

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**“COMPARACIÓN DEL USO DE DOS PROMOTORES DEL CRECIMIENTO EN
CERDOS DE ENGORDA”**

POR

LESLY VELAZQUEZ VALDIVIA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“COMPARACIÓN DEL USO DE DOS PROMOTORES DEL CRECIMIENTO EN
CERDOS DE ENGORDA”

POR

LESLY VELAZQUEZ VALDIVIA

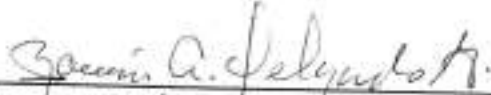
TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

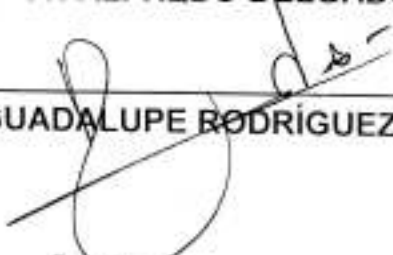
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

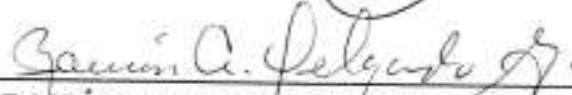
APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:


M.C.V. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

ASESOR:


M.V.Z. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ


MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“COMPARACIÓN DEL USO DE DOS PROMOTORES DEL CRECIMIENTO EN
CERDOS DE ENGORDA”

POR

LESLY VELAZQUEZ VALDIVIA

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

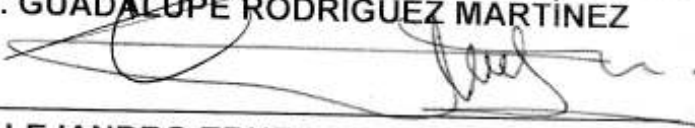
PRESIDENTE:


M.C.V. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

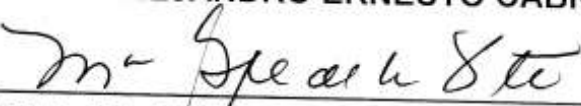
VOCAL:


M.V.Z. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

VOCAL:


M.V.Z. ALEJANDRO ERNESTO CABRAL MARTELL

VOCAL SUPLENTE:


DRA. MA. GUADALUPE DE LA FUENTE SALCIDO


MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2015

DEDICATORIAS

A DIOS

Por darme estas ganas de salir adelante y luchar aunque la vida no sea tan fácil, por haberme permitido llegar a este gran logro que forma ya parte de mi vida.

A MIS PADRES

Por brindarme el apoyo incondicional y la confianza para poder salir adelante en esta carrera, por darme ánimos cada día, por todos los sacrificios que han hecho siempre por mí. Leonardo Velázquez Sánchez y MA. Marisela Valdivia Vera.

A MIS HERMANOS

Por ser parte incondicional de mi vida y ser una razón más para seguir siempre adelante y por tantas cosas que hemos vivido juntos. Leonardo Andrés Velázquez Valdivia y Fernando Velázquez Valdivia.

A MIS ABUELOS

A Oralia Sánchez porque desde que la conocí siempre me brindo mucho amor, Andrés Velázquez Barojas por su apoyo y ánimos.

A MIS AMIGOS(AS)

A esas personas que desinteresadamente en las buenas y malas siempre estaban con migo, para darme un apoyo fuera y dentro de la escuela, gracias por todos esos momentos inolvidables, y sobre todo hacer mucho más divertida esta etapa de mi vida.

AL EQUIPO DE BUITRES

Por permitirme practicar uno de los mejores deportes, por darme más ganas de seguir siempre a lo largo de esos juegos a veces con victorias y otras con derrotas pero siempre me brindo una familia.

AL EQUIPO DE FOOTBALL AMERICANO FEMENIL LOBAS GRISES

Por aceptarme y brindarme la oportunidad de jugar con ellas, formándome con una gran disciplina que este deporte exige, por darme una nueva familia y el verdadero significado de equipo.

A DALTON

Por ser mi amigo y compañero incondicional.

A todas esas personas que a lo largo de mi vida me han dado las fuerzas y el carácter para poder seguir adelante y crecer como persona.

Patricia Caballero, José Ángel Castro, Jessica Pablo, MAVZ.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres ya que sin su apoyo todo este tiempo no estaría aquí, y sobre todo por toda su ayuda para hacer posible este proyecto.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por darme la oportunidad de realizar mis estudios.

Al M.C.V. Ramón Alfredo Delgado González por su tiempo y dedicación.

Al M.V.Z. J. Guadalupe Rodríguez Martínez por su entusiasmo y dedicación para concluir este trabajo de investigación.

Al Doctor Hernández Hernández Horacio por su tiempo y apoyo para la realización de este trabajo de investigación.

INDICE

RESUMEN.....	vi
PALABRAS CLAVE	vi
I. INTRODUCCION.....	1
II. JUSTIFICACION.....	3
III. OBJETIVOS	4
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
IV. HIPOTESIS	5
V. REVISION DE LITERATURA	6
5.1. Porcinocultura en México	6
5.2. Crecimiento en los cerdos.....	7
5.3. Alimentación y nutrición en cerdos	7
5.4. Consumo.....	9
5.5. Conducta alimenticia	10
5.6. Consumo de agua	11
5.7. Promotores de crecimiento	12
5.7.1. Hormonas Naturales	13
5.7.2. Los anabólicos esteroides sintéticos.....	14
5.8. Ractopamina	14
5.8.1. Mecanismo de Acción de la Ractopamina	15
5.8.2. Uso la Ractopamina en Animales.....	17
5.8.3. Metabolismo del clorhidrato de ractopamina en el organismo del cerdo.	20
5.8.4. Toxicidad del clorhidrato de ractopamina.....	21
5.8.5. Excreción del clorhidrato de ractopamina	21
5.9. Uso de Zeranol en cerdos de engorda.....	22

5.9.1 Características químicas y farmacológicas	22
5.9.2. Modo de acción del Zeranol	23
VI. MATERIALES Y METODOS	26
6.1. Marco de referencia	26
6.2. Unidades experimentales.....	27
6.3. Instalaciones	27
6.4. Tratamientos	27
6.5. Alimentación.....	28
VII. RESULTADOS.....	29
VIII. DISCUSIÓN.....	31
IX. CONCLUSIONES.....	33
X. LITERATURA CITADA	34

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Donde se representa el consumo de agua en las diferentes etapas de crecimiento. (Tomado de Koeslag, 1989).....	12
Cuadro 2.- Contenido proteico del alimento comercial en las diferentes etapas de la engorda.....	26
Cuadro 3.- Contenido bromatológico del alimento comercial es usado en la etapa de iniciación con alimento solido.....	27

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Donde se expresa el peso inicial y el peso final de los tres grupos, GT1, GT2, TEST.....	29
---	----

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio en la comunidad de Santa Lucía, Fortín de las Flores, Veracruz, con el objetivo de determinar el efecto de dos promotores de crecimiento (ractopamina y zeranol), se usaron 24 lechones destetados distribuidos aleatoriamente en tres grupos (GT1, GT2 y GTEST) n=8 (en cada grupo), con un peso inicial promedio de 10.41 kg. Al grupo GT1 se le aplicó zeranol al promediar 37 kg de peso y ractopamina con 80 kg promedio, mientras al GT2 se le aplicó ractopamina a partir de 80 kg en promedio, y fueron alimentados con alimento comercial acorde a su etapa de desarrollo, el GTEST solo fue alimentado con alimento comercial acorde a su etapa de desarrollo, teniendo una duración de 114 días desde el inicio hasta el final del experimento. Los resultados obtenidos mostraron un efecto sobre la ganancia de peso obteniendo como resultado en el GT1 un peso final 104.12 kg; en el GT2 un peso final 101.06 kg y en el GTEST un peso final 93.125 kg. Lo que nos da un peso promedio de los tres grupos de 99 kg, por lo que el GT1 obtuvo un 5 % (5.05 kg) más que el promedio y el GT2 un 2 % (2.02 kg), de incremento respecto al promedio. Mientras que el GTEST presentó una diferencia de 6 % (6.06 kg) menor al peso promedio. Se concluye que el efecto de la adición combinada de zeranol mas ractopamina eficientiza la ganancia de peso en comparación con el GTEST, del mismo modo la adición de solo ractopamina muestra una ganancia superior el comparación al GTEST.

PALABRAS CLAVE: Cerdos, Ractopamina, Zeranol, β -agonistas, anabólico.

I. INTRODUCCION

En México, la porcicultura ocupa el tercer lugar en importancia como sistema productor de carne, después de la cría de bovinos y aves, su importancia reside en proporcionar un conjunto de productos de valor nutricional que incluye la producción de granos forrajeros y oleaginosas, la elaboración de alimentos equilibrados, fármacos, productos biológicos y establecimientos de sacrificio, despiezado e industrialización de la carne (PERÉZ, 1999). La producción porcina es una actividad productiva altamente competitiva caracterizada por unos márgenes entre costo y beneficio pequeños. La porcinocultura moderna exige un alto grado de tecnificación para lograr la mayor rentabilidad posible, tanto en aspectos de manejo raza, nutrición, personal calificado, instalaciones y aspectos de higiene (ALVARENGA y RAMÍREZ, 2005). La producción de cerdos no solo ha avanzado en la obtención de líneas genéticas, con mejores índices de conversión de alimento, si no también hacia la obtención de cerdos con canales mucho más magras (SMITH y PAULSON, 1994). En la porcicultura (como en otras áreas ganaderas), en la etapa de crecimiento y engorda, en la últimas tres décadas se han utilizado un sinfín de productos con la intención de disminuir los costos, ya que es la etapa que se requiere mayor inversión económica por que representa hasta el 70% del valor total del producto terminado, en México, la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), aprobó el uso de tres β agonistas, pero solo para que sean utilizados en la dosis recomendada, entre ellos el clorhidrato de ractopamina (RAC), utilizado en cerdos en la etapa de finalización (GARCÍA, 2002). Este es un fármaco que dirige los

nutrientes para mejorar la eficiencia en producción e incrementar la ganancia magra en la canal. Pertenece a la clase de las fenetanolaminas (OCHOA, 2007). La alimentación con RAC va acompañado por una ligera disminución en el consumo de alimento, lo que resulta en una mejora en la eficiencia de la alimentación, además de las mejoras en el rendimiento los agonistas β -adrenérgicos también aumentan el peso y calidad de la canal (VAN DONKERSGOED et al., 2011)

II. JUSTIFICACION

La presente investigación se realizó con la finalidad de determinar el efecto de la ractopamina y la combinación de zeranol+ractopamina sobre la de ganancia de peso, dado que la información existente solo contempla el uso de estos de manera individual en especies diferentes a cerdos, por lo que se pretende generar información referente a el uso de estos sobre la ganancia de peso en cerdos.

III. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

1. Determinar el efecto sobre la ganancia de peso de dos promotores del crecimiento en ganado porcino.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Evaluar el efecto de Zeranol y Ractopamina sobre la ganancia de peso en ganado porcino.
2. Evaluar el efecto de Ractopamina sobre la ganancia de peso en ganado porcino.
3. Comparar el efecto del Zeranol y Zeranol con Ractopamina sobre la ganancia de peso en ganado porcino.
4. Evaluar las diferencias entre la utilización de estos tratamientos y la no utilización de los mismos.

IV. HIPOTESIS

La ganancia de peso en cerdos es superior al usar la combinación de promotores de crecimiento en diferentes etapas que al usarse de forma individual.

V. REVISION DE LITERATURA

5.1. Porcinocultura en México

La producción mundial de carne de cerdo ha tenido un incremento constante, y las estimaciones son que seguirá creciendo, el comercio de la carne se ha intensificado a pesar de las enfermedades y barreras sanitarias. Los principales países consumidores de carne de cerdo son los países asiáticos y europeos, en México también se ha incrementado el consumo de la carne de cerdo, pero está muy por debajo del consumo per cápita en otros países (STEPHANO, 2012). La cría de cerdo es altamente productiva siempre y cuando se adopten los sistemas más indicados para sacar mejor provecho en su explotación. Para esta explotación se conocen tres sistemas: el intensivo, el extensivo y el mixto (ESCAMILLA, 1979). En una granja el alimento es el recurso de mayor impacto dentro de los costos directos, para la generación de una buena eficiencia productiva se hace necesario que las explotaciones pongan en práctica factores críticos de éxito; entre ellos los costos de producción, la reproducción, la genética, la nutrición, la sanidad, el manejo, entre otros; esto implica llevar un registro sistemático de sus operaciones, en cuanto a la reducción de los costos, al incremento de la productividad y a la calidad de la carne (RODRÍGUEZ *et al.*, 2012).

5.2. Crecimiento en los cerdos

En la explotación de los cerdos es factor de suma importancia el rápido crecimiento para obtener mejores ganancias, estimándose que cuando el animal es precoz produce más rápidamente mejores rendimientos económicos (ESCAMILLA, 1979). Durante el tercer y cuarto mes de vida, los animales rara vez alcanzan sus posibilidades de crecimiento en forma plena, es importante que se obtenga un crecimiento muy próximo al potencial durante los tres meses o algo más de vida por la forma en la cual se desarrollan los distintos tejidos del animal ya que en esta etapa temprana el tejido muscular se produce más eficiente que el que el adiposo (GERRY, 1991). El crecimiento comprende un aumento en los tejidos estructurales como músculos, huesos y órganos, se debe diferenciar del aumento de peso que es el resultado de los depósitos de grasa de los tejidos de reserva. El crecimiento se caracteriza en primer lugar por el aumento de proteínas, minerales y agua, por lo que también es necesario el suministro adecuado de vitaminas y otros nutrientes (MAYNARD *et al.*, 1998).

5.3. Alimentación y nutrición en cerdos

Los costos de producción y eficacia de la alimentación son factores a menudo examinados por los productores de carne, en el clima económico actual, las estrategias de alimentación probadas que benefician estas dos variables son cruciales para las operaciones de engorda, supliendo dietas de ganado con un β -adrenérgico agonista, como clorhidrato de ractopamina. Se ha demostrado que la eficacia de la alimentación se beneficia por repartir los alimentos hacia la síntesis

de proteínas en lugar de la acumulación de grasa (CULP *et al.*, 2013). En la industria porcina, los costos de alimentación representan del 50 hasta el 70% del costo total de producción. El contenido de energía de la dieta es un determinante en cerdos y es el componente más caro de la dieta, con las fluctuaciones en los costos de energía, se han planteado interrogantes sobre los efectos de la eliminación de fuentes de alta y energía primaria a partir de la dieta y las reducciones de energía alimentaria adicionales con la adición de alimentos de baja energía, la ingesta de energía impulsa la deposición de grasa hasta alcanzar el pico y un aumento más en los resultados de la energía en la deposición de grasa (HINSON *et al.*, 2011). En la producción porcina moderna, las prácticas nutricionales y la formulación con dietas compuestas cada vez son más precisas y económicas, aunque el encarecimiento de la materia prima y su escasez, obliga cada vez más a tener una mayor eficiencia productiva, mediante el mejoramiento genético y la aplicación de mejores prácticas de manejo y alimentación (HERRERA, 2012). Los alimentos que consumen los cerdos representan, por lo general, más de las tres cuartas partes del costo total de la producción de carne, y a menudo ascienden al 85 por ciento de los costos cuando el precio de los piensos ha subido. Por consiguiente, es muy importante que se haga el mejor aprovechamiento posible de los piensos y que se alimente adecuadamente a los cerdos, si es que se quiere sacar un beneficio razonable de la producción de carne de puerco (JUERGENSEN, 1977). Las raciones y su suministro dependen de las necesidades nutritivas de cada animal, según su etapa de crecimiento y su ciclo de producción. Respecto a la energía, una deficiencia de ésta disminuye la

conversión alimenticia y retarda el crecimiento. En cambio, un exceso de energía produce demasiada grasa en la canal de los animales de engorda. La cantidad de alimento consumido por los cerdos en crecimiento y alimentados está controlada principalmente por el contenido energético de la dieta (HERRERA, 2012). Respecto de las proteínas es necesario considerar no solo la cantidad, sino también la calidad de éstas. La calidad de las proteínas depende principalmente del número de aminoácidos esenciales y de la cantidad de cada uno de éstos, presentes en el alimento. Una deficiencia de proteínas, en cantidad o en calidad, causa problemas de apetito, crecimiento, anomalías en el pelo y la piel, particularmente en los animales jóvenes (KOESLAG, 1989).

5.4. Consumo

El consumo voluntario es probablemente el factor más importante desde el punto de vista de la productividad pecuaria; en términos generales se busca que el animal consuma más alimento, factores dietéticos, como palatabilidad, disponibilidad de pienso (a voluntad o dietas restringidas), deficiencia o exceso de algún nutriente concreto, densidad de energía, presencia de aditivos y disponibilidad de agua; la producción, diseño y localización de comederos se traduce a individuos sanos, número de cerdos por corral y espacio disponible para cada uno de ellos (ROLDAN, 2006). En forma complementaria, los cálculos de conversión y de eficiencia alimenticia así como los costos de producción, expresan la relación de los parámetros mencionados con el consumo, es decir, se espera que los animales aumenten al máximo su producción con el mínimo alimento consumido, al menor costo posible. Visto en otra forma, el comportamiento animal

es el resultado del consumo de alimento, concentración energética, digestibilidad y metabolismo (SHIMADA, 2003). El consumo voluntario del pienso se encuentra bajo la influencia de diversos factores: fisiológicos, incluida la genética, mecanismos nerviosos y hormonales y factores sensoriales (olor y sabor); factores medio ambientales, como temperatura, humedad, corrientes de aire (ROLDAN, 2006).

5.5. Conducta alimenticia

Una peculiaridad del cerdo es su hábito de hozar. El hocico es su principal órgano táctil, asociado con el olfato, que es también el más importante de sus sentidos. Los cerdos son omnívoros y hozan el suelo en busca de raíces, gusanos y larvas de insectos que ingieren junto a una enorme gama de otros alimentos, incluidos los forrajes. Sus patrones de consumo están influidos por el sistema de crianza a que estén sometidos. Algunos componentes y su proporción en la dieta influyen considerablemente en el consumo. La adición de levaduras y harina de pescado incrementa la aceptación del alimento, mientras la harina de carne provoca el efecto contrario. La aceptación del trigo es superior a otros cereales como maíz, avena, cebada y centeno. El contenido de fibra en la dieta es muy importante, así el descascarado de los cereales incrementa su palatabilidad y la inclusión de grandes cantidades de harina de forraje la deprime (LAGRECA *et al.*, 1999). Para disminuir la cantidad de tejido graso en la canal porcina es necesario manipular la genética del animal, lo cual es una estrategia a mediano y largo plazo, alternativamente, se pueden hacer modificaciones en el programa nutricional utilizando aditivos y/o ingredientes que promuevan una mayor

deposición de tejido magro y una menor acumulación de grasa (LINDEMANN *et al.*, 1995).

En la actualidad, nuestros sistemas de producción tienen como principal objetivo obtener cerdos con un peso de sacrificio de aproximadamente 100 kg. Para alcanzar estos valores es necesario el suministro de una alimentación con una relación óptima de energía-proteína además de emplear animales con un potencial genético probado, en el que se encuentran consumos de alimento por día que van desde los 2.35 hasta los 2.85 kg/día, lo que pone de manifiesto la variabilidad que puede haber aún bajo condiciones similares de manejo y alimentación y que se traduce en consumos totales que se reflejan en conversiones alimenticias desde 2.6 a 3.3 (HERRERA, 2012). Si se les ofrece manualmente un alimento concentrado el consumo puede ocupar solo unos 10-20 minutos diariamente y si la alimentación es a voluntad, el tiempo de comida se prolonga. Los cerdos alojados en grupos se estimulan recíprocamente en la ingestión de alimentos, por lo que si se crían juntos el consumo es mayor que cuando están aislados, conducta que tiene importancia durante el engorde (HERNÁNDEZ *et al.*, 2004).

5.6. Consumo de agua

Entre los factores que determinan el consumo de agua se encuentran el peso vivo, el estado fisiológico y de salud, el clima y el tipo de alimento ofrecido. La frecuencia de bebida es diferente si los cerdos se alimentan a voluntad o restringidamente. En el primer caso alternan la ingestión de alimento y de agua hasta quedar satisfechos, en el segundo caso comen hasta agotar el alimento y beben el agua posteriormente. Ante una escasez de agua los cerdos reducen

sensiblemente el consumo de alimentos secos y por ende se retrasa su crecimiento (LAGRECA *et al.*, 1999).

Cuadro 1.- Donde se representa el consumo de agua en las diferentes etapas de crecimiento.

Lechones destetados	2-4 Litros
Lechones en crecimiento	4-6 Litros
Cerdos en crecimiento	6-8 Litros
Cerdos en finalización	8-10 Litros

Tomado de (KOESLAG, 1989).

5.7. Promotores de crecimiento

Se define como promotor de crecimiento cualquier compuesto o mezcla de compuestos que influyen en la función metabólica del animal para incrementar la cantidad de proteína corporal. Los agentes anabólicos son una alternativa para acrecentar la producción, pues son hormonas que influyen en las funciones metabólicas del animal, mejorando el balance de nitrógeno en el organismo y por consiguiente, incrementando la producción de proteína en el mismo. Las más usadas en la ganadería son las hormonas gonadales (esteroides), masculinas (andrógenos); femeninas (estrógenos) y las que tienen actividad progestacional. Estos anabólicos, son compuestos que tiene la capacidad de retener nitrógeno, elemento indispensable para la síntesis proteica, además favorecen la eritropoyesis (formación de glóbulos rojos), la retención de calcio y fósforo, factores que contribuyen a un aumento del peso del animal (BAVERA *et al.*, 2002). Los anabólicos pueden ser de origen endógeno (naturales) o sintéticos. Varios

compuestos agonistas β -adrenérgicos están experimentando el desarrollo comercial como agentes de redimensionamiento de la canal. Los aumentos significativos en la eficiencia de conversión del alimento, canal de contenido magro y disminución de la grasa de la canal se ha informado de forma consistente en todas las principales razas de carne de animales. El uso de estos compuestos está en consonancia con la demanda de los consumidores de carne más magra (PETERS, 1989). Suplementos y promotores de crecimiento que contienen las hormonas esteroides se administran de forma rutinaria para el ganado vacuno para mejorar la eficiencia de la alimentación, reducir los problemas de comportamiento, y mejorar la producción (BARTELT-HUNT *et al.*, 2012).

5.7.1. Hormonas Naturales

Las hormonas naturales incluyen el estradiol, la testosterona, la progesterona, la somatotropina y los factores liberadores de esta última. En este mismo grupo se encuentran los agonistas β -adrenérgicos, como la epinefrina y norepinefrina, secretadas por la médula adrenal y las terminaciones nerviosas simpáticas. Su mecanismo de acción consiste en aumentar la ganancia de peso y la retención de nitrógeno (BAVERA *et al.*, 2002). Las sustancias hormonales y antibióticos promotores del crecimiento se utilizan legalmente e ilegalmente en los animales para la promoción del crecimiento de los animales de la ganadería de producción de alimentos. Las sustancias hormonales son objeto de debate en términos de sus impactos en la salud humana como el 17 β -estradiol, progesterona, testosterona, zeranol, trenbolone y acetato de melengestrol (JEONG *et al.*, 2010).

5.7.2. Los anabólicos esteroides sintéticos

Los anabólicos sintéticos incluyen el grupo de los estilbénicos (dietilestilbestrol y dienestrol) y los no estilbénicos (menengestrol, zeranol y trembolona) y los β -adrenérgicos (clembuterol, cimaterol y fenoterol) (BAVERA *et al.*, 2002). Por lo general son más potentes, se necesitan dosis menores de ellos y generan menos efectos negativos en el comportamiento. Se metabolizan y desactivan con rapidez, principalmente en el hígado y siguen un ciclo entero hepático (SUMANO y OCAMPO, 2006).

5.8. Ractopamina

La ractopamina (RAC) es un compuesto β -adrenérgico, que químicamente es una fenoletolamina particularmente selectiva por los receptores β_1 . En los cerdos, el tejido más susceptible a este fármaco es el músculo esquelético. Los efectos de la administración de este producto tienden a dirigir los nutrientes a la síntesis de proteína muscular. La glucosa y 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 a los 42 días aproximadamente, por lo que su uso se recomienda estrictamente para los últimos 35 días del periodo de finalización (DOMÍNGUEZ, 2009). La ractopamina es un adrenérgico beta que incrementa la retención de nitrógeno y la síntesis proteica, generando una masa muscular deseable en una canal; promueve la lipólisis suprime la lipogénesis e incrementa la ganancia de peso y la conversión alimenticia (SUMANO y OCAMPO, 2006). La RAC tiene propiedades que dirigen los nutrientes desde la deposición de grasa hacia la acreción de proteína

(POMPEU *et al.*, 2013). La RAC es comúnmente usada en la etapa de finalización del cerdo en dietas para 28 días antes de la matanza, los cerdos con RAC en una dosis constante muestran respuesta de máximo crecimiento durante los primeros 21 del periodo de alimentación, se espera que las mejoras de rendimiento para una alimentación más corta con RAC puede ser una estrategia eficaz para mejorar características de la canal (ALMEIDA *et al.*, 2013).

5.8.1. Mecanismo de Acción de la Ractopamina

La RAC se une a un receptor β -adrenérgico al nivel de la membrana celular, el cual en el citoplasma, da la señal al sistema para la activación enzimática, activando proteína-cinasas por fosforilación de la misma molécula. Las enzimas activadas promueven la liberación de glucosa para su oferta a los tejidos periféricos, lo que favorece el transporte de aminoácidos al músculo. A nivel del tejido adiposo se bloquea la absorción de glucosa y se induce una ligera lipólisis, permitiendo el uso de la glucosa para el metabolismo y síntesis de proteína en el músculo esquelético (ARGÜELLO, 2007). El β -agonista RAC es un ingrediente dietético que mejora el crecimiento y aumenta la masa magra con poco cambio en la masa de grasa en hembras y machos castrados (RIKARD-BELL *et al.*, 2009). El flujo de glucosa y de aminoácidos a los miocitos provoca un aumento en la tasa de síntesis de proteína y finalmente una hipertrofia de los miofibrilos, sobre todo en algunas masas de tejido muscular estriado, lo que promueve un crecimiento del músculo, muy parecido al que se induce por el ejercicio en individuos adultos. El número de fibras musculares se mantiene, pero el tamaño o diámetro de las fibras se incrementa; además (importante en la calidad de la carne), no se altera la

proporción entre las fibras blancas y rojas esto hace que las fibras musculares se agranden (que el músculo sea más grande) y con ello el animal va a tener más peso al sacrificio y por lo tanto más peso de los cortes primarios, pero sin aumentar el número de fibras (ARGÜELLO, 2007). Los β -adrenérgicos (β -AR) pueden incrementar el flujo sanguíneo a ciertas regiones del cuerpo, este aumento permite el proceso de hipertrofia en el músculo esquelético al transportar mayores cantidades de sustratos y flujo de energía para la síntesis de proteína. La activación directa de los β AR, en el tejido adiposo y el incremento de la actividad de la proteína cinasa A, tiende a activar y translocar la hormona, sensitiva a la lipasa con una subsecuente hidrólisis de los triglicéridos (MILLIS, 2002). El clorhidrato de RAC es un agente que genera la repetición de energía, así la misma se reparte de lípidos para la acreción de proteína (ROSS *et al.*, 2011). La mejora en la composición de la canal de animales para producción de carne por la disminución de grasa para el beneficio de masa muscular, se obtiene con mayores beneficios económicos a los productores, aumenta la cantidad de carne magra y disminuye la cantidad de grasa y sus suplementos durante el último periodo de engorda (PLEADIN *et al.*, 2013). Aumenta la deposición de la proteína principalmente a través de sus efectos en el aumento de la síntesis de proteína y disminución de degradación de la proteína, sin embargo, RAC también tiene efectos directos sobre el metabolismo de las grasas porque la lipólisis se incrementa y lipogénesis disminuye si se incluye el RAC en la dieta, el aumento de la hidrólisis del tejido adiposo los triglicéridos conduce al aumento de la producción de AGV, que se exportan desde células grasas para utilizarse como combustibles

oxidativos por otros tejidos (JAMES *et al.*, 2013). Así por ejemplo, cuando los cerdos son alimentados con RAC, muestran un incremento en las tasas de lipólisis y una disminución en la actividad de enzimas lipogénicas, efecto atribuido a la activación de receptores β -adrenérgicos de la membrana, síntesis de adenosina monofosfato cíclico y la consiguiente modulación de enzimas lipolíticas en animales y líneas celulares (HALSEY *et al.*, 2011).

5.8.2. Uso la Ractopamina en Animales

La administración en la dieta de β -adrenérgicos receptores-estimuladores análogos a la norepinefrina se utilizan para la manipulación del crecimiento y composición del cuerpo y particularmente para reducir un efecto en la composición de la canal. Estos componentes como el clenbuterol, zilpaterol y la RAC, reducen la grasa de la canal e incrementan la masa muscular, pero estos efectos sobre el peso del cuerpo, la ganancia y la eficiencia alimenticia son menos consistentes (ADEOLA *et al.*, 1992). La alimentación con una dieta conteniendo RAC resulta en una mejora en el desarrollo, retención de nitrógeno y magrez de la canal. Estos beneficios son el resultado de un incremento en la síntesis de proteína. La respuesta a la RAC en cerdos en finalización depende de la dosis. A baja proporción de inclusión de RAC en la dieta (5 ppm), mejora la ganancia diaria de peso, la eficiencia alimenticia y la magrez de la canal. Cuando la cantidad en la dieta de ractopamina se incrementa de 5 a 20 ppm, se produce un mayor incremento del magro de la canal y en la eficiencia alimenticia (BRUMM *et al.*, 2004). La RAC es un β -agonista que aumenta la ganancia diaria de peso (GDP) y la conversión alimenticia (CA) de los animales que lo consumen, incrementando la

cantidad de tejido magro hasta en un 34% y la deposición de proteína corporal en un 24%. Este β -agonista actúa como relajante muscular, pero también tiene efecto sobre el metabolismo de las proteínas y las grasas. Sus principales efectos observados son un aumento en la deposición de músculo y una menor deposición de grasa, por lo tanto la magrez de la canal tiende a aumentar (ACOSTA, 2006). El clorhidrato de RAC es un común aditivo para la alimentación del animal en el acabado de las dietas, porque cerdos alimentados con RAC tienen una mejor eficiencia, entre 2.3 y 3.2% más del peso en canal y exhiben una mejor calidad de está. La suplementación con RAC es un medio eficaz de mejorar el crecimiento y rendimiento de cerdos en finalización (HINSON *et al.*, 2013). La RAC es comúnmente utilizada para alimentar cerdos en la etapa de finalización con un peso de 20 a 40 kg de ganancia antes del sacrificio (GERLEMANN *et al.*, 2013). Algunas ventajas definitivamente son el aumento de la zona del lomo, un aumento en el rendimiento de la canal, aumento del rendimiento de los cortes de la canal y la disminución del espesor de la grasa (BOLER *et al.*, 2011). Existe evidencia de que la RAC incrementó el peso en la canal hasta por 2 kg, rendimiento de la canal y lomo aumentado, la alimentación con RAC mejora el crecimiento y características de la canal en comparación con una alimentación sin RAC, mejora la eficacia de la alimentación y cortabilidad de la canal en el acabado de los cerdos (HINSON *et al.*, 2012a). Esto se traduce en menos días al mercado y menos alimento para una canal magra, la alimentación puede extenderse en una multitud de áreas que beneficiarán a los productores de cerdo, pero los beneficios también se extienden al medio ambiente por reducción de estiércol y excreción de

nutrientes, pérdida de agua y conservación de energía, el uso reducido de la tierra para la producción de cultivos, menos pérdida de suelo por la erosión y una disminución de fertilizante y plaguicidas (WOODS *et al.*, 2011). El peso óptimo al sacrificio está influenciado por costo de alimentación, precio base de la canal, espacio disponible y el pago de la empacadora, para maximizar el número de cerdos que pueden ser vendidos en o cerca del peso óptimo, los cerdos alimentados con RAC requieren pocos días al mercado, lo que resulta en menos alimento consumido (HINSON *et al.*, 2012b). Es el único Agonista β -adrenérgico aprobado como suplemento dietético en la especie porcina, en la actualidad, RAC es utilizada para mejorar la alimentación y se utiliza en los cerdos que pesan por lo menos 68 kg y son alimentados con una ración completa (BOHRER *et al.*, 2013). La alimentación con RAC no tiene efecto sobre el sabor y textura de la carne de cerdo, pero le da mayor jugosidad (BRAÑA *et al.*, 2013). La respuesta a RAC, sin embargo, está influenciada por dosis, duración y concentración de proteína en la dieta. Las recomendaciones actuales de la RAC sugieren utilizar el producto con una dieta formulada para incluir por lo menos 16% de proteína cruda. Este nivel es mayor que el requisito de NRC de proteína cruda, siendo representativo comercialmente el 13% para la finalización de los cerdos (KUTZLER *et al.*, 2011). Estos datos indican que la alimentación RAC mejora el rendimiento en el crecimiento de las dietas y características de la canal, teniendo poca o ningún efecto perjudicial sobre la calidad de la carne (HINSON *et al.*, 2011). Las dietas que contienen RAC han demostrado por numerosos investigadores su eficiencia para mejorar la GDP y la alimentación de cerdos en finalización, menos grasa

intramuscular y menos grasa saturada, este cambio en el grado de saturación de grasa se explica por una síntesis de ácidos grasos (AG) en los cerdos, los cerdos de línea genética con predisposición a ser magra que también se alimentan de dietas con RAC pueden tener un mayor grado de insaturación en el Perfil de AC de sus productos de carne de cerdo resultante (WIEGAND *et al.*, 2011). La RAC puede tener un efecto benéfico en la industria porque proporcionan más kilos de producto vendible sin efectos perjudiciales sobre las características de procesamiento (TAVAREZ *et al.*, 2012).

5.8.3. Metabolismo del clorhidrato de ractopamina en el organismo del cerdo.

El crecimiento postnatal del músculo esquelético, es el resultado primario de una hipertrofia y se reconoce que un aumento de la síntesis proteica muscular y una disminución de la degradación de la proteína muscular, o una combinación de ambas produce aumento de la masa muscular (YANG y MCELLIGOTT, 1989). En forma general, su adición en la dieta para porcinos produce la alteración del equilibrio hídrico, lo que favorece la retención de agua por el músculo así como un descenso en el gasto de glucosa por el sistema nervioso central (SNC), esto lo manifiesta el animal con un aparente mejor estado de salud y constitución física y por lo tanto existe un menor consumo energético (ENGLISH *et al.*, 1992). Los cerdos con predisposición genética magra que son alimentados con dietas adicionadas con ractopamina podrían tener un mayor grado de insaturación en el perfil de AG en productos de carne de cerdo resultante (WIEGAND *et al.*, 2011).

5.8.4. Toxicidad del clorhidrato de ractopamina

Se han realizado diversos estudios para determinar la dosis letal (DL 50) y el nivel de no efecto, en diferentes animales con distintas concentraciones. Únicamente con dosis diarias muy elevadas y por periodos de tiempo que van de tres meses a dos años, se han reportado manifestaciones de intoxicación (DALIDOWICZ *et al.*, 1992). El uso de la RAC en la medicación terapéutica en las carreras de animales tiene un potencial considerable para uso ilegal, dado que puede tener la capacidad de afectar significativamente el rendimiento mediante sus propiedades agonistas β adrenérgicas, anabólicas (YAEGER *et al.*, 2012). Existe evidencia de que alimentación con RAC también aumenta la respuesta de estrés en cerdos (ROCHA *et al.*, 2013). Hay reportes de que la RAC tiene un efecto sobre el comportamiento en cerdo de finalización donde estos muestran signos de agresividad (ATHAYDE *et al.*, 2013).

5.8.5. Excreción del clorhidrato de ractopamina

Se ha determinado que en el caso de la RAC el tiempo de retiro es denominado “cero” (que en realidad es de 12 hrs), dado que los residuos en hígado son ≤ 3 ppm (SUMANO y OCAMPO, 2006). Después de la administración oral de 0.125 mg/Kg/PV en cerdos, el pico máximo en el plasma se alcanza a partir de la primera media hora, hasta las dos horas después baja la concentración y se mantiene por siete horas. El 95% de la RAC es eliminada en las primeras 48 hrs después del primer tratamiento, y la principal vía es la orina en un 88% y en las heces en un 9% (DALIDOWICZ *et al.*, 1992).

5.9. Uso de Zeranol en cerdos de engorda

5.9.1 Características químicas y farmacológicas

El alfa-zearalanol (α -ZAL, Zeranol) es una lactona del ácido resorcílico macrocíclicas, que es altamente estrogénica y utilizada como un promotor de crecimiento para el ganado en varios países (HILDEBRAND *et al.*, 2010). El Zeranol no es estructuralmente un esteroide, ya que los estrógenos de las plantas llamados isoflavinas se encuentran primariamente en las leguminosas como el trébol dulce y la alfalfa. Dos de éstos compuestos, la genisteína y el coumestrol causan infecundidad, sobre todo en las hembras y con menor frecuencia en los machos. El Zeranol se prepara a partir de un precursor industrial de la Zearalenona, la cual es elaborada como un producto natural de la *Gibberella zeae*, que es un hongo aislado de los granos de maíz en los Estados Unidos de América. Existen 150 derivados de la Zearalenona preparados con fines de actividad biológica, pero el derivado más activo para el incremento de la conversión alimenticia es el Zeranol (CONNOR E *et al.*, 2002). Se metaboliza en el hígado por conjugación glucuronida y con sulfatos, convirtiéndose en zearalelona y taleranol, los cuales se eliminan principalmente por orina. Es un estrógeno semisintético análogo de la zearalelona, toxina producida por *Fusarium sp.* A los 65 días se puede encontrar residuos en la oreja, pero también se pueden recuperar en orina y heces. La mayor concentración se encuentra en hígado, pero a la dosis mencionada no rebasa las 10 ppb. En músculo y riñón la concentración de zeranol es de 0.2 ppb, y en grasa es de 0.3 ppb (SUMANO y OCAMPO, 2006). El zeranol y sus metabolitos derivados son excretados principalmente por orina,

pero no aparece en ese caso en heces (CONNOR E *et al.*, 2002). Las características de la canal, por las concentraciones hormonales en sangre, no son afectados por el tratamiento, Zeranol aumenta la incidencia de prolapso uterino y mortalidad sin aumentar el rendimiento en el crecimiento (ECKERMAN *et al.*, 2013). El Zeranol (Z) es un promotor del crecimiento anabólico no esteroidal con actividad estrogénica que es ampliamente utilizado en la industria de carne en Estados Unidos debido a sus ventajas comerciales (XU *et al.*, 2010). La Zearalenona (ZEA) es una micotoxina no esteroidal producida por especies de *Fusarium* en varios granos. A pesar de su baja toxicidad aguda y carcinogenicidad, ZEA tiene propiedades estrogénicas y anabólicas en varias especies animales (MASSART y SAGGESE, 2010). La ZEA (ZEN) y sus metabolitos son importantes micotoxinas antiinflamatorias no esteroidales estrogénicas que causan trastornos reproductivos en los animales domésticos, especialmente en los cerdos (SAMBUU *et al.*, 2011).

5.9.2. Modo de acción del Zeranol

En un principio se consideró que el Zeranol inducía la actividad anabólica actuando sobre los receptores del hipotálamo y aumentando así la formación de la hormona del crecimiento (STH) de la hipófisis, y el mayor nivel de STH en la sangre se pensaba que era el factor que inducía el incremento de la síntesis proteica en el músculo esquelético lo que a su vez se manifiesta por aumento de peso y de carne. Sin embargo la evolución de las investigaciones han demostrado que dicha interpretación no era la más ajustada. En principio el Zeranol no aumento a la STH en los animales implantados. Tanto el Zeranol como la STH

logran aumentar la proteína pero por medios farmacológicamente distintos. Estudios detallados han demostrado que el Zeranol más bien disminuye la síntesis proteica pero al mismo tiempo y en forma muy importante su acción reduce los mecanismos de degradación proteica. En el músculo el balance de estas acciones aumenta el metabolismo proteico, lo que favorece el aumento de peso y el crecimiento muscular. Es decir el Zeranol disminuye el ritmo de síntesis proteica pero también disminuye la degradación de proteína a un nivel aún mayor, así es que el resultado es el aumento conocido en el aumento de proteína total. En Estados Unidos está aprobado el uso del Zeranol como agente anabólico en ganado de carne. Desde su aprobación el uso de implantes de Zeranol han logrado el incremento de la producción total por unidad animal con un descenso en los costos de producción. Se ha encontrado que las propiedades cualitativas del Zeranol en grandes dosis puede producir esencialmente los mismos efectos biológicos del Estradiol y cuantitativamente se han encontrado diferencias marcadas en la actividad estrogénica (FUMAGALLI *et al.*, 1989). Es posible inducir cambios favorables en el perfil de AG y el contenido de colesterol usando Zeranol (VALENZUELA-GRIJALVA *et al.*, 2012). La seguridad crítica concerniente a los agentes anabólicos es la carcinogenicidad, excepto por el Zeranol, todos los anabólicos tuvieron un incremento en la incidencia de tumores en animales de laboratorio. Los resultados de varios estudios científicos proveen suficiente información para concluir que el Zeranol no es nocivo para su uso en la cadena de alimentación humana. Siendo valorados, los residuos, en tejido tisular, efectos tóxicos, efectos fisiológicos crónicos, y potencial mutagénico y carcinogénico. El

Zeranol aparece en forma comercial como pellet y su dosificación varía de 24 a 36 mg, dependiendo del tamaño del animal. Su aplicación es subcutánea en el dorso y cerca del tronco de la oreja, en la parte próxima a la cabeza del animal (FUMAGALLI *et al.*, 1989). En investigaciones recientes, el Zeranol aumentó la ganancia de peso vivo diaria y la conversión alimenticia en los animales en continuo crecimiento, y tiene una tendencia a eliminar un mayor contenido de grasa que en la canal de animales no implantados, produciendo un crecimiento compensatorio (FUMAGALLI *et al.*, 1989).

VI. MATERIALES Y METODOS

6.1. Marco de referencia

El estudio se llevó a cabo en la granja porcina de ciclo completo “Santa Lucia” ubicada en la localidad de Santa Lucia Potrerillo, municipio de Fortín de las Flores Veracruz.

El clima predominante es templado húmedo con lluvias en verano, presenta una temperatura media anual de 18.8 °C, se encuentra ubicado en la zona central del Estado, en las coordenadas 18° 54´ de latitud Norte y 97° 00´ de longitud Oeste, a una altura de 1,000 metros sobre el nivel del mar; su precipitación pluvial media anual es de 1,832.7 milímetros (Fortin.gob.mx). La granja trabaja dentro de un sistema intensivo, semi-tecnificado, la población es de 31 vientres de raza Landrace con York y Landrace con Pietrain Blanco y 3 sementales 2 de raza Pietrain y 1 Duroc. La duración de la investigación fue de 114 días, que comprendió del 10 de enero de 2014 al 04 de mayo de 2014.

6.2. Unidades experimentales

Se utilizaron 24 cerdos, 12 hembras y 12 machos destetados con 45 días de edad de la línea finalizadora, con un peso promedio de 10.61 kg.

6.3. Instalaciones

Se usaron corrales de 4 x 2.80 m se instalaron 8 cerdos en cada uno; cuentan con piso de cemento, bardas de block y totalmente techados con láminas galvanizadas, chupones automáticos y comedero con capacidad para cuatro plazas.

6.4. Tratamientos

La dieta de cada grupo consistió en la alimentación por etapa de acuerdo al contenido proteico, y considerando el peso del animal (Cuadro 2), siendo la misma, tanto para los grupos experimentales como para el grupo testigo.

Cuadro 2. Contenido proteico del alimento comercial en las diferentes etapas de la engorda.

Peso x	Contenido de proteína	Días de consumo
10.61 kg	19%	12 días
16.5 kg	18%	15 días
24 kg	19%	20 días
37 kg	17%	22 días

65 kg	16.5%	18 días
80 kg	16.5%	7 días
80 kg	16.5%	20 días

Al primer grupo (GT1), se le aplicó 0.5 mL de un producto comercial que contenía (10 mg de zeranol y 10 mg de Ivermectina) al alcanzar los 35 kg, y le fue proporcionado alimento balanceado de acuerdo a la etapa de desarrollo; al alcanzar los 80 kg de peso, se le adiciono alimento finalizador con ractopamina (10 ppm) hasta el final del periodo de engorda.

Al segundo grupo (GT2), le fue proporcionado alimento balanceado de acuerdo a la etapa de desarrollo hasta alcanzar los 80 kg de peso, y a partir de este momento se le adicionó alimento finalizador con ractopamina (10 ppm) hasta el final del periodo de engorda. Al grupo testigo (GTEST), se le adiciono solo alimento comercial de acuerdo de las fases de desarrollo. El alimento fue proporcionado a todos los grupos *ad libitum*.

6.5. Alimentación

Cuadro 3.- Contenido bromatológico del alimento comercial usado en la etapa de iniciación con alimento solido.

Alimento	Contenido bromatológico				
	Humedad	Grasa Cruda	Fibra cruda	Cenizas	E.L.N.
Iniciador 1	12.0%	5.0%	4.0%	7.0%	53%
Iniciador 2	11.0%	5.0%	4.0%	7.0%	55%

Iniciador 3	12.0%	4.0%	4.0%	6.0%	55%
Crecimiento	12.0%	4.0%	4.5%	6.0%	56.5%
Desarrollo	12.0%	4.0%	4.5%	6.0%	57%
Engorda	12.0%	4.0%	4.5%	6.0%	57%
E + Ractopamina (10 ppm)	12.0%	4.0%	4.5%	6.0%	57%

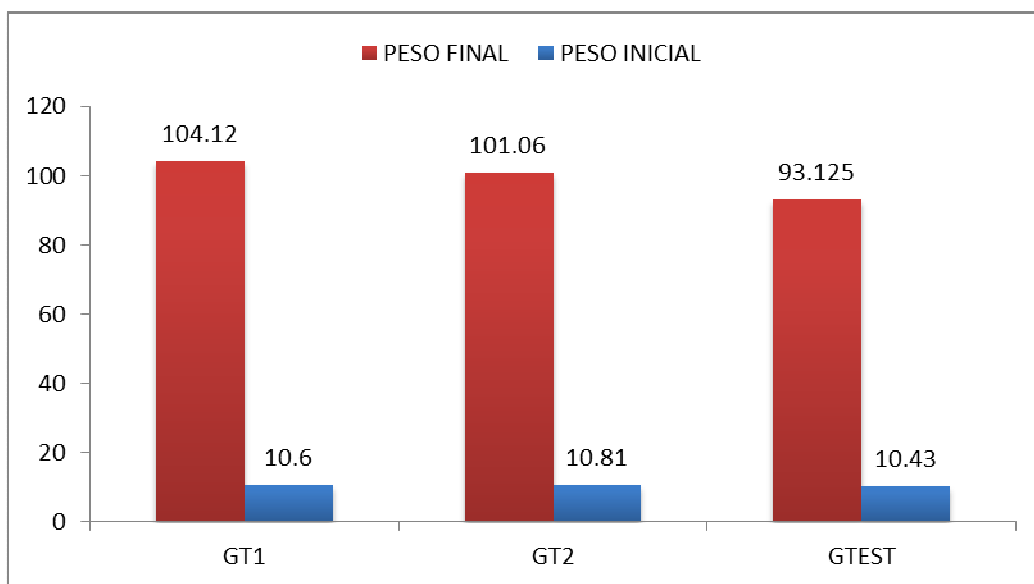
6.6. Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico mediante la prueba de Turkey con el programa estadístico Systat.

VII. RESULTADOS

Los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico arrojaron que existe una diferencia altamente significativa ($p \leq 0.001$) entre los grupos GTEST vs GT1 y GT2. En cuanto a la ganancia de peso, así pues, los pesos promedio del GTEST fueron, el peso inicial 10.43 y peso final 93.125 kg; mientras que para el GT1 el peso inicial fue de 10.06 kg y el peso final de 104.125 kg y el GT2, peso inicial 10.81 y peso final 101.063 kg. No hubo diferencias estadísticas significativas entre los grupos GT1 y GT2. El peso promedio de los tres grupos analizados fue de 99 kg a 114 días de engorda. Por lo que el GT1 obtuvo un 5 % (5.05 kg) más que el promedio y el GT2 un 2 % (2.02 kg), de incremento respecto al promedio. Mientras que el GTEST presentó una diferencia de 6 % (6.06 kg) menor al peso promedio.

Figura 1. Peso inicial y el peso final de los tres grupos, GT1, GT2, GTEST



VIII. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran que hubo una ganancia de peso lo que coincide con lo reportado por Adeola (1992), donde refiere que él, con el uso de compuestos como el clenbuterol, zilpaterol y la ractopamina, los cuales reducen la grasa de la canal e incrementan la masa muscular, pero estos efectos sobre el peso del cuerpo, la ganancia y la eficiencia alimenticia son menos consistentes. Del mismo modo los resultados obtenidos coinciden con Brumm (2004), donde se reporta que cuando se proporciona una cantidad en la dieta de ractopamina de 5 a 20 ppm, se produce un mayor incremento del magro de la canal y en la eficiencia alimenticia Hinson 2012 y Wiegand, 2011 reportan una mejora en la eficacia de la alimentación y cortabilidad canal en cerdos de finalización y su eficiencia para mejorar la GDP. Por su parte Tavárez, 2012 refiere que no se tiene efecto perjudicial sobre la canal y el aspecto visual. La RAC puede

tener un efecto benéfico en la industria porque proporcionan más kilos de producto vendible sin efectos perjudiciales sobre las características de procesamiento. Por su parte Dalidowicz, 1992, reporta que únicamente con dosis diarias muy elevadas y por periodos de tiempo que van de tres meses a dos años, se han reportado manifestaciones de intoxicación. Rocha, 2013, refiere que existe evidencia de que alimentación con RAC también aumenta la respuesta de estrés en cerdos. Athayde, 2013, y estos muestran signos de agresividad. Mientras que con el uso de zeranol Eckerman, 2013 refiere que las características de la canal, no son afectados por el tratamiento, aunque aumenta la incidencia de prolapso y mortalidad sin aumentar el rendimiento de crecimiento. Valenzuela, 2012 por su parte comenta que es posible inducir cambios favorables en el perfil de ácidos grasos y el colesterol usando zeranol. Por lo que se concluye que el zeranol no es nocivo para su uso en la cadena de alimentación humana. Mientras que Massart, 2010, refiere que las micotoxinas estrogénicas son sospechosos como factor desencadenante para el desarrollo de la pubertad precoz por lo menos en prepúberes expuestos a animales y Sambuu, 2011 describe los efectos estrogénicos que causan trastornos reproductivos en los animales domésticos. Fumagalli, 1989. Encontró que el zeranol en grandes dosis puede producir esencialmente los mismos efectos biológicos del estradiol y cuantitativamente se han encontrado diferencias marcadas en la actividad estrogénica.

IX. CONCLUSIONES

La ganancia de peso por la adición de ractopamina y zeranol a la dieta en cerdos de engorda, tiene mejores resultados que la adición solo ractopamina.

La ganancia de peso es superior cuando se adiciona ractopamina y zeranol o solo ractopamina en comparación con aquel grupo el cual solo fue alimentado con concentrado comercial.

El uso de promotores de crecimiento tales como ractopamina y zeranol, o solo ractopamina son alternativas que pueden permitir hacer más eficiente las engordas de cerdos, dado que la ganancia de peso permite cubrir económicamente el costo de los promotores usados de manera amplia.

X. LITERATURA CITADA

1. ADEOLA, O., MCBRIDE, B.W. y YOUNG, L.G. (1992). Metabolic responses induced by isoproterenol in ractopamine-fed pigs. *J. Nutr.* 122: 1280-1286.
2. ACOSTA, S.D.C. (2006). Respuesta productiva y características de la canal de cerdos alimentados con raciones adicionadas con un micromineral o un promotor de crecimiento. Tesis Licenciatura. Facultad de Zootecnia. Universidad Autonoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua.
3. ALMEIDA, V.V., NUNEZ, A.J., SCHINCKEL, A.P., ANDRADE, C., BALIEIRO, J.C., SBARDELLA, M. y MIYADA, V.S. (2013). Time-response relationship of ractopamine feeding on growth performance, plasma urea nitrogen concentration, and carcass traits of finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 91: 811-818.
4. ALVARENGA, A.R. Y RAMÍREZ M.D. (2005). Evaluación del uso de clorhidrato de ractopamina incorporado en la ración diaria de cerdos en fase de finalización en la Granja San Juan. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de El Salvador. Ciudad Universitaria.

5. ARGÜELLO, B.P. (2007). Efecto de tres niveles de ractopamina sobre el desempeño productivo, económico y calidad de canal en cerdos para abasto. Tesis Licenciatura. Universidad Michoacana De San Nicolas de Hidalgo. Morelia, Michoacan.
6. ATHAYDE, N.B., DALLA COSTA, O.A., ROCA, R.O., GUIDONI, A.L., LUDTKE, C.B., OBA, E., TAKAHIRA, R.K. y LIMA, G.J. (2013) Stress susceptibility in pigs supplemented with ractopamine. *J. Anim. Sci*, 91: 41807.
7. BAVERA, G., BOCCO, O., BEGUET, H., Y PETRYNA, A. (2002). Promotores del crecimiento y modificadores del metabolismo. *Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV. UNRC*. 1-4.
8. BARTELT-HUNT, S.L., SNOW, D.D., KRANZ, W.L., MADER, T.L., SHAPIRO, C.A., DONK, S.J., SHELTON, D.P., TARKALSON, D.D. y ZHANG, T.C. (2012). Effect of growth promotants on the occurrence of endogenous and synthetic steroid hormones on feedlot soils and in runoff from beef cattle feeding operations. *Environ. Sci. Technol.* 46: 1352-1360.
9. BOLER, D.D., HOLMER, S.F., DUNCAN, D.A., CARR, S.N., RITTER, M.J., STITES, C.R., PETRY, D.B., HINSON, R.B., ALLEE, G.L., MCKEITH, F.K. y KILLEFER, J. (2011). Fresh meat and further processing characteristics of ham muscles from finishing pigs fed ractopamine hydrochloride. *J. Anim. Sci.* 89: 210-220.
10. BOHRER, B.M., KYLE, J.M., BOLER, D.D., RINCKER, P.J., RITTER, M.J. y CARR, S.N. (2013). Meta-analysis of the effects of ractopamine hydrochloride on carcass cutability and primal yields of finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 91: 1015-1023.
11. BRAÑA, D.V., GOMEZ, G.A., ELLIS, M. y CUARON, J.A. (2013). Effect of gender (gilt, surgically- and immuno-castrated male) and ractopamine hydrochloride supplementation on growth performance, carcass and pork quality characteristics of finishing pigs under commercial conditions. *J. Anim. Sci.* 91: 5894-5904.

12. BRUMM, M.C., MILLER, P.S. y THALER, R.C. (2004). Response of barrows to space allocation and ractopamine. *J. Anim. Sci.* 82: 3373-3379.
13. CONNOR E, KAHL S, ELSASSER T. (2002). The effects of zeranol implantation on pituitary growth hormone releasing hormone receptor expression in growing beef steers. *Journal of Animal Science Supplement*.
14. CULP, K. C., CLAEYS, M. C., LEMENAGER, R. P., RUSK, C. P., BRIDGES, G. A. y LAKE, S. L. (2013) Effects of continuous and step-up ractopamine hydrochloride supplementation protocols on feeding performance and carcass characteristics of finishing steers. *Prof. Anim. Sci.* , 141-146.
15. DALIDOWICZ, J.E.; THOMSON, T.D.; BABBIT, G.E. (1992). Ractopamine hydrochloride, a phenethanolamine reartitioning agent: metabolites and residues in. *ACS symposium series (USA)*.
16. DOMÍNGUEZ A.I. (2009). Los β -agonistas adrenérgicos como modificadores metabólicos y su efecto en la producción, calidad e inocuidad de la carne de bovinos y ovinos: una Revisión. Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México, México. México.
17. ECKERMAN, S.R., LARDY, G.P., THOMPSON, M.M., VAN EMON, M.L., NEVILLE, B.W., BERG, P.T. y SCHAUER, C.S. (2013). Effects of increasing dosages of zeranol implants on lamb growth, carcass characteristics, blood hormones, and nitrogen metabolism. *J. Anim. Sci.* 91: 986-994.
18. ENGLISH, P.R.; FOWLER, V.R.; BAXTER, S. y SMITH, W.J. (1992). Crecimiento y finalización del cerdo. Manual Moderno. Ed. México DF. Pag. 512
19. ESCAMILLA, L.A. (1979). El cerdo, su cría y explotación. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México DF. Pag. 7
20. FUMAGALLI, A., VERDE, L.S., MOORE, C.P. y FERNANDEZ, H.M. (1989). The effect of zeranol on live weight gain, feed intake and carcass

- composition of steers during compensatory growth. *J. Anim. Sci.* 67: 3397-3409.
21. GARCÍA, T.R. (2002). Estructura del marco normativo para el registro de fármacos, químicos, biológicos y aditivos para el uso de la alimentación animal. SAGARPA.
22. GERRY, B. (1991). Producción porcina. Lyon, Francia. Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V. Pag.216 y 217.
23. GERLEMANN, G.D., ALLEE, G.L., BOLER, D.D., RITTER, M.J., PIERDON, M.K., & CARR, S.N. (2013). The effects of ractopamine hydrochloride feeding programs on growth and carcasses of finishing pigs marketed in 2 different groups. *Prof. Anim. Sci.* 29(3): 271-277.
24. HALSEY, C.H., WEBER, P.S., REITER, S.S., STRONACH, B.N., BARTOSH, J.L. y BERGEN, W.G. (2011). The effect of ractopamine hydrochloride on gene expression in adipose tissues of finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 89: 1011-1019.
25. HERNÁNDEZ, A. ALVAREZ, A. AVILA, M. y CAMA, M. (2004). Formas de la conducta del cerdo doméstico (*Sus Domesticus*). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Agraria de la Habana.
26. HERRERA, R.N. (2012). Evaluación de una dieta para cerdos de Crecimiento – Engorda, Tesis Licenciatura. Universidad Michoacana De San Nicolás de Hidalgo.
27. HILDEBRAND, A., PFEIFFER, E. y METZLER, M. (2010). Aromatic hydroxylation and catechol formation: a novel metabolic pathway of the growth promotor zeranol. *Toxicol. Lett.* 192: 379-386.
28. HINSON, R.B., ALLEE, G.L., BOLER, D.D., RITTER, M.J., PARKS, C.W., y CARR, S.N. (2013). The effects of dietary ractopamine on the performance and carcass characteristics of late-finishing market pigs with a previous history of porcine circovirus type 2 associated disease (PCVAD). *Professional Animal Scientist*, 29(2), 89-97.

29. HINSON, R.B., ALLEE, G.L., RITTER, M.J., PARKS, C.W., BOLER, D.D., & CARR, S.N. (2012). Evaluation of different doses and durations of ractopamine (Paylean) on growth performance and carcass characteristics of late finishing market pigs. *The Professional Animal Scientist*, 28(4), 395-402.
30. HINSON, R.B., GALLOWAY, H.O., BOLER, D.D., RITTER, M.J., MCKEITH, F.K., & CARR, S.N. (2012). Effects of feeding ractopamine (Paylean) on growth and carcass traits in finishing pigs marketed at equal slaughter weights. *The Professional Animal Scientist*, 28(6), 657-663.
31. HINSON, R.B., WIEGAND, B.R., RITTER, M.J., ALLEE, G.L. y CARR, S.N. (2011) Impact of dietary energy level and ractopamine on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. *J Anim Sci*, 89, 3572-3579.
32. JAMES, B.W., TOKACH, M.D., GOODBAND, R.D., NELSEN, J.L., DRITZ, S.S., OWEN, K.Q., WOODWORTH, J.C. y SULABO, R.C. (2013) Interactive effects of dietary ractopamine HCl and L-carnitine on finishing pigs: I. Growth performance. *J Anim Sci*, 91, 3265-3271.
33. JEONG, S.H., KANG, D., LIM, M.W., KANG, C.S. y SUNG, H.J. (2010) Risk assessment of growth hormones and antimicrobial residues in meat. *Toxicol Res*, 26, 301-313.
34. JUERGENSON, ELWOOD M. (1977). Producción porcina. Editorial México: Centro Regional de Ayuda Técnica. Pag. 97.
35. KOESLAG, JOHAN H. (1989). Alimentación y consumo. Manuales para la educación agropecuaria Porcinos. México D.F. Editorial Trillas. Pag. 57 y 58.
36. KUTZLER, L.W., HOLMER, S.F., BOLER, D.D., CARR, S.N., RITTER, M. J., PARKS, C.W., MCKEITH, F.K. y KILLEFER, J. (2011) Comparison of varying doses and durations of ractopamine hydrochloride on late-finishing pig carcass characteristics and meat quality. *J Anim Sci*, 89, 2176-2188.

37. LAGRECA, L., MAROTTA, E., & MUÑOZ LUNA, A. (1999). Cerdo: fisiología del comportamiento. *Porci SEP*; ISSN: 11308451.
38. LINDEMANN, M.D., WOOD, C.M., HARPER, A.F., KORNEGAY, E.T. y ANDERSON, R.A. (1995) Dietary chromium picolinate additions improve gain:feed and carcass characteristics in growing-finishing pigs and increase litter size in reproducing sows. *J Anim Sci*, 73, 457-465.
39. MASSART, F. y SAGGESE, G. (2010) Oestrogenic mycotoxin exposures and precocious pubertal development. *Int J Androl*, 33, 369-376.
40. MAYNARD L.A., K. JOHN. F. HAROLD. B.S. HINTZ. G. RICHARD. B.S. WARNER. (1998). *Nutrition Animal*. Ed. Calypso, S. A. México.
41. MILLIS, S.E. (2002). Biological basis of ractopamine response. *J Anim Sci*, 80:E28-E32.
42. OCHOA O.E. (2007). Evaluación de dos fuentes de Ractopamina en la dieta de finalización de cerdos. Zamorano Honduras. Proyecto especial de Licenciatura.
43. PERÉZ, E.R. (1999). *Porcicultura intensiva y medio ambiente en México. Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México*. (Online). Consultada el día de 07 de diciembre 2014 <http://www.fao.org/docrep/X1700T/x1700t03.htm#TopOfPage>
44. PETERS, A.R. (1989) Beta-agonists as repartitioning agents: a review. *Vet Rec*, 124, 417-420.
45. PLEADIN, J., VULIC, A., PERSI, N., TERZIC, S., ANDRISIC, M., ZARKOVIC, I., SANDOR, K., PERAK, E. y MIHALJEVIC, Z. (2013) Accumulation of ractopamine residues in hair and ocular tissues of animals during and after treatment. *J Anal Toxicol*, 37, 117-121.
46. POMPEU, D., WIEGAND, B.R., EVANS, H.L., RICKARD, J.W., GERLEMANN, G.D., HINSON, R.B., CARR, S.N., RITTER, M.J., BOYD, R.D. y ALLEE, G.L. (2013) Effect of corn dried distillers grains with solubles, conjugated linoleic acid, and ractopamine (paylean) on growth performance and fat characteristics of late finishing pigs. *J Anim Sci*, 91, 793-803.

47. RIKARD-BELL, C., CURTIS, M.A., VAN BARNEVELD, R.J., MULLAN, B. P., EDWARDS, A.C., GANNON, N.J., HENMAN, D.J., HUGHES, P.E. y DUNSHEA, F.R. (2009) Ractopamine hydrochloride improves growth performance and carcass composition in immunocastrated boars, intact boars, and gilts. *J Anim Sci*, 87, 3536-3543.
48. ROCHA, L.M., BRIDI, A.M., FOURY, A., MORMEDE, P., WESCHENFELDER, A.V., DEVILLERS, N., BERTOLONI, W. y FAUCITANO, L. (2013) Effects of ractopamine administration and castration method on the response to preslaughter stress and carcass and meat quality in pigs of two Pietrain genotypes. *J Anim Sci*, 91, 3965-3977.
49. RODRIGUEZ MEDINA, GUILLERMO, RODRIGUEZ CASTRO, BELKIS, VILLASMIL, AMALOA KARINA. 2012. Costos de producción en explotaciones porcinas de ciclo completo en el Municipio Mara, estado de Zulia, Venezuela*. *Revista venezolana de Gerencia (RVG) Año 17. N° 60*, 2012, 709-729. Universidad de Zulia (LUZ). _ ISSN 1315-9984
50. ROLDAN, G. JUAN CARLOS. (2006). *Manual de Explotación y Reproducción en Porcinos*. Editor Grupo Latino Ltda. Pag. 423
51. ROSS, K.A., BEAULIEU, A.D., MERRILL, J., VESSIE, G. y PATIENCE, J.F. (2011) The impact of ractopamine hydrochloride on growth and metabolism, with special consideration of its role on nitrogen balance and water utilization in pork production. *J Anim Sci*, 89, 2243-2256.
52. SAMBUU, R., TAKAGI, M., SHIGA, S., UNO, S., KOKUSHI, E., NAMULA, Z., OTOI, T., MIYAMOTO, A., DEGUCHI, E. y FINK-GREMMELS, J. (2011) Detection of zearalenone and its metabolites in naturally contaminated porcine follicular fluid by using liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *J Reprod Dev*, 57, 303-306.
53. SHIMADA, M.A. (2003). *Nutrición Animal*. Trillas. Distrito Federal de México, Pag. 39.
54. SMITH, D.J. y PAULSON, G.D. (1994) Growth characteristics of rats receiving ractopamine hydrochloride and the metabolic disposition of

- ractopamine hydrochloride after oral or intraperitoneal administration. *J Anim Sci*, 72, 404-414.
55. SUMANO, S.L.; OCAMPO L.F. (2006). *Farmacología Veterinaria*. Ed. McGraw-Hill Interamericana. Mexico. p. 379.
56. STEPHANO ALBERTO, (2012). Situación de la porcicultura mexicana. *Los porcicultores y su entorno*. No. 86 Marzo 2012.
57. TAVAREZ, M.A., BOLER, D.D., CARR, S.N., RITTER, M.J., PETRY, D.B., SOUZA, C.M., KILLEFER, J., MCKEITH, F.K. y DILGER, A.C. (2012) Fresh meat quality and further processing characteristics of shoulders from finishing pigs fed ractopamine hydrochloride (Paylean). *J Anim Sci*, 90, 5122-5134.
58. VALENZUELA-GRIJALVA, N.V., GONZALEZ-RIOS, H., ISLAVA, T.Y., VALENZUELA, M., TORRESCANO, G., CAMOU, J.P. y NUNEZ-GONZALEZ, F.A. (2012) Changes in intramuscular fat, fatty acid profile and cholesterol content induced by zeranol implantation strategy in hair lambs. *J Sci Food Agric*, 92, 1362-1367.
59. VAN DONKERSGOED, J., ROYAN, G., BERG, J., HUTCHESON, J., & BROWN, M. (2011). Comparative effects of zilpaterol hydrochloride and ractopamine hydrochloride on growth performance, carcass characteristics, and longissimus tenderness of feedlot heifers fed barley-based diets. *The Professional Animal Scientist*, 27(2), 116-121.
60. WIEGAND, B.R., HINSON, R.B., RITTER, M.J., CARR, S.N. y ALLEE, G.L. (2011) Fatty acid profiles and iodine value correlations between 4 carcass fat depots from pigs fed varied combinations of ractopamine and energy. *J Anim Sci*, 89, 3580-3586.
61. WOODS, A.L., ARMSTRONG, T.A., ANDERSON, D.B., ELAM, T.E., & SUTTON, A.L. (2011). Case study: environmental benefits of ractopamine use in United States finisher swine. *The Professional Animal Scientist*, 27(5), 492-499.

62. YANG, Y. T. y MCELLIGOTT, M. A. (1989) Multiple actions of beta-adrenergic agonists on skeletal muscle and adipose tissue. *Biochem J*, 261, 1-10.
63. YAEGER, M.J., MULLIN, K., ENSLEY, S. M., WARE, W.A. y SLAVIN, R.E. (2012) Myocardial toxicity in a group of greyhounds administered ractopamine. *Vet Pathol*, 49, 569-573.
64. XU, P., YE, W., ZHONG, S., LI, H., FENG, E., LIN, S. H., KUO, C. T., LIU, J. Y. y LIN, Y.C. (2010) Leptin and zeranol up-regulate cyclin D1 expression in primary cultured normal human breast pre-adipocytes. *Mol Med Rep*, 3, 983-990.