



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES

EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS DE LA CANAL EN  
CERDOS ALIMENTADOS CON RACTOPAMINA (PAYLEAN).

## T E S I S

PRESENTADA ANTE LA  
DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES DE LA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO  
ZOOTECNISTA

POR:

LUIS ALBERTO MEJIA BOTELLO



ASESORES:  
MVZ ROBERTO G. MARTINEZ GAMBA  
MVZ GERARDO RAMIREZ HERNANDEZ

MEXICO, D.F.

2005

m.340359



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Entregar a la Dirección General de Actividades de la  
Unidad e adjuntar en formato electrónico e impreso el  
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE:

Luis Alberto Mejía Batello

FECHA: 26 Enero 2005

FIRMA: Luis Alberto Mejía Batello

Por ausencia ~~Kenia~~  
Kenia Noñez Hernández

Quiero dar las gracias a mis padres y hermanos; a Kenia; a mis tíos, Erasmo y Cristina; a mis amigos y personas allegadas a mí; gracias por el apoyo brindado para que llegara a estas instancias.

Gracias a mis asesores por la tutoría brindada a lo largo de este trabajo; en especial al MVZ Gerardo Ramírez por su paciencia y disponibilidad.

## CONTENIDO

INDICE	PÁGINA
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
HIPOTESIS	9
OBJETIVO GENERAL	10
MATERIAL Y MÉTODOS	11
RESULTADOS	15
DISCUSIÓN	17
CONCLUSIONES	21
LITERATURA CITADA	22

## LISTA DE CUADROS

## PÁGINA

1. Promedios y desviación estándar generales para las variables peso inicial, peso final y ganancia diaria de peso 25
2. Promedio y desviación estándar generales para las variables grasa dorsal, peso en canal, carne magra y rendimiento en canal 26
3. Promedios y desviación estándar por sexo para las variables peso inicial, peso final y ganancia diaria de peso 27
4. Promedios y desviación estándar por sexo para las variables grasa dorsal, peso en canal, porcentaje de carne magra y porcentaje de rendimiento en canal 28
5. Promedios y desviación estándar por tratamiento para las variables peso inicial, peso final y ganancia diaria de peso 29
6. Promedios y desviación estándar por tratamiento para las variables grasa dorsal, peso en canal, porcentaje de carne magra y porcentaje de rendimiento en canal 30
7. Promedio y desviaciones estándar por tratamiento y sexo para todas las variables. 31
8. Costo por concepto de alimentación de cada kg ganado durante la prueba. 32

## Resumen

MEJÍA BOTELLO LUIS ALBERTO. Evaluación de las características de la canal en cerdos alimentados con ractopamina (PayLean). Bajo la asesoría de MVZ. Roberto G. Martínez Gamba y MVZ. Gerardo Ramírez Hernández.

El presente estudio se realizó para evaluar el uso de Ractopamina en la alimentación de cerdos en la etapa de finalización sobre la velocidad de crecimiento y características de la canal, bajo condiciones comerciales en una granja ubicada en la ciudad de Pénjamo, Guanajuato. Se emplearon un total de 60 cerdos, 30 machos castrados y 30 hembras con un promedio de 80 Kg. seleccionados al azar, formando 2 grupos de 15 hembras y 15 machos castrados cada uno. A uno de estos grupos se le suministró en la dieta 20 ppm de ractopamina durante 25 días. Todos los animales consumieron a libre acceso una dieta a base sorgo-soya que aporta 14% PC; 0.75% de lisina, 4 % grasa, 3.5% fibra y 3.250 Mcal. EM. Al final de la prueba los animales fueron pesados en forma individual en la granja y se calculó la edad de pesaje, posteriormente se enviaron al rastro para su evaluación. Se midieron las siguientes variables: peso inicial, peso final, GDP, grasa dorsal, peso canal, porcentaje de carne magra y rendimiento en canal. Los promedios obtenidos para los animales tratados así como para los controles están dentro del rango esperado para todas las variables. No se encontró interacción entre tratamiento y sexo ( $p > 0.05$ ). Con respecto a los promedios por sexo se encontraron diferencias estadísticas para peso inicial, peso final y peso en canal a favor de los machos. Para los animales tratados se encontró diferencia solo en ganancia diaria de peso a favor de los machos ( $p < 0.05$ ).

## Introducción.

Actualmente el sector porcino de nuestro país se encuentra en desventaja ante la libre apertura de los canales de comercialización con los Estados Unidos de Norteamérica, debido a los subsidios recibidos por los poricultores de dicho país lo que les permite producir a un menor costo y ofrecer productos a un precio menor, asimismo la sustitución de carne de cerdo por algunos productos de desecho de origen animal son introducidos a nuestro país a un precio muy bajo <sup>1</sup>.

Ante ello los productores nacionales se han visto limitados, pues el costear sus productos en el mercado a los mismos precios de los productos importados, ocasionaría pérdidas irreversibles en su economía.

Los poricultores deben ser más eficientes en la producción para de esa forma disminuir sus costos y tener una mejor competitividad, debido a esto, es necesario que en la actualidad el productor atienda a innovaciones tecnológicas que le permitan mejorar en áreas importantes para la producción animal como la genética, la reproducción, la sanidad y la alimentación, dejando claro que no se pretende hacer de lado los avances conseguido en otras áreas <sup>1</sup>.

En el caso de los cerdos, estos son cada vez más eficientes en lo que respecta a velocidad de crecimiento y conversión alimenticia acortando así el tiempo y el costo de producción, como resultado de la manipulación genética y selección de razas <sup>2</sup>. El acortamiento de intervalos generacionales es otro gran avance dado por el mejoramiento en las técnicas de reproducción específicamente la inseminación artificial.

En lo que respecta a la alimentación se puede citar el éxito obtenido en la elaboración de dietas tomando siempre en cuenta las necesidades fisiológicas en cada etapa de desarrollo del animal <sup>3</sup>. A lo anterior se añade el desarrollo de productos que se integran a la dieta y no ejercen la acción de un nutriente, sino que confieren color o sabor a dicho alimento y en otras se pretende alterar el metabolismo del animal <sup>2</sup>.

Dentro de estos últimos se encuentran los agonistas B-adrenérgicos y, en particular la Ractopamina que se ha demostrado otorga beneficios empleándola en cerdos <sup>4,5</sup>.

Los agonistas  $\beta$ -adrenérgicos son compuestos que presentan una estructura química y propiedades farmacológicas similares a la adrenalina y noradrenalina, que de forma natural, estimulan las sustancias producidas por las glándulas adrenales; presentando un efecto en el metabolismo de la grasa corporal, disminuyendo su síntesis, incrementando su movilización y catabolismo. También existe evidencia de que reducen la degradación y retorno de la proteína <sup>4,6</sup>.

En el ámbito productivo lo anterior se traduce en un incremento en la ganancia diaria de peso y la obtención de canales magras. La medición de estos parámetros se ha visto beneficiada al adicionar Ractopamina en la dieta de los animales 28 días antes de ser mandados a sacrificio <sup>4,5</sup>. Esta práctica se puede llevar a cabo si consideramos que los agonistas  $\beta$ -adrenérgicos sintéticos y las catecolaminas son rápidamente metabolizados en el cuerpo y sus efectos sobre el metabolismo de la proteína y grasa se pierden cuando son retirados de la dieta <sup>7,8</sup>.

Con relación a este punto, se debe considerar que la Ractopamina pierde efectividad cuando se adiciona por períodos prolongados ya que aparentemente el metabolismo de los cerdos comienza a presentar cierta resistencia, la cuál es vencida cuando se incrementa la dosis, lo que resulta poco redituable para el productor <sup>9</sup>.

Hasta este momento se han tocado puntos concernientes a los resultados que se pueden alcanzar empleando la Ractopamina, pero el obtener estos resultados en campo depende de otros factores no atribuibles al producto; tales como la calidad genética de los animales ya que directamente incide en la conformación cárnica de éstos mediante la selección de algunas razas con el propósito de hacer más eficiente su conversión alimenticia <sup>2, 3</sup>. Esto implica al momento del sacrificio canales de mayor calidad en comparación con las canales que brindan animales sin mejoramiento genético.

Este punto es importante si tomamos en cuenta que un alto porcentaje de piaras a nivel nacional cuentan con un precario esquema de mejoramiento genético. Por lo que ya se han realizado estudios en los cuales, se han analizado las características cualitativas y sensoriales; como lo realizado por Stoller *et al.*<sup>10</sup> quienes trabajaron con tres diferentes líneas genéticas, Berkshire, Duroc y una cruce comercial, de lo cual obtuvieron que la Ractopamina no afectó las características de palatabilidad de la carne, una interacción línea genética, tratamiento y sexo-tratamiento fue encontrada para la variable grasa intramuscular que las hembras de la misma raza y bajo el mismo tratamiento. Recalcando que esta diferencia entre sexos no se dio dentro de la cruce comercial.

Un factor más que podría alterar los resultados esperados consiste en el hecho de que el productor no cumpla con las especificaciones dadas a conocer por quien elabora el producto respecto a la dosis recomendada.

También el porcentaje de proteína cruda contenida en la dieta puede interferir con los beneficios proporcionados, pues se ha observado que la Ractopamina tiene una ligera efectividad en dietas para cerdos en etapa de finalización cuya cantidad de proteína cruda incorporada a la dieta es del 12-15%, incrementándose su efectividad en dietas con un contenido del 18% de proteína cruda <sup>9, 11</sup>.

Pero como cualquier sustancia que se introduce a un organismo vivo, la Ractopamina, ejerce efectos en otros órganos o tejidos lo cual no siempre beneficia al productor. Por ejemplo, los resultados vertidos en un estudio muestran una limitante en el uso de la Ractopamina destinada a ser utilizada en cerdas de reemplazo, pues se demostró que restringe el crecimiento del útero, el número de fetos y la sobrevivencia embrionaria <sup>12</sup>.

De esta forma, analizando los beneficios y perjuicios que se obtienen mediante el empleo de Ractopamina para la engorda de los cerdos, se pretende brindar una alternativa dirigida a los productores nacionales a fin de complementarla con otras bases y hacer más eficiente la producción porcícola de nuestro país. Esperando que la adopción de estas innovaciones se haga de manera consciente tanto del productor, como del consumidor.

### **Revisión de literatura.**

Desde 1987 algunos autores mencionan las ventajas del uso de la Ractopamina sobre algunas variables productivas y de la canal en cerdos <sup>13, 14</sup>. Anderson *et al.* <sup>11</sup> encontraron que la Ractopamina fue efectiva sobre la ganancia de peso y algunas características de la canal cuando se suministro en dietas de cerdos de finalización con 12 a 15 % de proteína, pero las mejoras fueron superiores cuando se suministró a dietas con 18% de proteína.

Posteriormente Mejía *et al.* <sup>15</sup> encontraron un incremento en el depósito de proteína muscular en animales tratados con  $\beta$ -adrenérgicos. Sin embargo, mencionan que esta respuesta es temporal y que se puede ver afectada por niveles inadecuados de proteína total y más específicamente por aminoácidos esenciales. Consideran que este efecto en cerdos de engorda es originado por un incremento en la eficiencia de utilización de aminoácidos.

Más adelante Aguirre y Escandón <sup>12</sup> trabajaron con cerdas en fase de finalización y de reemplazo, a las cuales se les suministró 50 mg y 37.5mg de ractopamina respectivamente. Los resultados obtenidos dejaron ver mejorías en la ganancia diaria de peso (0.78 vs. 0.70kg.) y en la eficiencia alimenticia (0.31 vs. 0.29), con respecto al grupo testigo. También se encontraron mejoras en el área del ojo de la chuleta en las cerdas con la raza paterna Landrace (39.2 vs. 27.5 cm<sup>2</sup>), mejora en el rendimiento estimado de los cortes magros (43.5 vs. 40.5 cm) y aumento del porcentaje de rendimiento en canal (82.6 vs. 81.4).

Por otra parte, Zagury y Spike <sup>4</sup>, utilizando 687 machos y 13 hembras, suministraron 5 ppm. de un producto denominado Paylean<sup>TM</sup> el cual contiene ractopamina, encontrando en cerdos sacrificados a 120 kg. una mejor ganancia diaria de peso (1.083 vs. 0.974 kg), conversión alimenticia (2.76 vs. 3.06) y un mayor peso al momento del sacrificio en comparación con el grupo control (118.46 vs. 121.35 kg). En este mismo trabajo cuando sacrificaron cerdos de 130 Kg. de peso ó más, hallaron ventajas en lo que respecta al peso al momento del sacrificio (137.35 vs. 133.65 kg), conversión alimenticia (2.87 vs. 3.165) y ganancia diaria de peso (1.139 vs. 1.021kg), en comparación con el grupo testigo.

Zagury *et al.* <sup>5</sup>, encontraron un incremento en el peso del jamón de 6.35 y 8.10% en cerdos a los que en su dieta se les adicionó 10 y 20 ppm de ractopamina respectivamente, en comparación con el grupo testigo. De igual forma se observaron ventajas en el peso del lomo (8.2 y 6.29%) y reducción de la grasa dorsal (10.6 y 22.7%).

McMullen y Karsten, citados por Holden <sup>9</sup>, evidenciaron mejorías al implementar Paylean™ (Ractopamina) a razón de 10 ppm en la dieta de cerdos durante la fase de finalización. Los parámetros que presentaron dichos avances fueron la ganancia de peso (103.2 vs. 99.1kg), reducción de grasa dorsal (1.50 vs. 1.65cm) y en el área de los músculos del lomo (46.7 vs. 41.2cm), en comparación con el grupo control. Estos autores hacen la observación de que los resultados más significativos se obtuvieron durante los últimos 14 días que se proporcionó Paylean™, pues la medición de los parámetros durante los primeros 14 días fue muy similar entre el grupo control y el grupo tratado, considerando 28 días como tiempo de duración del estudio.

**Justificación.**

Los resultados presentados en la literatura establecen ventajas del uso de ractopamina en cerdos para abasto en variables como velocidad de crecimiento, conversión alimenticia, espesor de grasa dorsal y peso del lomo; lo anterior ha inducido a que algunos porcicultores usen este producto comercial en la alimentación de sus cerdos en etapa de finalización, sin embargo, deben considerar condiciones específicas de su operación como son: material genético, medio ambiente, calidad de su dieta, sexo, condiciones sanitarias, además de un profundo análisis económico al usar la Ractopamina. Por lo que es importante conocer cual es el comportamiento de este tipo de productos en condiciones comerciales en granjas de México y determinar que ventajas reales existen de su uso.

**Hipótesis.**

Los cerdos suplementados con ractopamina no tendrán diferencia en la velocidad de crecimiento y en algunas características de la canal con respecto a cerdos no suplementados

**Objetivo.**

Evaluar el uso de ractopamina en la alimentación de cerdos en la etapa de finalización sobre la velocidad de crecimiento y características de la canal.

**Objetivos específicos.**

- a.- Determinar el efecto del uso de ractopamina sobre las características de la canal de machos castrados y hembras.
- b.- Evaluar el costo por concepto de alimentación de cada kg ganado en cerdos alimentados con ractopamina.

## **Material y Métodos.**

### **Localización.**

El presente estudio se llevó a cabo en una granja porcina de ciclo completo de 750 reproductoras ubicada en el municipio de Pénjamo, estado de Guanajuato, México.

La ciudad de Pénjamo, cabecera municipal, está situada a los 101° 42' 22'' de longitud al oeste del Meridiano de Greenwich y a los 20° 25' 44'' latitud norte. Su altura sobre el nivel del mar es de 1770 metros. Limita al norte con el municipio de Ciudad Manuel Doblado y el de Cuerámara; al este con el de Abasolo; al sur con el estado de Michoacán, y al oeste con el estado de Jalisco. El área del territorio municipal, comprende, 1498.86 kilómetros cuadrados, equivalentes al 4.9 % de la superficie total del estado <sup>16</sup>.

### **Animales experimentales.**

Se emplearon un total de 60 cerdos, 30 machos castrados y 30 hembras, de un promedio de  $82.88 \pm 12.04$  kg de peso, todos hijos de sementales de raza Duroc y hembras híbridas Landrace por Yorkshire (DxLY). Todos los cerdos fueron identificados en forma individual por medio de aretes de plástico en la oreja derecha.

### **Procedimiento experimental.**

Los animales fueron evaluados para determinar que estuvieran clínicamente sanos.

Los animales fueron sacrificados el mismo día de terminada la prueba en un rastro Tipo Inspección Federal (TIF) localizado en la población de Pénjamo, y ubicado a 40 Km. de la granja donde se realizó la prueba.

Una vez sacrificado, a cada animal se le midió el espesor de la grasa dorsal con un aparato de ultrasonido y se estimó la cantidad de grasa dorsal a nivel de la décima costilla y a cinco centímetros de la línea media (en el punto P2) el porcentaje de rendimiento en canal y de carne magra.

#### **Variables a evaluar.**

En cada grupo se determinarán las siguientes variables al final de la prueba:

- Peso en pié individual (Kg.)
  - Edad final (días)
  - Ganancia diaria de peso (Kg.)
  - Peso de la canal (Kg.)
  - Grasa dorsal en el punto P2 (mm)
  - Rendimiento en canal (%)
  - Carne magra (%)

Al no contar con el consumo en forma individual, se obtuvo el costo del kg de alimento con y sin ractopamina y se estimó el costo por concepto de alimento de cada kg ganado, para corrales de machos y de hembras.

### **Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico se llevó a cabo inicialmente un modelo factorial donde se incluyen dos niveles de tratamiento (Ractopamina y control) y dos niveles de sexo (machos castrados y hembras) <sup>17</sup>. Posteriormente se analizaron las diferencias por tratamiento y por sexo en forma independiente para cada una de las variables a evaluar. Se considero el peso inicial como covariable para las variables peso final y GDP. El análisis de la información se realizó con el método de cuadrados mínimos, utilizando el procedimiento de modelos lineales generalizados (GLM) por medio del programa estadístico SAS <sup>18</sup>.

## Resultados.

Los promedios generales encontrados en el presente trabajo se presentan en el **cuadro 1**; con respecto al peso inicial, peso final y ganancia diaria de peso no difieren de lo recomendado para el uso del producto probado. Los resultados generales de grasa dorsal, peso en canal, porcentaje de carne magra y porcentaje de rendimiento en canal están dentro del intervalo esperado (**cuadro 2**).

No se encontró una interacción entre tratamiento y sexo para ninguna de las variables evaluadas ( $p > 0.05$ ).

Con respecto a los promedios por sexo se encontraron diferencias estadísticas para peso inicial y peso final a favor de los machos ( $P > 0.05$ ) tal y como se observa en el **cuadro 3**.

En las variables grasa dorsal, peso en canal, porcentaje de carne magra y porcentaje de rendimiento en canal solo se encontró diferencia para el peso en canal a favor de los machos (87.003 contra 81.32) (**Cuadro 4**).

Los animales tratados no mostraron diferencias para las variables peso inicial y peso final ( $P > 0.05$ ), pero si existió diferencia ( $P < 0.05$ ) para la variable Ganancia Diaria de Peso a favor de los animales tratados (**Cuadro 5**).

Se corrió una prueba de covariable para el efecto peso inicial sobre la variable peso final, encontrando que el peso final se ve influenciado por el peso inicial ( $p < 0.05$ ). Al realizar el análisis de covariable para determinar el efecto del peso inicial sobre la ganancia diaria de peso, este fue negativo ( $p > 0.05$ ).

Para las variables grasa dorsal, peso en canal, porcentaje de carne magra y porcentaje de rendimiento en canal no se hallaron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), tal y como se observa en el **cuadro 6**.

En el **cuadro 7** se presentan los promedio y desviaciones estándar por tratamiento y sexo para todas las variables.

El costo de cada kilogramo de alimento utilizado durante la prueba fue de \$ 2.20 para el grupo control y de \$ 2.50 para el alimento suplementado con ractopamina.

Los kilogramos ganados y el consumo de alimento por corral, y el costo por concepto de alimento de cada kg de peso ganado durante la prueba se presentan en el **cuadro 8**, donde se observa un mayor costo para los animales tratados.

## Discusión.

Los resultados hallados en el presente estudio concuerdan con lo reportado por Martínez y Calderón <sup>19</sup> quienes encontraron, en un estudio anterior con animales de la misma población y sujetos al mismo tipo de dieta, parámetros semejantes en peso a sacrificio con rangos de 100.8 a 106.3 kg y de grasa dorsal de 14.0 a 16.84 mm para hembras y machos respectivamente.

Por otra parte, estos resultados difieren de lo mencionado por Campadabal y Navarro <sup>20</sup> quienes obtuvieron en cerdos comerciales valores de 19 mm de grasa dorsal para grupos de hembras y machos mezclados; por el contrario estos autores reportan ganancias diarias de peso para cerdos de 80 a 105 kg de 0.820 Kg, lo que es muy semejante a lo encontrado en este trabajo, aunque señalan un 53 % de carne magra lo que es mayor al 50.58 % obtenido en este experimento.

Los datos generales de peso en canal y rendimiento en canal son similares a los obtenidos por English *et al.* <sup>2</sup> quienes señalan pesos de 80 kg de peso en canal para cerdos sacrificados a pesos de 100 a 105 kg y rendimientos superiores al 75 % en animales de ese mismo peso.

El hecho de no haber encontrado una interacción entre el tratamiento con ractopamina y el sexo concuerda con lo reportado por See *et al.* <sup>21</sup>, quienes señalan que no hallaron interacción entre sexo y tratamiento para variables como área del ojo de la chuleta, grasa dorsal, ganancia diaria de peso, pero sí para valor de la canal, que es una matriz desarrollada en la Universidad de Carolina del Norte que incluye peso de la canal, grasa dorsal y profundidad del lomo.

Las diferencias encontradas entre las hembras y los machos del presente estudio para las variables de peso inicial y peso final se explican claramente y son concordantes con reportes que señalan que los machos castrados tienen un mayor peso que las hembras en las etapas de finalización <sup>2, 20</sup>.

En relación a características de la canal solo se encontró diferencia entre hembras y machos para el peso en canal, lo cual es explicable si se toma en cuenta la estrecha relación que existe entre el peso en pie y el peso en canal, aquí la diferencia de peso a favor de los machos se refleja en el peso en canal. Sin embargo, no se encontraron diferencias para grasa dorsal, porcentaje de carne magra y rendimiento en canal, lo que difiere de lo reportado por diversos autores para esas características donde se espera que las hembras sean más eficientes que los machos castrados <sup>2, 22</sup>.

Algunas de las explicaciones a lo anterior pueden darse en primer lugar por el hecho de que en el presente estudio los animales fueron sometidos a una alimentación a libre acceso y en segundo lugar a que tanto las hembras como los machos consumieron la misma dieta convencional, lo que no le permitió a las hembras mostrar mejores resultados en estas variables.

En el presente estudio se encontró una diferencia en la ganancia diaria de peso de los cerdos tratados con ractopamina, lo anterior es similar a los resultados de diversos autores quienes señalan mayores ganancias de peso para los animales tratados de ambos sexos <sup>21, 22, 23, 24</sup>. Incluso en el estudio de McMullen y Karsten <sup>23</sup> en el que las etapas de suministro de ractopamina a 20 ppm se dividieron en 0 a 14 y 14 a 28 días, se encontraron diferencias entre los animales tratados y los controles.

En el presente estudio no se encontraron diferencias entre los tratamientos para las variables grasa dorsal, peso en canal, porcentaje de carne magra y rendimiento en canal. Lo anterior concuerda con el resultado hallado por Cuarón y Mejía-Guadarrama <sup>24</sup>, quienes no detectaron diferencias en grasa dorsal en hembras de las razas Landrace y Duroc, pero bajo un esquema de alimentación restringida.

Lo anterior difiere de lo indicado por Brumm y Marsteller<sup>22</sup> quienes hallaron menor cantidad de grasa dorsal en cerdos tratados con 5 ppm de ractopamina. De igual forma Zagury *et al.*<sup>4</sup> encontraron menor cantidad de grasa dorsal en machos castrados y hembras tratados tanto a 10 ppm como a 20 ppm con respecto a los controles, después de 28 días de suministro.

De igual modo, See *et al.*<sup>21</sup> señalaron que cerdos tratados tanto con 5, 10 y 20 mg/kg de ractopamina en tres semanas sucesivas y cerdos tratados con 20, 10 y 5 mg/kg en semanas sucesivas, presentaron una menor cantidad de grasa dorsal y una mayor área del ojo de la chuleta que los animales controles. Estos autores no encontraron diferencia entre los dos patrones de suministro de la ractopamina en ninguna de las variables evaluadas.

En el caso de la investigación de McMullen y Karsten<sup>23</sup> los cerdos tratados con ractopamina a 9 ppm presentaron una menor cantidad de grasa dorsal, un mayor espesor del músculo largo dorsal y un mayor porcentaje de carne magra cuando se compararon con los controles sin tratamiento; en ese estudio los cerdos controles fueron alimentados con una dieta con 14.20 % de PC y 0.70% de lisina, mientras que a los tratados con ractopamina se les ofreció una dieta con 16.90 % de PC y 1.00 % de lisina. Este tipo de dietas enriquecidas ofrecen un mejor rendimiento de los cerdos alimentados con  $\beta$ -adrenérgicos. Esos mismos autores concluyen que con ractopamina obtuvieron cerdos más pesados y con menos grasa y mayor área de ojo de chuleta.

Los datos anteriormente presentados indican que la alimentación con ractopamina resulta en un aumento en el crecimiento de tejido magro, independientemente del uso de una dosis dentro de un rango de 5 a 20 ppm.

La mayor parte de las dietas para cerdos de engorda se formulan con rangos de entre 14 y 16 % de PC y con un máximo de inclusión de lisina de .80 %, lo cual es muy semejante a la dieta utilizada en el presente estudio. Este tipo de dietas no permiten los mejores resultados cuando se suministra un producto como la ractopamina, ya que los cerdos al incrementar el crecimiento de tejido magro tienen una demanda especialmente alta de concentración de lisina. Por lo tanto se recomienda que se incremente la concentración de lisina dietética en un 30% los que equivale a 6.5 g de lisina digestible por día <sup>25</sup>.

Para optimizar el crecimiento y los parámetros de la canal se recomienda una concentración de lisina del 1.0 % aunque no se reporta que sea necesario el incremento de la cantidad de energía en la ración. Pero es recomendable que los niveles de vitaminas y minerales sean como aquellos que se suministran a cerdos de 65 kg <sup>25</sup>.

Con respecto al costo por concepto de alimento, es difícil obtener conclusiones debido a que solo se tuvo una observación por tratamiento y sexo, que fue cada uno de los corrales; al no existir grandes diferencias en el crecimiento entre los animales tratados y los no tratados, el mayor costo del alimento suplementado con ractopamina hace que el costo por concepto de alimentación de cada kg ganado durante la prueba sea mayor. Lo cual de primera instancia no sería redituable para el productor, aunque este deberá considerar otros factores como la calidad genética de sus animales, la dieta suplementada, medios de comercialización, condición sanitaria de la granja, entre otros.

Tomando en cuenta el empleo de ractopamina como un costo de producción más, hacer el análisis indicado y si a final de cuentas esta opción representa una ganancia para el productor pues sería ampliamente recomendada.

## Conclusiones

Considerando los resultados arrojados por el presente trabajo aunado a lo emitido anteriormente por otros autores, podemos concluir que la diferencia más significativa, entre el grupo control y el grupo de los tratados con Ractopamina, consiste en la mayor ganancia diaria de peso que obtuvo el grupo de los animales tratados con este  $\beta$ -adrenergico.

El peso inicial y el peso final de los machos fueron beneficiados. Al correr el análisis de covarianza se confirmó la influencia que ejerce el peso inicial sobre el peso final, pero no hubo influencia de este sobre la ganancia diaria de peso.

Se pudo constatar que bajo condiciones comerciales, el empleo de ractopamina no alcanzó las expectativas deseadas sobre algunas variables evaluables en las canales.

El costo de la dieta por concepto de empleo de ractopamina se incrementó en 30 centavos más por Kg. de peso ganado, aunque este punto queda abierto para que el productor considere otros aspectos más y concluya el verdadero costo-beneficio para su explotación.

## Literatura citada

1. Carmona SA. Más que de salud el Clenbuterol es un problema social y económico. 2003. URL: [www.uaemex.Mx / vocero / beinf / repmes / repabr / abr5 / home.html](http://www.uaemex.mx/vocero/beinf/repmes/repabr/abr5/home.html)
2. English PR, Fowler VR, Baxter S, Smith WJ. Crecimiento y finalización del cerdo. Como mejorar su productividad. México: Manual Moderno, 1992.
3. Trujillo OE, Flores CJ. Producción Porcina. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 1988.
4. Zagury FT, Spike TA. Influence of Ractopamina (Paylean TM) on performance of pigs fed to medium-heavy and heavy final weights. Proceedings of the 17<sup>th</sup> Congress of the International Pigs Veterinary Society. 2002 June 2-5; Ames (Iowa) USA. 2002:Paper 631.
5. Zagury FT, Silveira ET, Veloso JA, Angerami CN, Santos CG, Brunetta G. Effects of Ractopamine (Paylean TM) on lean meat accretion and Pork quality. Proceedings of the 17<sup>th</sup> Congress of the International Pigs Veterinary Society. 2002 June 2-5; Ames (Iowa) USA. 2002: Paper:621
6. Peters AR.  $\beta$ -agonist as repartitioning agents: a review. Vet Rec 1989, 124:417-420.
7. Sumano LH, Ocampo CL, Gutiérrez OL. Clenbuterol y otros  $\beta$ -agonistas, ¿una opción para la producción pecuaria o un riesgo para la salud pública? Veterinaria México 2002, 33: 137-156.
8. Williams PE. The use of  $\beta$ -agonist as a means of altering body composition in livestock species. Nutrition abstracts and reviews 1987; 57: 453-464.
9. Holden JP. Ractopamine (Paylean) and other management strategies to optimize pig performance and carcass quality. Memorias de la IV Jornada Internacional en Producción Porcina; 2003 Mayo 22-23; México (D. F.); Universidad Nacional Autónoma de México, 2003, 79-90.
10. Stoller, GM., Zerby, HN., Moeller, SJ. Baas, T.J., Johnson, C. Watkins, LE. The effect of feeding ractopamine (Paylean) on muscle quality sensory characteristics in three diverse genetic lines of swine. J. Anim. Sci. 2003 June, 81(6):1508-16.

11. Anderson DB, Veenhuizen EL, Waitt WP, Paxton RE, Young SS. Effects of dietary protein on nitrogen metabolism, growth performance, and carcass composition of finishing pigs fed ractopamine. *Fed Proc* 1987; 46: 1021.
12. Aguirre CM, Escandon TA.  $\beta$ -agonistas adrenergicos (Ractopamina y Clenbuterol) en fase de finalización de la engorda de cerdos. Chapingo. 1997.
13. Crenshaw JD, Swantek PM, Marchello MJ, Harrold RL, Zimprich RC, Olson RD. Effects of a phenethanolamine (Ractopamine) on swine carcass composition. *J Ani Sci* 1987; 31: 308.
14. Anderson DB, Veenhuiszen EL, Waitt WP, Paxton RE, Mowrey DH. Effect of Ractopamine on nitrogen retention, growth performance and carcass composition of finisher pigs. *J Anim Sci* 1987; 65:130.
15. Mejía GC, Menéndez TM, Cuaron IJ. Uso de Ractopamina en cerdas: respuesta en el crecimiento y la reproducción. *Veterinaria México* 1995; 26
16. Visita Virtual por los principales atractivos de la Ciudad de Pénjamo H. Ayuntamiento 2000 - 2003 Pénjamo Guanajuato Cuna de Hidalgo Copyright © Presidencia Municipal de Pénjamo, Gto. - Todos los Derechos Reservados. URL: [www.penjamo.gob.mx/atractivos.htm](http://www.penjamo.gob.mx/atractivos.htm)
17. Kuehl OR. Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. Segunda Edición. México: Thomsom Learning, 2001.
18. SAS. SAS/STAT Userguide. 4ª edición. SAS. INST. INC: CARY NC, USA: 1990.
19. Martínez GR, Calderón ME. Comparación de las características de la canal de cerdos del mismo tipo genético en diferentes granjas. Memorias XXV Congreso AMVEC. 26- 30 de Julio 2000 Acapulco, Gro. México. AMVEC: pp: 92.
20. Campadabal C. y Navarro HA. Alimentación de cerdos en condiciones tropicales. Asociación Americana de la Soya.2000. pp: 279.
21. See MT, Armstrong TA, Weldon WC. Ractopamine (Paylean) Feeding Program Effects Growth Performance, Feed cot and carcass value. Proceedings of the 17<sup>th</sup> Congress of International Pigs Veterinary Society. 2002: paper: 93.

22. Brumm MC, Marsteeller TA. Use of Paylean in Commercial Swine Finishing Diets. Proceedings of the 17<sup>th</sup> Congress of the International Pigs Veterinary Society. 2002 June 2-5; Ames (Iowa) USA. 2002: Paper: 641.
23. Mc. Mullen LK, Karsten AW. Pig Performance Using Paylean. Proceeding of the 17<sup>th</sup> Congress of the International Pigs Veterinary Society 2002 June 2-5; Ames (Iowa) USA. 2002: Paper 629.
24. Cuaron JA; Mejía-Guadarrama CA. Ractopamine for restricted Fed Gilts: re feeding after a web with drawl. Proceeding of the 17<sup>th</sup> Congress of the International Pigs Veterinary Society. 2002 June 2-5; Ames (Iowa) USA.2002: paper: 94.
25. Armstrong TA, Kremer BT, Spikke TE. Nutritional Consideration for Pigs Fed Ractopamine (paylean). Proceedings of the 17<sup>th</sup> Congress of the International Pigs Veterinary Society. 2002 June 2-5; Ames (Iowa) USA. 2002: Paper: 630.

**Cuadro 1.-** Promedio y desviación estándar generales para las variables peso inicial, peso final y ganancia diaria de peso

Variable	N	Promedio	D.E.
Peso inicial (kg)	60	81.68	12.61
Peso final (kg)	60	102.62	14.90
Ganancia diaria de peso (kg)	60	0.839	0.124

N = número de observaciones

D.E. = Desviación estándar

**Cuadro 2.-** Promedio y desviación estándar generales para las variables grasa dorsal, peso en canal, carne magra y rendimiento en canal

Variable	N	Promedio	D.E.
Grasa dorsal (mm)	60	15.85	3.35
Peso en canal (kg)	60	82.88	12.04
Carne magra (%)	60	50.58	6.47
Rendimiento en canal (%)	60	79.65	10.31

N = número de observaciones

D.E. = Desviación estándar

**Cuadro 3.-** Promedio y desviación estándar por sexo para las variables peso inicial, peso final y ganancia diaria de peso.

Variable	Machos			Hembras		
	N	Promedio	D.E.	N	Promedio	D.E.
Peso inicial	30	86.06 <sup>a</sup>	7.20	30	79.75 <sup>b</sup>	8.23
Peso final	30	107.53 <sup>a</sup>	7.05	30	100.86 <sup>b</sup>	8.78
Ganancia diaria de peso	30	0.859 <sup>a</sup>	0.055	30	0.845 <sup>a</sup>	0.085

N = número de observaciones

D.E. = Desviación estándar

Literales diferentes en el mismo renglón indican diferencia estadística (P<0.05)

**Cuadro 4.-** Promedio y desviación estándar por sexo para las variables grasa dorsal, peso en canal, porcentaje de carne magra y porcentaje de rendimiento en canal.

Variable	Machos			Hembras		
	N	Promedio	D.E.	N	Promedio	D.E.
Grasa dorsal (mm)	30	15.85 <sup>a</sup>	2.96	30	16.27 <sup>a</sup>	3.015
Peso canal (kg)	30	87.003 <sup>a</sup>	5.67	30	81.32 <sup>b</sup>	7.05
Carne magra (%)	30	51.48 <sup>a</sup>	1.42	30	51.3 <sup>a</sup>	1.36
Rendimiento canal (%)	30	81 <sup>a</sup>	0.0015	30	80 <sup>a</sup>	0.013

N = número de observaciones

D.E. = Desviación estándar

Literales diferentes en el mismo renglón indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ )

**Cuadro 5.-** Promedio y desviación estándar por tratamiento para las variables peso inicial, peso final y ganancia diaria de peso.

Variable	Control			Ractopamina		
	N	Promedio	D.E.	N	Promedio	D.E.
Peso inicial	30	81.36 <sup>a</sup>	7.36	30	84.5 <sup>b</sup>	9.02
Peso final	30	103.26 <sup>a</sup>	7.45	30	105.13 <sup>b</sup>	9.61
Ganancia diaria de peso	30	0.876 <sup>a</sup>	0.044	30	0.827 <sup>a</sup>	0.084

N = número de observaciones

D.E. = Desviación estándar

Literales diferentes en el mismo renglón indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ )

**Cuadro 6.-** Promedio y desviación estándar por tratamiento para las variables grasa dorsal, peso en canal, porcentaje de carne magra y porcentaje de rendimiento en canal.

Variable	Control			Ractopamina		
	N	Promedio	D.E.	N	Promedio	D.E.
Grasa dorsal (mm)	30	15.99 <sup>a</sup>	3.18	30	16.13 <sup>a</sup>	2.79
Peso canal (kg)	30	83.10 <sup>a</sup>	6.16	30	85.22 <sup>a</sup>	7.63
Carne magra (%)	30	51.28 <sup>a</sup>	1.53	30	51.49 <sup>a</sup>	1.23
Rendimiento canal (%)	30	80.47 <sup>a</sup>	1.25	30	81.42 <sup>a</sup>	2.47

N = número de observaciones

D.E. = Desviación estándar.

Literales diferentes en el mismo renglón indican diferencia estadística (P<0.05)

**Cuadro 7.** Promedio y desviaciones estándar por tratamiento y sexo para todas las variables.

Tratamiento	Control				Ractopamina			
	T1				T2			
	Hembras		Machos		Hembras		Machos	
Sexo	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.
Peso inicial (kg)	79.4	8.95	83.33	4.89	80.1	7.74	88.78	8.21
Peso final (kg)	101.2	9.09	105.33	4.83	100.53	8.77	109.73	8.32
GDP (kg)	0.872	0.04	0.880	0.04	0.817	0.10	0.837	0.05
Grasa dorsal (mm)	16.02	3.43	15.96	3.03	16.52	2.61	15.74	2.99
Peso canal (kg)	81.31	7.27	84.89	4.35	81.32	7.07	89.11	6.18
Carne magra (%)	51.24	1.60	51.32	1.51	51.35	1.11	51.64	1.36
Rendimiento (%)	0.803	0.0	0.805	0.01	0.809	0.01	0.810	0.01

X = Promedio

D.E. = Desviación estándar.

**Cuadro 8.-** Costo por concepto de alimentación de cada kg ganado durante la prueba.

Variable	Control		Ractopamina	
	Hembras	Machos	Hembras	Machos
Kg ganados/corral	327	330	305	314
Consumo de alimento / corral (Kg)	1012	1160	1050	1130
Costo/kg de alimento (\$)	2.2	2.2	2.5	2.5
Costo/Kg de peso ganado (\$)	6.80	7.73	8.60	8.99