGURIDAD

Paylean® 20 es el único producto en su tipo que garantiza los siguientes procesos de manufactura, desde la materia prima hasta el producto terminado, tales como:

Buenas Prácticas de Manufactura actualizados (BPMA)

Análisis de Riesgo y Puntos Críticos de Control (HACCP por sus siglas en inglés)

BSI (Business Standards International) auditado para estándares de ISO 9002

Trazabilidad

Paylean® 20 es el único producto en su tipo que sigue una inspección de rutina y certificación por parte de autoridades regulatorias de armacéuticos para uso humano en Estados Unidos y la Unión Europea:

Food and Drug Administración de Estados Unidos de América (FDA)

The Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency Del Reino Unido (MHRA)

The Irish Medicines Board de Irlanda (IMB)

Paylean® 20 es el único producto en su tipo que garantiza la seguridad e inocuidad alimentaria, evitando la contaminación con sustancias prohibidas y/o dañinas en la producción de carne de cerdo, asegurando el acceso al mercado nacional e internacional.

Para garantizar una calidad constante, Elanco® certifica que Paylean® 20 se fabrica sin material proveniente de rumiantes, eliminando el riesgo relacionado con la posibilidad de contaminación con BSE (Encefalopatía Espongiforme Bovina).

Paylean® 20 cumple con los más altos requisitos de seguridad alimentaria, al cubrir los estándares de países como Estados Unidos, Japón, Australia, Canadá, etc.

6.2.- APLICACIONES Y USOS

Paylean® 20 es la tecnología de Elanco® que trabaja para los porcicultores modernos. Paylean® 20 es un ingrediente para el alimento de cerdos, seguro y aprobado que dirige los nutrientes para mejorar la eficiencia en producción e incrementar la ganancia magra de la canal.

Investigaciones extensas, universitarias y privadas, así como resultados de campo en México han demostrado, de manera constante, que Paylean® 20:

Mejora la eficiencia en la conversión alimenticia (10 al 15%)

Produce mejoras significativas en el rendimiento en canal y en el porcentaje de carne magra

Se ha demostrado de manera constante que las mejorías en la ganancia diaria y la eficiencia en la conversión alimenticia son del 10% a 15%.¹ No es necesario retirar Paylean® 20 antes del sacrificio de los animales destinados para el consumo humano. El periodo de administración promedio con Paylean® 20 debe ser de 28 días para obtener un desempeño y respuesta en rentabilidad óptimos. (Datos comerciales del producto 2007)

7.- 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: 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)

7.1.- 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: 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 Yucatán 2007-2012)

7.1.1.- 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.

Hidrografía

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

7.1.3.-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)

7.2.- Principales Ecosistemas

7.2.1.-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)

7.2.2.- 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:

Sector	Porcentaje
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.

8.- 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:

- o **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).
 - o **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:**
 - o 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:**

- o 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:**

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

- **Análisis de los datos:**

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

9.- RESULTADOS

Los resultados se muestran en gráficos 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, T2 un peso promedio de 29.47 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, T2 un peso de 51.29 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 ,el grupo T2 es de 73.11 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, el grupo T2 es de 94.0 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 T2 es de 7708.0 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 conversión alimenticia tuvo menos que el grupo testigo (biochrome).(grafica 8).

Así mismo podemos ver en el grafico No. 9 en la cual observamos la conversión 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 , el grupo T2 tiene un peso de 62.01 y el grupo control es de 58.59 kg.

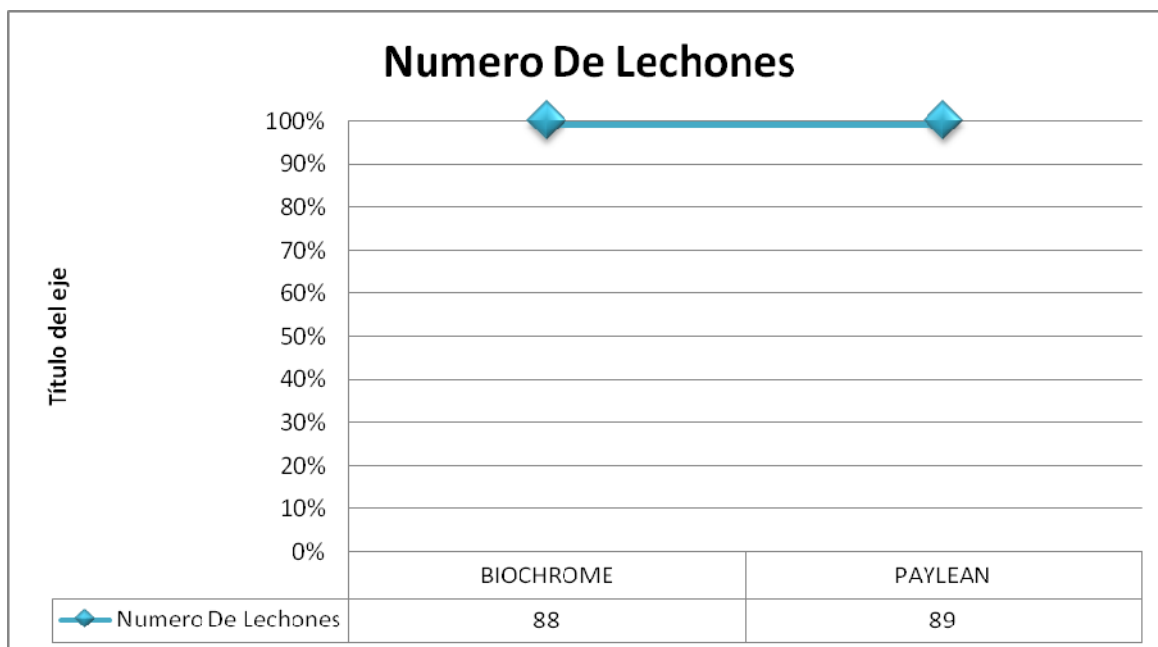


Grafico No. 1

En el grafico No. 1 se muestran el número de cerdos seleccionados de manera homogénea para la prueba; 88 para BIOCHROME (T1) y 89 para PAYLEAN (T2).

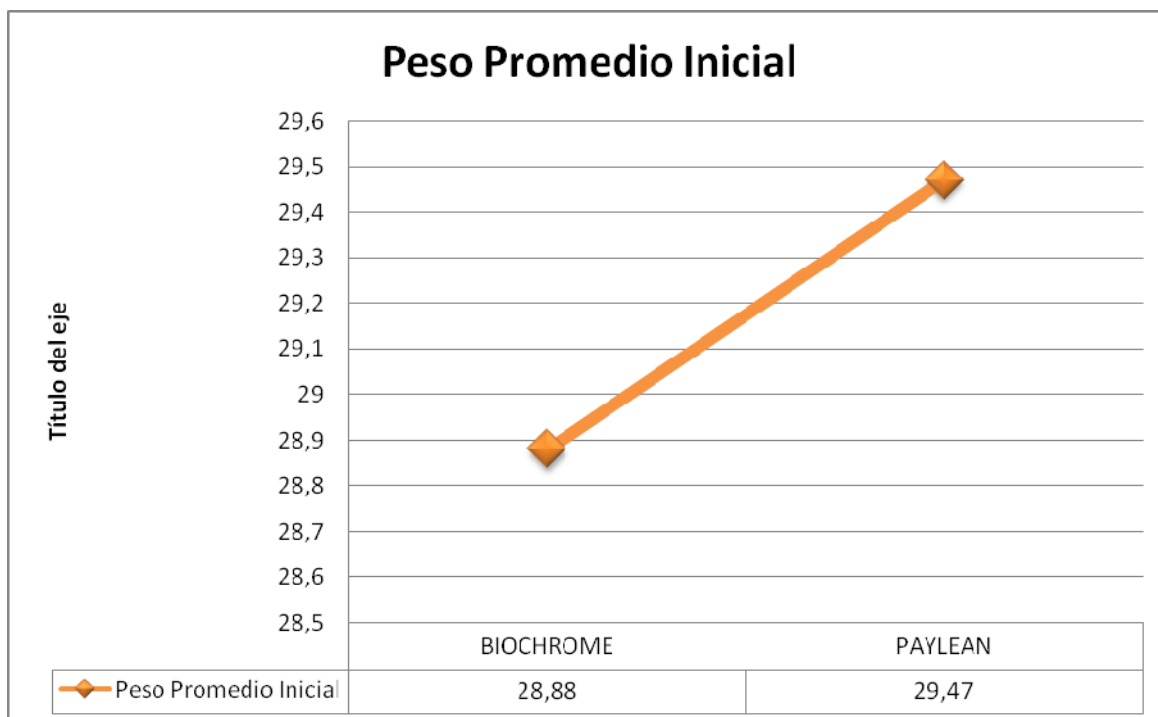


Grafico No. 2 el grafico No. 2 nos muestra el peso promedio inicial de los cerdos, donde se observa en T1 un peso promedio por cerdo de 28.88 kg Y en T2 un peso promedio por cerdo de 29.47 kg

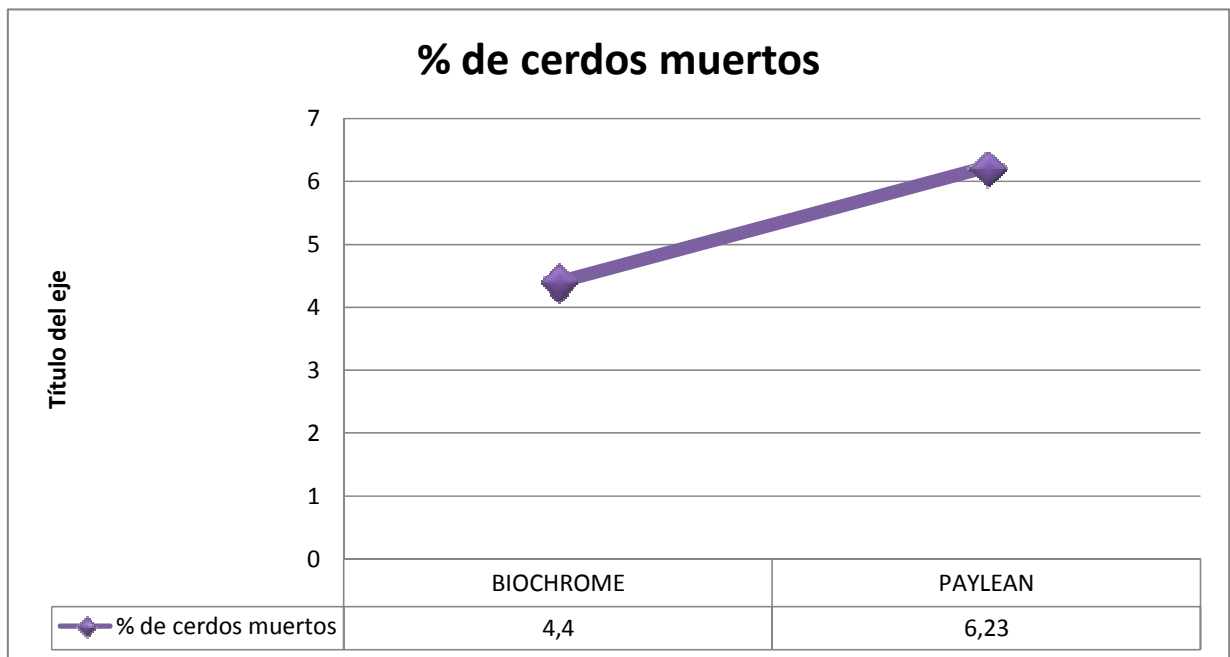


Grafico No. 3 de nombre % de cerdos muertos, en este grafico podemos ver el porcentaje de cerdos muertos en el transcurso de la prueba, así mismo hay que destacar que tanto T1, como T2, no tienen influencia sobre la mortalidad, estos solo promueven un mejoramiento en la conversión alimenticia, baja en el depósito de grasa, no tienen el efecto de un antibiótico.

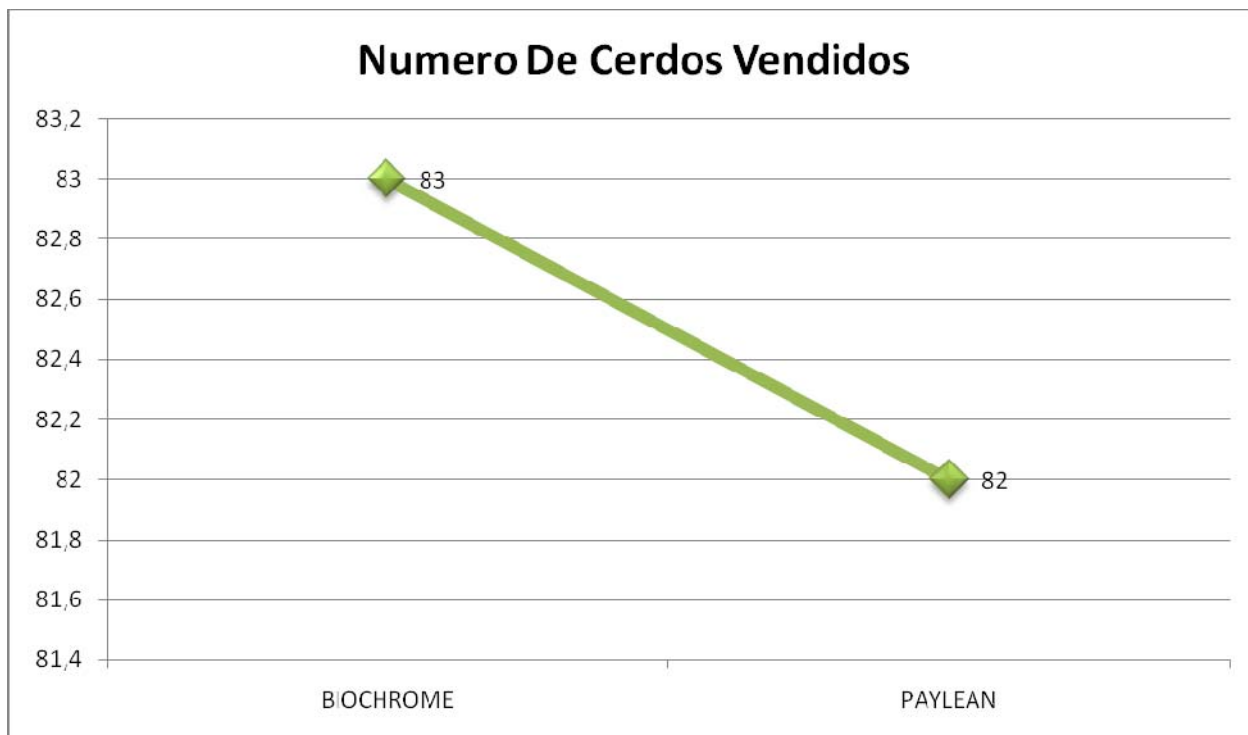


Grafico No. 4

En el grafico No. 4 observamos el numero de cerdos vendidos al final del ciclo de engorda, así como los resultados que se aprecian en el grafico

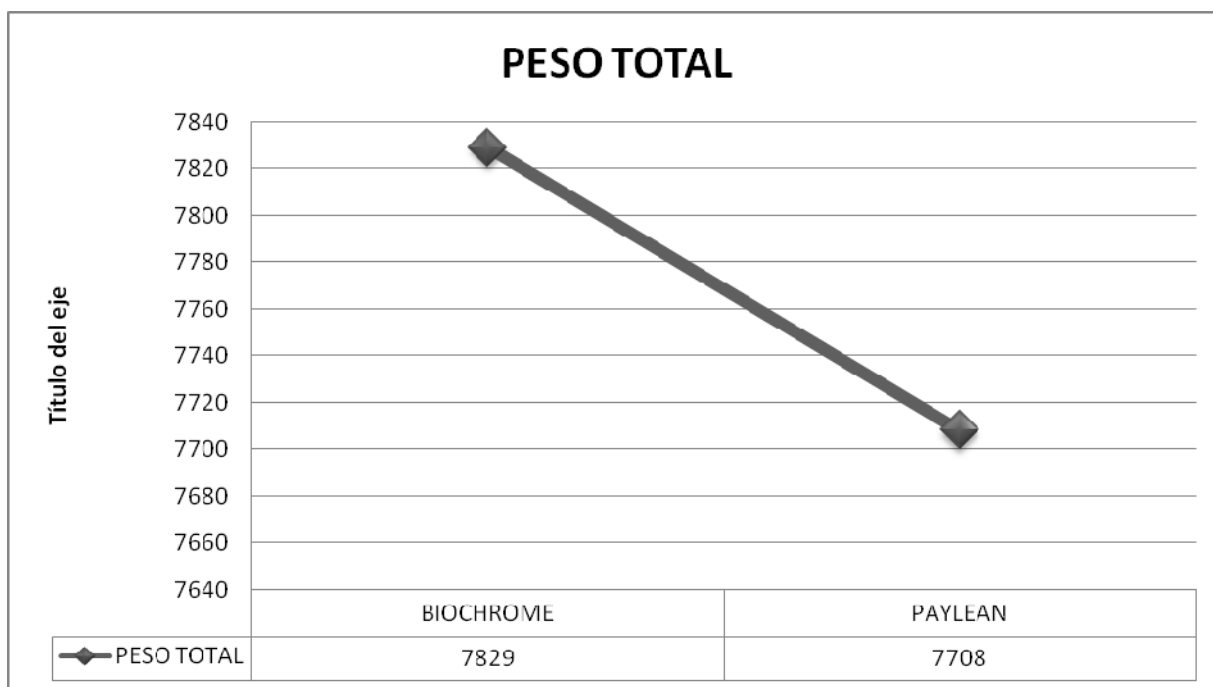


Grafico No. 5

No. 5 nos muestran el peso total de cerdos, teniendo una mejor conversión alimenticia los cerdos del T1,

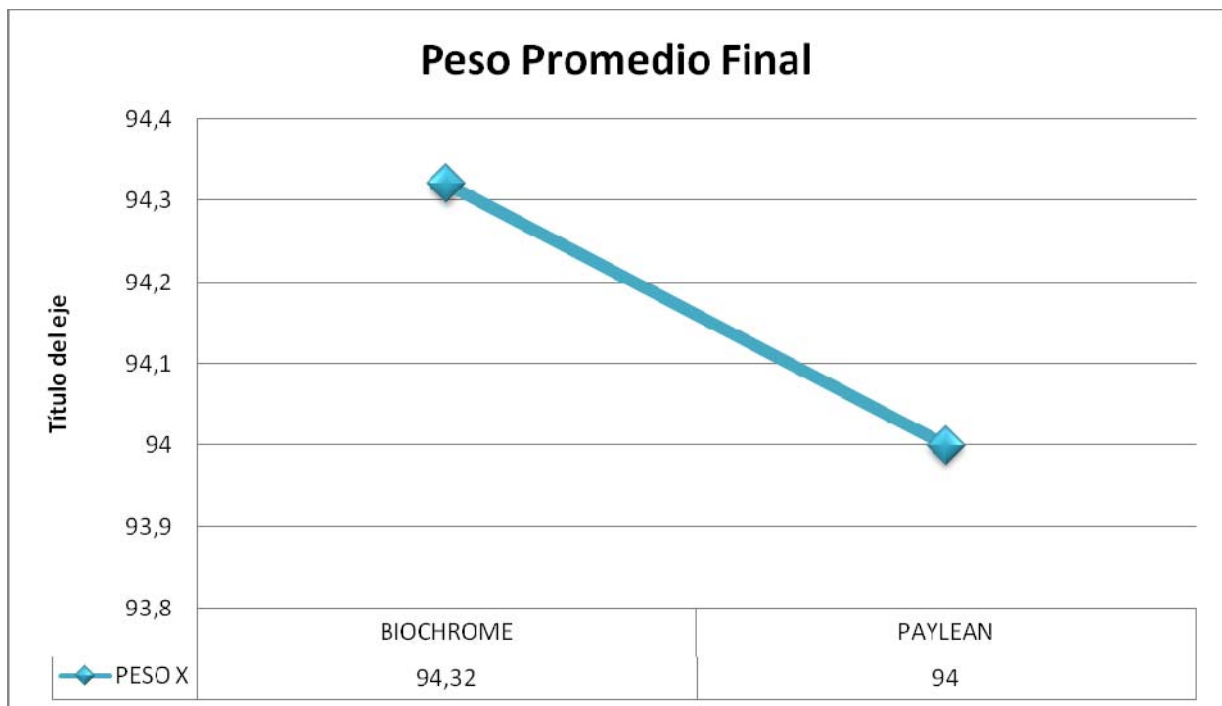


Grafico No. 6

Los resultados que se aprecian en el grafico No. 6 nos muestra el peso promedio final de los cerdos destacando TI que fue el que tubo una mayor incremento en cuanto al peso promedio.

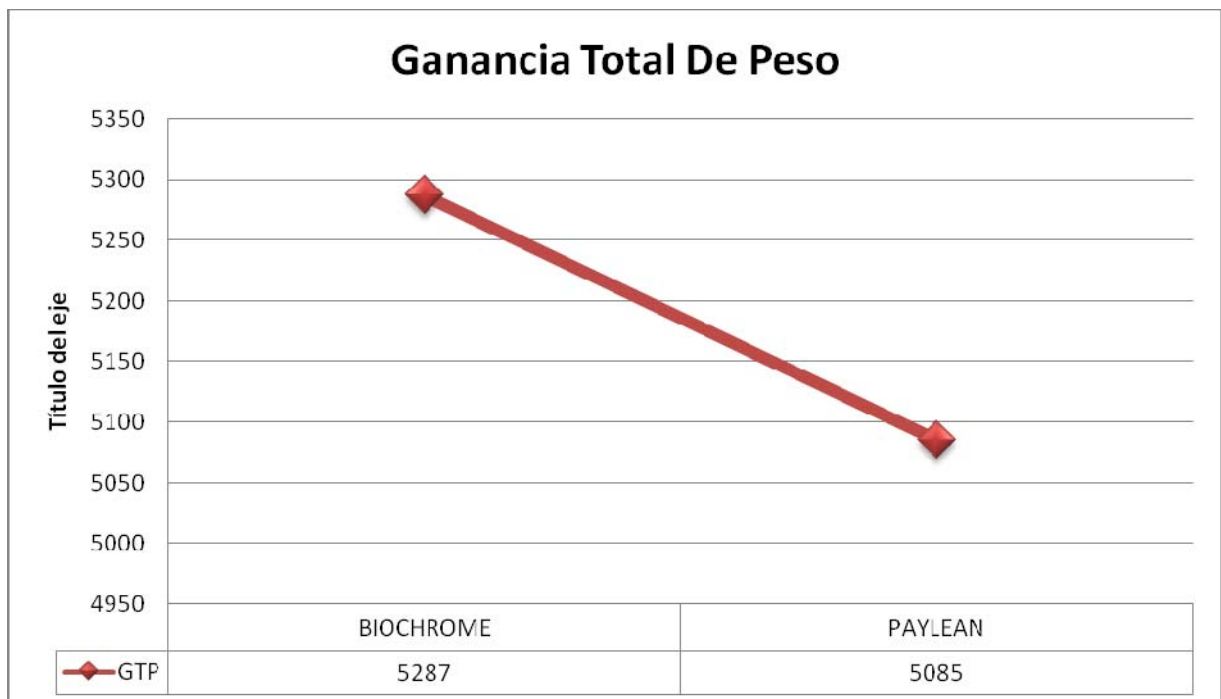


Grafico No. 7

En el grafico No. 7 se muestran los resultados de la ganancia total de peso en el cual podemos ver que T1 tiene una mayor ganancia total, así mismo tubo un mayor consumo de aliento como lo representa

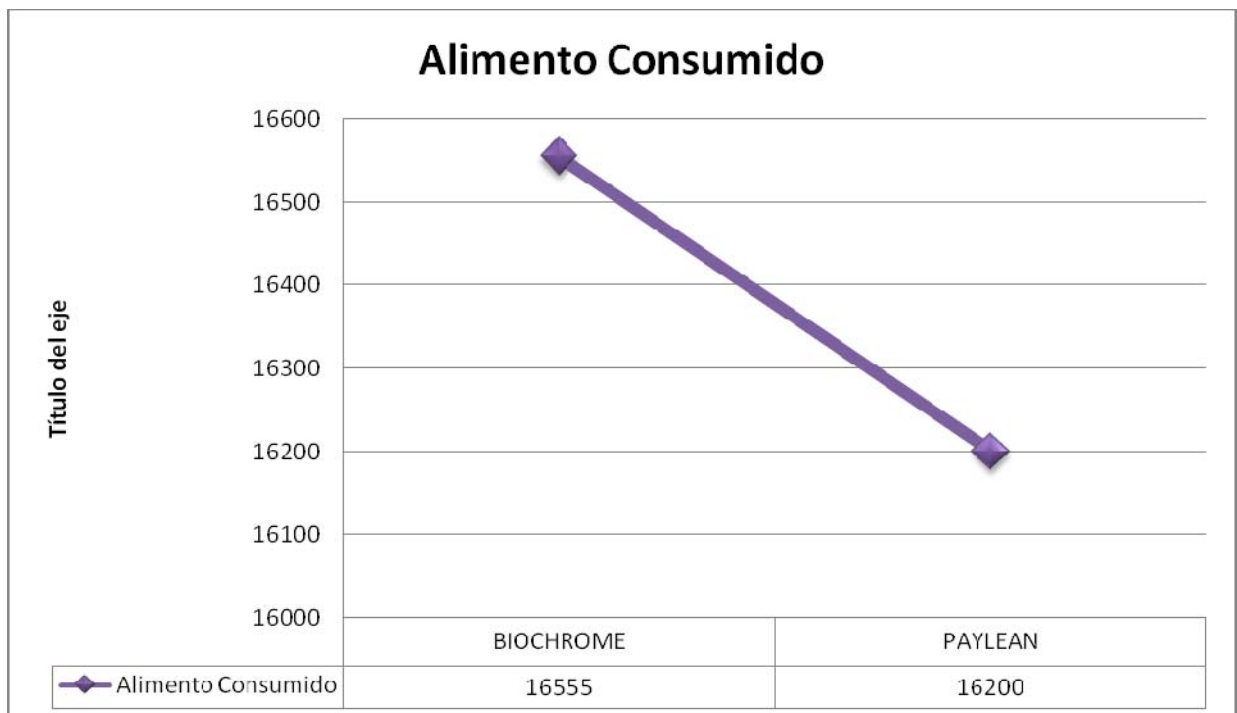


Grafico No. 8

El grafico No. 8 con el nombre de alimento consumido.

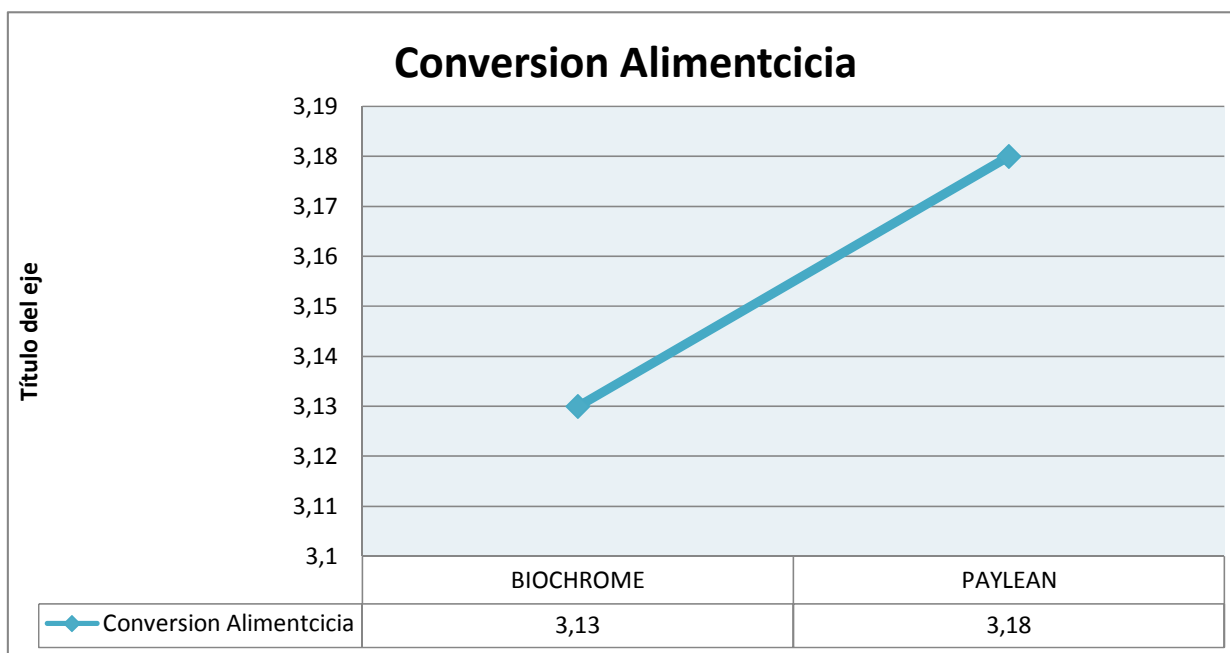


Grafico No. 9 Así mismo podemos ver en el grafico No. 9 en la cual observamos la conversión alimenticia en la cual tuvo una mayor eficiencia el T2,

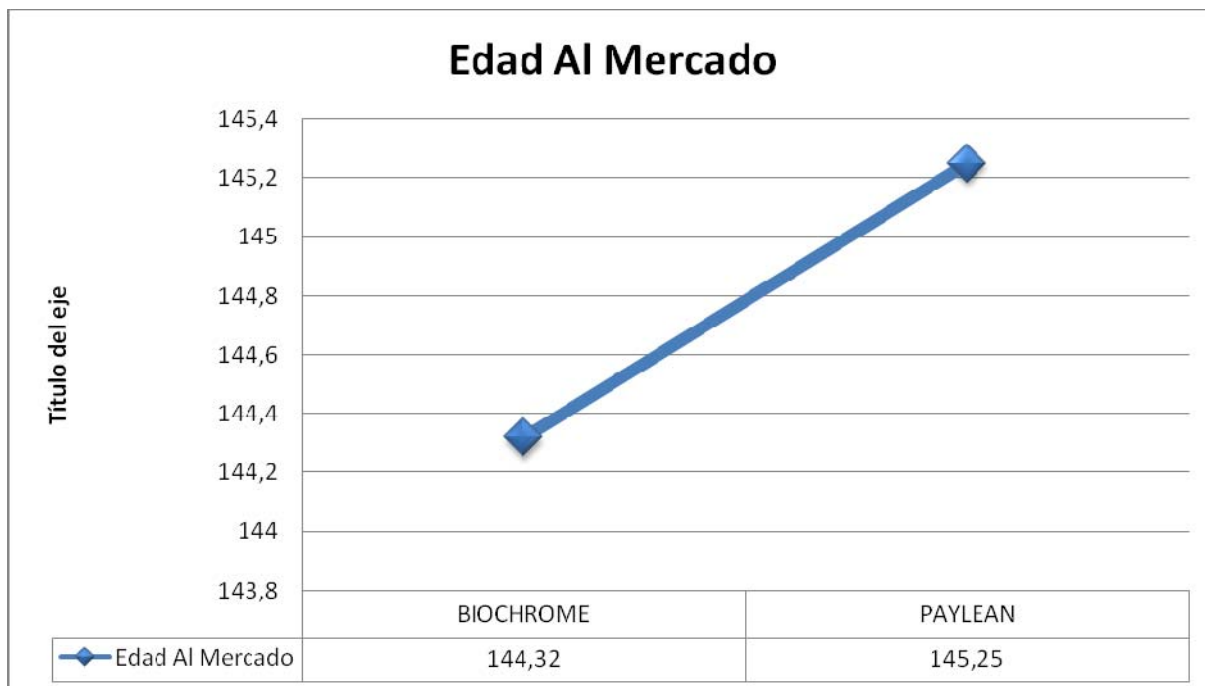


Grafico No. 10

Y finalmente en el grafico No, 10 podemos ver la edad al mercado en la cual el T2 se extiende su edad a l mercado.

10.- COMENTARIOS FINALES

Como se puede observar al adicionar cromo y ractopamina 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 una 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.

11.- REFERENCIAS

Ana Alvarado-Gómez ^{1*}, Rigoberto Blanco-Sáenz ^{1,2}, Erick Mora-Morales ^{2,3}
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

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

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&RESULTFORMAT=&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&RESULTFORMAT=&fulltext=ractopamine&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=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&RESULTFORMAT=&fulltext=chromium+&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT>

Datos comerciales del producto 2007, **PAYLEAN®** 20.
<HTTP://WWW.ELANCO.COM.MX/ESPECIES/CERDOS/PRODUCTOS/PAYLEAN.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&RESULTFORMAT=&fulltext=ractopamine&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=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&RESULTFORMAT=&fulltext=chromium&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=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&RESULTFORMAT=&fulltext=chromium&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=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

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

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 α -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*², *Jhonisel Velásquez-Gumecindo*², *Regino Morones-Reza*², *Jorge Ramsy Kawas-Garza*³, *Jaime Salinas-Chavira*⁴ 2006
METABOLITOS EN SUERO SANGUÍNEO DE CERDOS ALIMENTADOS CON DIETAS SUPLEMENTADAS CON CROMO-L-METIONINA¹

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

Rogério Ferreira da Silva; ^{*,**}**Ruberval A. Lopes**; ^{**}**Miguel A. Sala**; ^{*}**Dionísio Vinha**; ^{**}**Simone C. H. Regalo**; ^{***}**Ana Maria de Souza** & ^{***}**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