

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



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

**TESIS**

**POR**

**HUGO ALBERTO CRUZ GOMEZ.**

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

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREON, COAHUILA; MEXICO.**

**DICIEMBRE DE 2010**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



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

**TESIS**

**POR**

**HUGO ALBERTO CRUZ GOMEZ**

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

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**ASESOR PRINCIPAL:**

**MVZ. SILVESTRE MORENO AVALOS**

**ASESOR:**

**MVZ. CARLOS RAUL RASCON DIAZ**

**TORREON, COAHUILA; MEXICO.**

**DICIEMBRE DE 2010**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

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

**TESIS**

**POR**

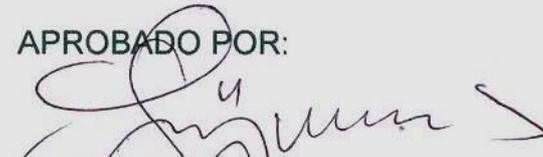
**HUGO ALBERTO CRUZ GOMEZ**

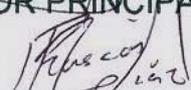
**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO**

**DE:**

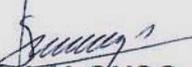
**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

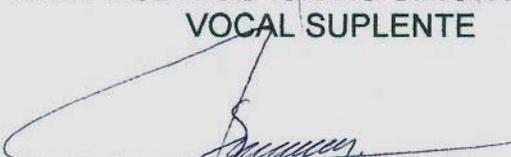
**APROBADO POR:**

  
**MVZ. SILVESTRE MORENO AVALOS  
ASESOR PRINCIPAL**

  
**MVZ. CARLOS RAUL RASCON DIAZ  
ASESOR**

  
**MC. DAVID VILLARREAL REYES  
ASESOR**

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

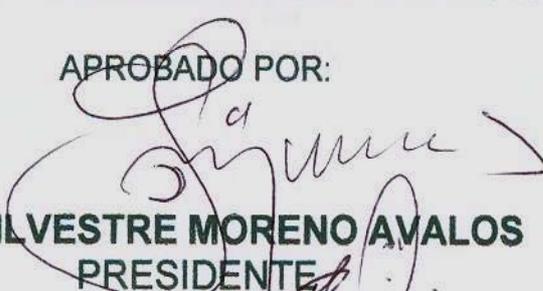
**TESIS**

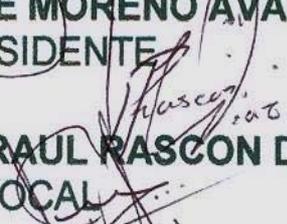
**POR**

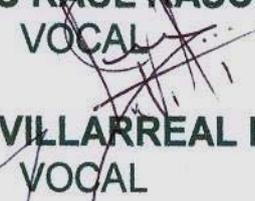
**HUGO ALBERTO CRUZ GOMEZ.**

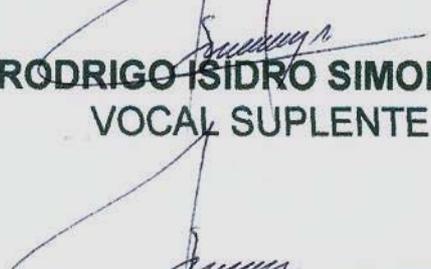
QUE SE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

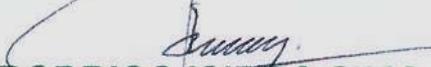
APROBADO POR:

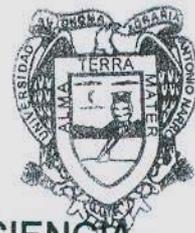
  
**MVZ. SILVESTRE MORENO AVALOS**  
PRESIDENTE

  
**MVZ. CARLOS RAUL RASCON DIAZ**  
VOCAL

  
**MC. DAVID VILLARREAL REYES**  
VOCAL

  
**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**

POR HABER REALIZADO TANTOS ESFUERZOS Y SACRIFICIOS PARA PODER REALIZAR EL SUEÑO DE TODA PERSONA EL SER PROFESIONISTA GRACIAS PAPAS.

### **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 MIS ABUELITOS:**

POR TODO EL APOYO QUE ME BRINDARON DURANTE TODA LA CARRERA, SE QUE DESDE EL LUGAR DONDE ESTEN SE SENTIRAN ORGULLOSOS POR VERME CONVERTIDO EN TODO UN PROFESIONISTA.

### **A TODA LA FAMILIA CRUZ VAZQUEZ.**

POR TODO EL APOYO INCONDICIONAL QUE ME BRINDARON DURANTE TODA LA CARRERA, TIOS, PRIMOS GRACIAS POR TODO SU APOYO.

### **A MI ESPOSA:**

DEDICO ESTE TRABAJO MUY EN ESPECIAL A MI ESPOSA QUE HA SABIDO ESTAR EN LOS MOMENTOS DIFICILES Y POR TODO SU APOYO INCONDICIONAL QUE ME HA BRINDADO EN LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO, GRACIAS POR TODO CYNTHYA TE AMO.

## **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, PERO MAS EN ESPECIAL AL MVZ. SILVESTRE MORENO AVALOS QUE MAS QUE UN PROFESOR FUE MI AMIGO DURANTE TODA LA ESTANCIA EN LA UNIVERSIDAD Y GRACIAS A EL HE CULMINADO ESTE TABAJO DE INVESTIGACION.

A MI ESPOSA E HIJA, POR TODO EL APOYO QUE ME HAN BRINDADO QUE EN LAS BUENAS Y EN LAS MALAS HAN ESTADO CONMIGO DE FORMA INCONDICIONAL Y MAS CON LA LLEGADA DE FATIMA QUE VINO A ILUMINAR NUESTRO CAMINO GRACIAS A ELLAS ME DIERON LA FUERZA Y APOYO PARA REALIZAR ESTE TRABAJO LAS QUIERO MUCHO.

A DIOS POR HABERME PERMITIDO TERMINAR MI CARRERA Y DARME LA OPORTUNIDAD DE HABERME CONVERTIDO EN UN PROFESIONISTA Y POR HABERME PERMITIDO TENER UNA FAMILIA.

## RESUMEN.

En la actualidad la demanda de la producción de cerdos ha traído consigo el uso o buscar la forma de tener mejores rendimientos en la producción porcina lo cual ha llevado a buscar estrategias para mejorar la conversión alimenticia y esto trae consigo la mejor calidad de canal de los cerdos.

Actualmente se está utilizando productos o suplementos b- adrenérgicos como es la ractopamina producto de elección para las granjas porcinas para tener mejores rendimientos en la producción de carne magra.

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  $\beta$ -adrenérgico de la familia de las fenoletolaminas, que actúa sobre los receptores  $\beta$ -adrenérgicos de las células adiposas y del músculo esquelético, promoviendo la lipólisis, con el consecuente incremento del magro en la canal

**PALABRAS CLAVES:** TOLERANCIA AL GLUCOENO, CALIDAD DE LA CANAL EN CERDOS, RACTOPAMINA Y LIPOLISIS.

## CONTENIDO

	PAG
<b>Dedicatorias</b>	<b>I</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>II</b>
<b>Resumen</b>	<b>III</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>V</b>
<b>Índice de imágenes</b>	<b>V</b>
<b>1.-Introducción</b>	<b>1</b>
1.1.- Que es la Ractopamina	1
1.2.- Receptores adrenérgicos	3
1.3.- B-agonistas crecimiento animal.	4
1.4.- B- agonistas adrenérgicos y metabolismo	6
1.5.- Factores que influyen en los efectos de los B- agonistas	7
<b>2.- Objetivos</b>	<b>9</b>
<b>3.- Revisión de la literatura</b>	<b>10</b>
3.1.- Panorama de la Ractopamina.	10
3.2.- Características del paylean (ractopamina).	16
3.3.- Indicaciones del paylean.	16
3.4.- Formulación del paylean.	19
3.5.- Seguridad.	19
3.6.- Aplicaciones y usos	20
<b>4.0.- MATERIALES Y METODOS.</b>	<b>22</b>
4.1.- Área de estudio.	22
4.1.1.-Extencion.	22
4.1.2.- Orografía.	23
4.1.3.- Clima	23
<b>4.2.- Principales ecosistemas.</b>	<b>23</b>
4.2.1.- Flora	23
4.2.2.- Fauna.	24
<b>5.- METODOS.</b>	<b>25</b>
<b>6.- RESULTADOS</b>	<b>28</b>
<b>7.- COMENTARIOS FINALES.</b>	<b>40</b>
<b>8.- REVISION BIBLIOGRAFICA.</b>	<b>41</b>

**INDICE DE TABLAS**

**PAG.**

**Tabla 1. Población Económicamente Activa por Sector**

**24**

**INDICE DE IMÁGENES**

**ESTRUCTURA QUIMICA DE LA RACTOPAMINA.**

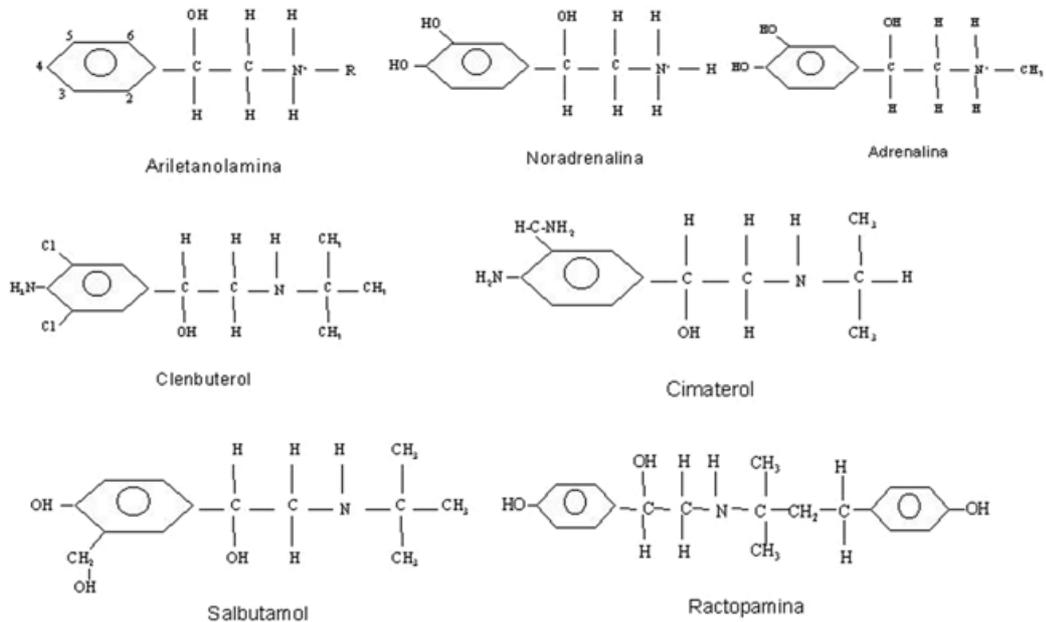
**2**

## 1.1.-RACTOPAMINA (RAC).

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  $\beta$ -adrenérgico de la familia de las fenoletolaminas, que actúa sobre los receptores  $\beta$ -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  $\beta$ -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  $\beta$ -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  $\beta$ -fenil-etanolamina (fig. 1). (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)



**Fig. 1.- Estructura química de la Ractopamina (BERNABÉ SANZ PÉREZ 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  $\beta$ -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 Gs y la Gi. La primera al activarse se une al trifosfato de guanina (GTP) que activa, a su vez, a la adenilciclasa, enzima que rinde adenosin monofosfato cíclico (cAMP). Se trata de una de las enzimas intracelulares más importante. Por su parte la proteína Gi inhibe a esta enzima. (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

## **1.2.-Receptores adrenérgicos**

Se conocen dos tipos de receptores adrenérgicos, el  $\alpha$  y el  $\beta$ : Ambos tipos poseen agonistas y antagonistas específicos, lo que permite estimular o inhibir a un tipo sin afectar al otro. Tanto los receptores  $\alpha$  como los  $\beta$  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  $\alpha$ -adrenérgicos son vasoconstricción, relajación de la musculatura lisa y dilatación pupilar. En cambio los receptores  $\beta$  intervienen en la estimulación de la frecuencia y contracción cardiacas, 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  $\beta$  adrenérgicos:  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  y  $\beta_3$ . En la mayor parte de las células de los mamíferos se han encontrado receptores  $\beta$ -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  $\beta$ -agonista adrenérgico son complejos y difíciles de discernir. Mersmann (1998) ha revisado la modulación del crecimiento animal bajo el efecto de los  $\beta$ -agonistas y los mecanismos de acción propuestos. (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

### **1.3.- $\beta$ -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  $\beta$ -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  $\beta$ -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  $\beta$ -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  $\beta$ -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  $\beta$ -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  $\beta$ -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  $\beta$ -adrenérgico, sugiere la activación del sistema lipolítico del adiposito. (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

En los cerdos y en las vacas algunos  $\beta$ -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  $\beta$ -agonistas en el tejido adiposo no son tan persistentes como en el muscular y en algunos casos resultan contradictorios. (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

#### **1.4.- $\beta$ -AGONISTAS ADRENÉRGICOS Y METABOLISMO.**

Los efectos de los  $\beta$ -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  $\beta$ -agonista utilizado y dosis empleada. (BERNABÉ SANZ PÉREZ col., 2002)

Por lo que se refiere al metabolismo protéico, los animales tratados con  $\beta$ -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  $\beta$ -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  $\beta$ -agonistas se conocen coloquialmente como “repartidores de energía” y “agentes de reparto” porque derivan los nutrientes energéticos del tracto gastro-entérico y del tejido adiposo a la síntesis láctea y a la hipertrofia muscular.

### **1.5.-Factores que influyen en los efectos de los $\beta$ -agonistas.**

Las características farmacodinámicas y farmacocinéticas de los fármacos, incluidos los  $\beta$ -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  $\beta$  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  $\beta$ -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  $\beta$ -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  $\beta$ -agonistas disminuye mucho los receptores  $\beta$  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  $\beta$ -agonistas en la composición y calidad de la canal.

Como ya se ha dicho, la inclusión de  $\beta$ -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 cardiacos. 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  $\beta$ -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)

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

Evaluar el efecto de 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.

### **3.- REVISION DE LITERATURA.**

#### **3.1.- PANORAMA DE LA 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  $\beta$ -adrenérgico de la familia de las fenoletolaminas, que actúa sobre los receptores  $\beta$ -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  $\beta$ -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  $\beta$  - receptores adrenérgicos, y la activación de Adenilato ciclasa y proteína quinasa A (PKA), afectan la actividad lipogenica 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 lipogenica 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 desensibilización de los  $\beta$ 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 in 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 ; Odjar 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  $\beta$ -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)

### 3.2.-CARACTERISTICAS PAYLEAN® 20:

Composición:

El Paylean es un producto que tiene como principio activo: Ractopamina hidrocloreto 20 gr por kilogramo.

Propiedades:

El Paylean estimula una función metabólica natural, que direcciona nutrientes para una mayor masa muscular reduciendo la deposición grasa.

El Paylean mejora la tasa de crecimiento, mejora la eficiencia alimenticia e incrementa la masa muscular de la carcasa en cerdos en acabado (desde 65 a 109 Kg ) alimentados con una ración de 16% de proteína y 0.9 a 1.2 % de lisina.

Dosis y administración:

La dosis recomendada es de 10 gramos de Ractopamina por TM de ración, pero puede usarse desde 5 a 20 gramos por TM.

### 3.3.- INDICACIONES DEL PAYLEAN.

**INDICACIONES:** PAYLEAN 20\* ELANCO es efectivo para aumentar la tasa de ganancia de peso, mejorar la eficiencia alimenticia, aumentar el porcentaje de rendimiento de canal e incrementar la carne magra en cerdos en finalización recibiendo una dieta nutricionalmente balanceada.

DOSIS Y VIA DE ADMINISTRACION:

**Dosis:** Las dosis recomendadas de clorhidrato de ractopamina en el alimento final son:

q 5 a 20 ppm para aumentar la tasa de ganancia de peso y mejorar la eficiencia alimenticia.

q 10 a 20 ppm para aumentar el porcentaje de rendimiento de canal e incrementar la carne magra.

**Periodo de retiro:** No es necesario retirar este producto del alimento, antes del sacrificio.

**Instrucciones de mezclado:** Todos los cálculos descritos en esta sección están hechos sobre una base de 90% de materia seca.

Para asegurar una distribución homogénea de PAYLEAN 20\* ELANCO, se recomienda preparar una premezcla intermedia antes de mezclar con el alimento final (tabla 1).

Luego, mezcle completamente esta premezcla intermedia de PAYLEAN 20\* ELANCO con alimento completo para cerdos conteniendo por lo menos 16% de proteína cruda, o que esté suplementado con aminoácidos conteniendo por lo menos 0.8% de lisina total, para obtener un alimento final conteniendo entre 5 a 20 ppm de ractopamina (tabla 2).

<b>Tabla 1. Preparación de una premezcla intermedia a partir de PAYLEAN 20* ELANCO (20 g/kg)</b>		
<b>Kilogramos de premezcla intermedia</b>	<b>Kilogramos de PAYLEAN 20* ELANCO a mezclar con premezcla intermedia</b>	<b>Concentración final de ractopamina en la premezcla intermedia (g/kg)</b>

90	10.0	2.0
<b>Tabla 2. Preparación de alimento final a partir de la premezcla intermedia (2 g/kg)</b>		
<b>Kilogramos de alimento final a usar para la mezcla</b>	<b>Kilogramos de premezcla intermedia para mezclar con el alimento final</b>	<b>Concentración final de ractopamina en alimento final (g/tonelada métrica o ppm)</b>
997.5	2.5	5
995.0	5.0	10
992.5	7.5	15
990.0	10.0	20

**Instrucciones para la alimentación de los cerdos:** Proporcione continuamente, como única ración, alimento completo conteniendo ractopamina a los cerdos en finalización de no menos de 65 kg de peso, durante el periodo en que ganan aproximadamente los últimos 40 kg de peso antes del sacrificio.

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.

### **3.4.- 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.

### **3.5.- 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 Administration 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.

### **3.6.- 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%.<sup>1</sup> 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)

## **4.0.- MATERIALES Y METODOS**

### **4.1.- 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)

#### **4.1.1.- 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)

#### **4.1.2.- 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.

#### **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)

#### **4.1.3.- 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)

### **4.2.- principales ecosistemas**

#### **4.2.1.- 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)

#### 4.2.2.- 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:

<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.**

## 5.-METODOS

- **Lugar:** Granja de producción Porcina ubicada en la península de Yucatán.
- **Animales:** **89** cerdos mixtos de 70 días de edad, con peso aproximado de 29.47 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 paylean:** dosificando 200 gramos del producto/ton de alimento, de forma continua durante los 154 días (estimados) de prueba.
- **Presupuesto de ractopamina:**
  - **89 cerdos.**
  - **Consumo promedio de alimento de 70 a 161 días = 210 kg.**
  - **Alimento total = 210 X 90 = @ 18,900 kg.**
  - **PAYLEAN 20: @ 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).

- **GC: este grup de cerdos será el control el cual se alimentara de forma normal, siguiendo la dieta establecida en la granja que se realiza para todo los animales que no entraron ala prueba.**
- 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).

## 6.- 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 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.el primer peso es de T1 51.29 kg. Y 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 73.11 kg y el grupo control es de 68.24 kg.

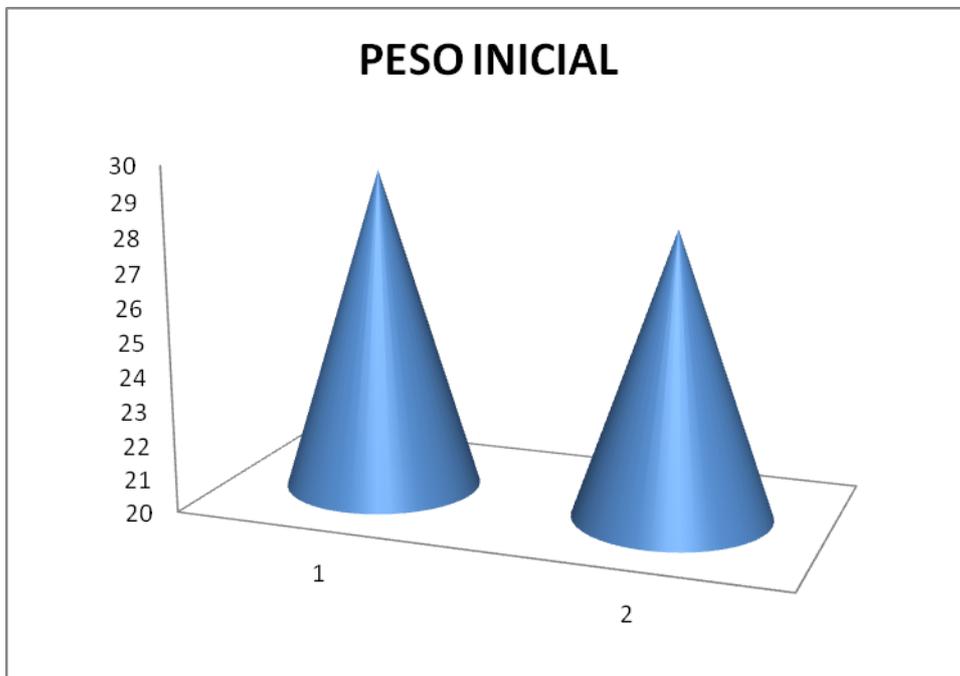
GRAFICA 4.- En esta grafica se muestran los resultados obtenidos en el tercer pesaje a los 84 días de iniciado la investigación y el final del mismo se tienen el grupo testigo T1. 94.00 kg. Y el grupo GC es de 88.22 kg.

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 7708 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 62.01 kg y el grupo control es de 58.59 kg.

GRAFICA 1.



PAYLEAN  
29.47 kg.

CONTROL  
28.32 kg.

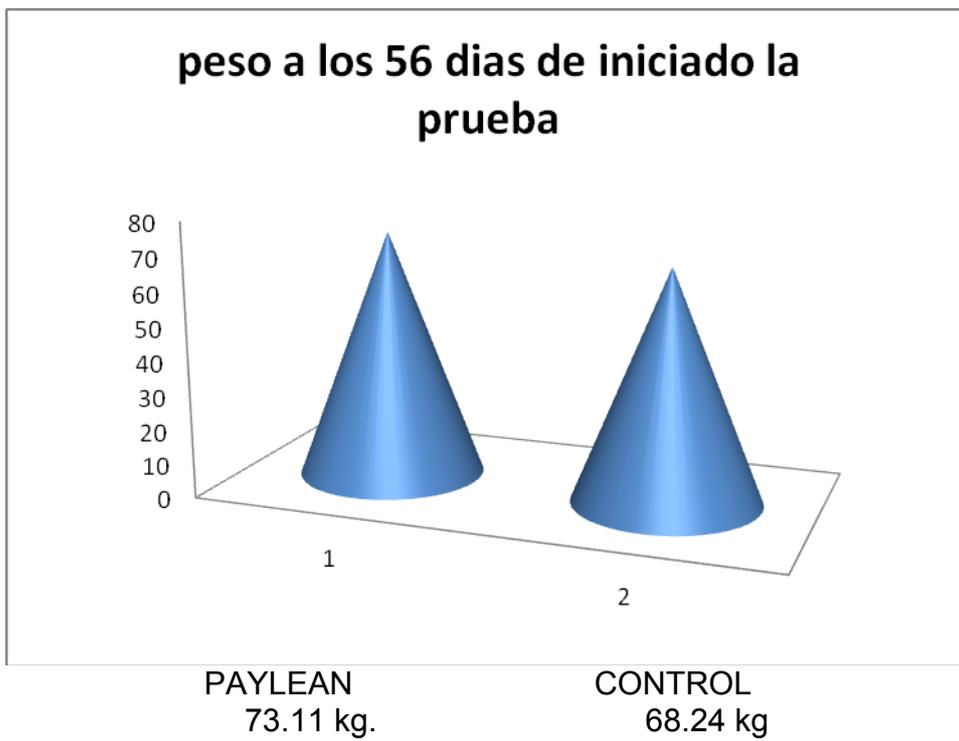
GRAFICA 1. En esta grafica se muestra el peso promedio de los cerdos con los que se inicia la investigación a los 70 días de nacidos.

GRAFICA 2.



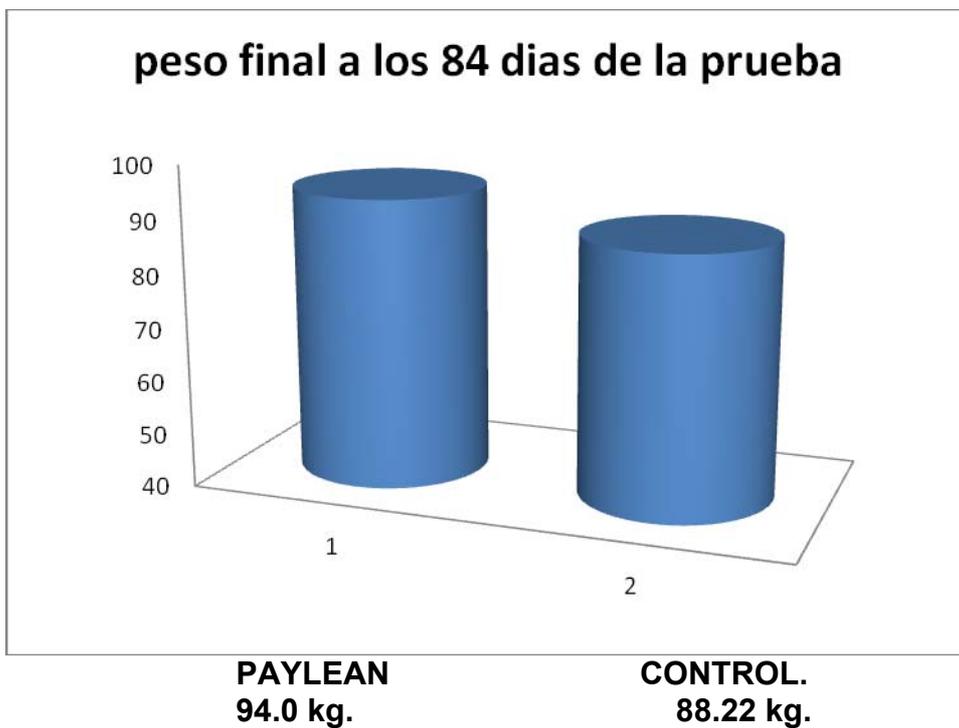
GRAFICA 2.- la grafica 2 muestra el peso de la primera muestra, el cual se realizo a los 28 dias de iniciada la prueba ( 98 dias de vida de los cerdos ), recordando qu los pesajes se realizan cada 28 dias.

GRAFICA 3.



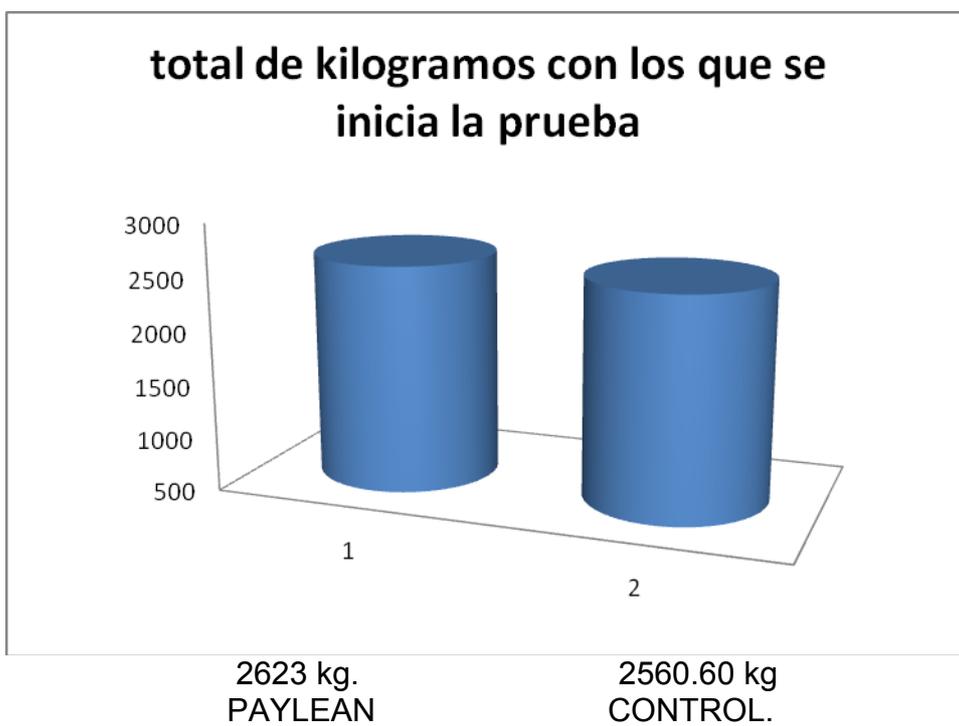
GRAFICA 3.- En esta grafica se muestra el segundo pesaje obtenido de la prueba a los 56 dias de iniciada la prueba ( 126 dias de nacido de los cerdos ).

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 5.88 kg del grupo de paylean al grupo control.

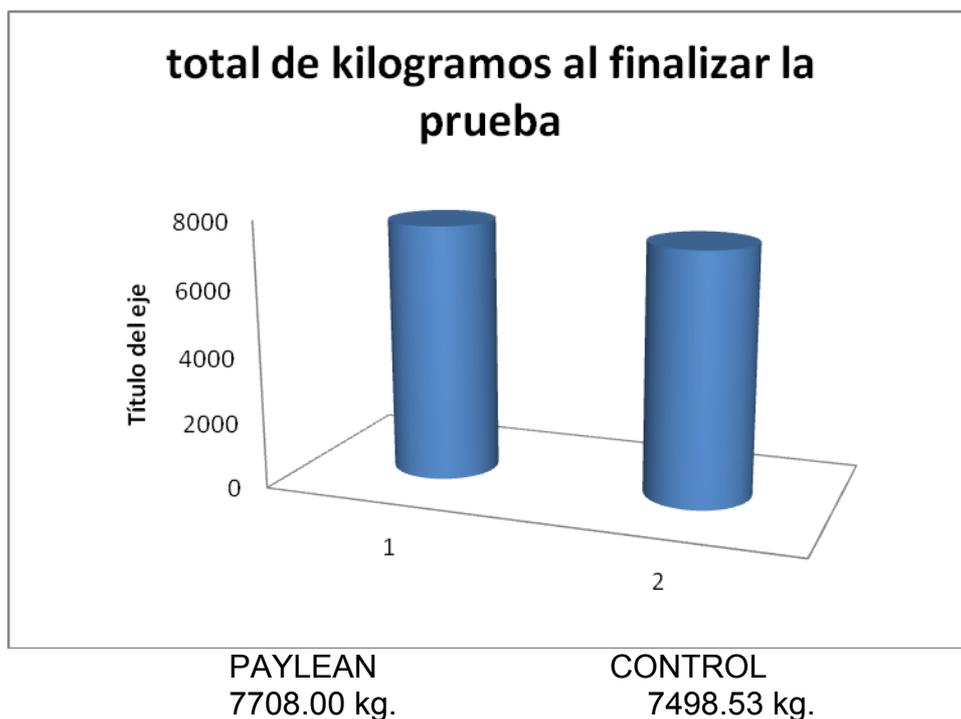
GRAFICA 5.



GRAFICA 5.- en esta grafica se muestran el total de kilogramos con los que se inicia el grupo de paylean con un promedio por animal de 29.47 kg.

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

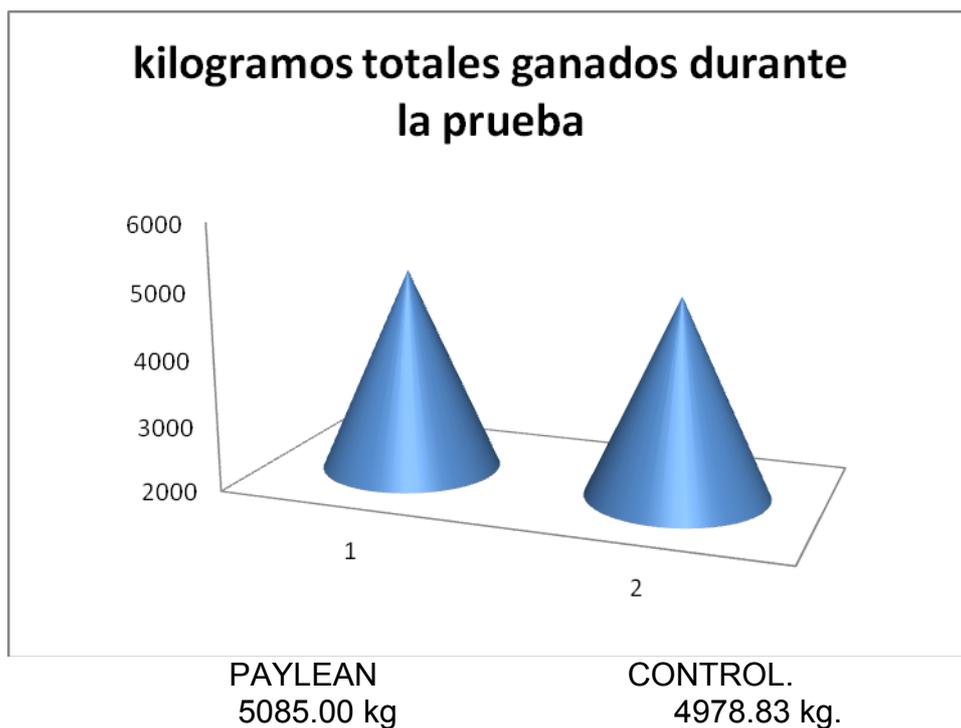
GRAFICA 6.



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 paylean de 7708 con un promedio por animal de 94.0 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.

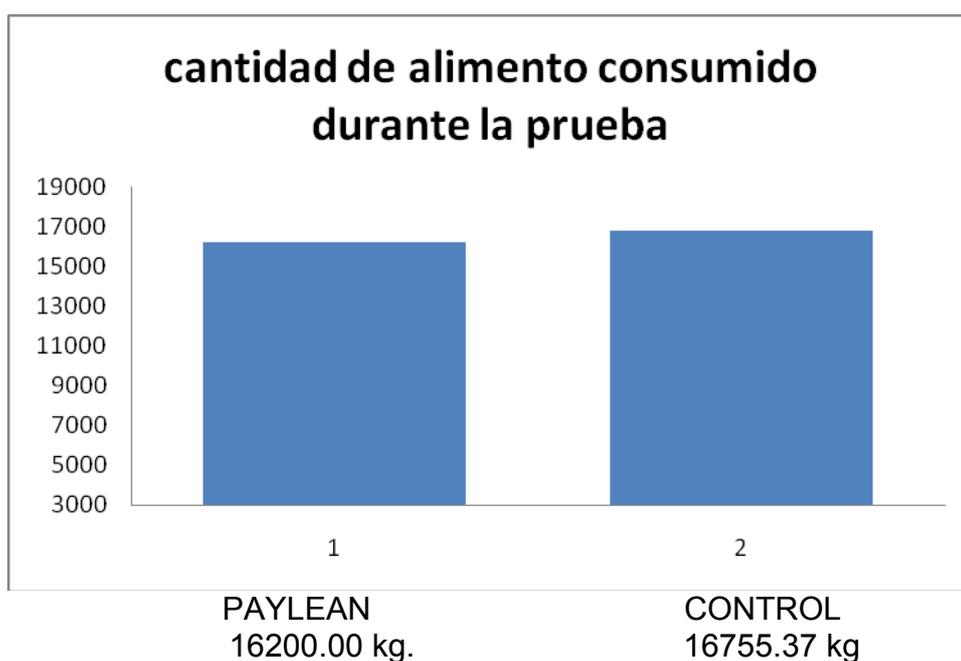


GRAFICA 7.- En esta grafica se muestran el total de los pesos ganados durante la duracion de la investigacion.

En el gupo de paylean se obtuvo una ganancia neta de peso de 5085.00 kg.

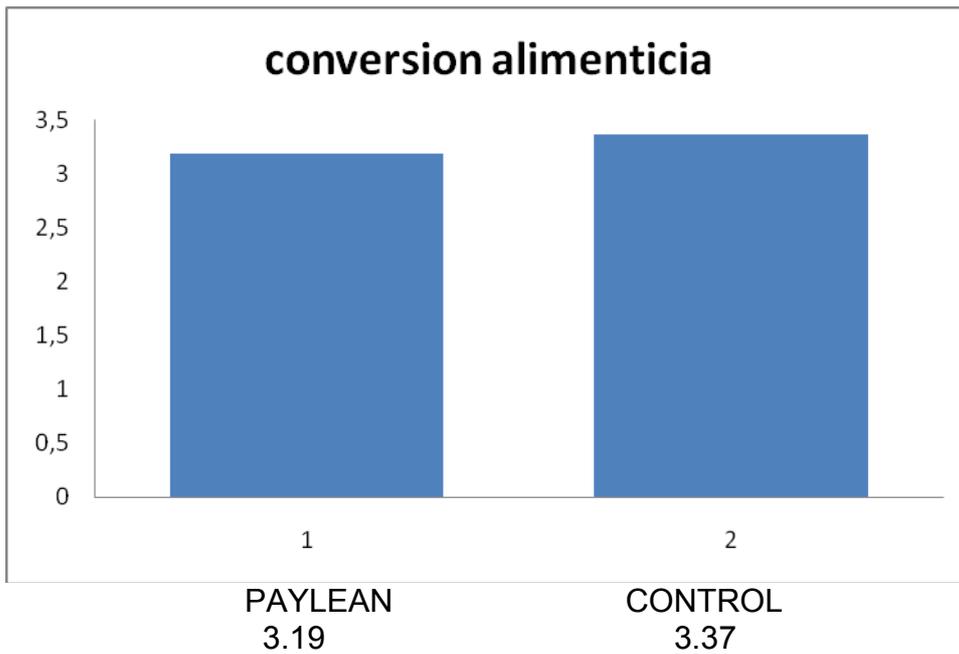
Grupo control, se obtuvo una ganancia de 4978.83 kg.

GRAFICA 8.



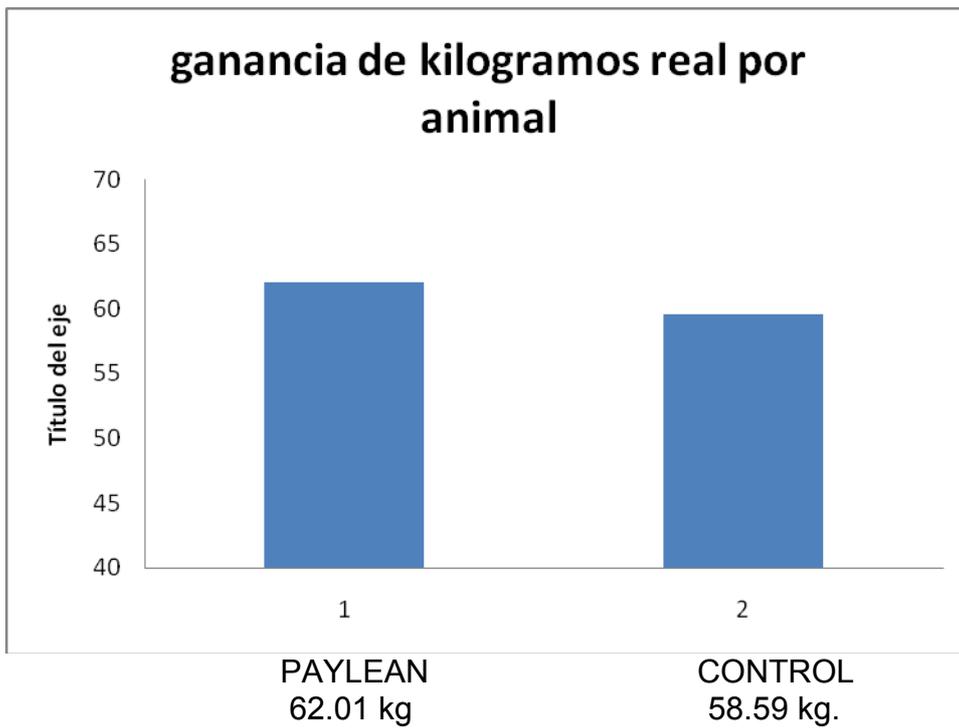
GRAFICA 8.- En esta grafica se muestran la cantidad de alimentos consumidos durante la duracion de la prueba, en el cual se observa un considerable consumo mas elevado en el grupo control que en el grupo de ractopamina

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.

## **7.- COMENTARIOS FINALES**

Como se puede observar al adicionar 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 RACTOPAMINA tubo 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 con la finalidad de generar una mayor producción y utilidad en el beneficio del productor.

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

## 8.- 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  
2003 **Development 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&FIRSTI  
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&FIRSTI<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&FIRSTIN  
DEX=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&FIRSTIN<br/>DEX=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](http://jas.fass.org/cgi/reprint/73/4/1123?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESU<br/>LTFORMAT=&fulltext=chromium&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTIN<br/>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  $\alpha$ -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-METIONINA1**

<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)