

Efecto de Paylean^â sobre el desempeño productivo y la calidad de la carne de cerdo

Eliana Rosales Paniagua

Honduras
Diciembre, 2004

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Efecto de Paylean^â sobre el desempeño productivo y la calidad de la carne de cerdo

Proyecto de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera en Agroindustria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Eliana Rosales Paniagua

Honduras
Diciembre, 2004

La autora concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor

Eliana Rosales Paniagua

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres Elena y Enrique, a mis hermanos Licet y Xavier.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen por ayudarme en todo momento y lugar.

A mis padres Enrique y Elena por apoyarme en todas las circunstancias.

A Elanco por darme la oportunidad de realizar la presente investigación.

A mi asesor Ing. Rogel Castillo por la paciencia, conocimiento, apoyo, amistad y confianza brindada.

A la Dra. Acosta por el apoyo, amistad y conocimientos brindados en este estudio.

Al Dr. Vélez por sus consejos y conocimientos ofrecidos.

Al Dr. Bueso por el apoyo ofrecido.

A Mario, Daniel, Juan Pablo, Merilin, Lud, Marleny, Cecilia, Pahola, Johanna, Gabriela y Cinthya por su apoyo y su amistad incondicional.

A todas las personas que estuvieron involucradas en la realización de este proyecto.

A todos mis amigos y compañeros de clase, gracias por todo y éxitos en su vida.

RESUMEN

Rosales, Eliana. 2004. Efecto de Paylean® sobre el desempeño productivo y la calidad de la carne de cerdo. Proyecto especial del programa de Ingeniería Agroindustrial, Zamorano, Honduras. 21p.

Actualmente la industria cárnica demanda animales con mayor porción de músculo y menor contenido graso. En respuesta a esta exigencia, Elanco ha desarrollado Paylean® (hidrocloruro de ractopamina), el cual aumenta la degradación de grasa y la síntesis de proteína. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de Paylean® sobre el desempeño productivo, rendimiento muscular y la calidad del músculo *Longissimus dorsi*. El estudio se llevo a cabo en las Empresas Universitarias de Ganado Porcino, Industrias Cárnicas y Centro de Evaluación de Alimentos de Zamorano. Se utilizaron 129 cerdos, 65 machos y 64 hembras, de cruces Duroc x Yorkshire x PIC, con peso inicial de 72.7 ± 2.3 kg. El diseño experimental fue de Bloques Completamente al Azar (BCA), se realizaron 6 repeticiones y los tratamientos evaluados fueron 4 niveles de ractopamina (0, 5, 10 y 5+10 g/t) a un peso de sacrificio promedio de 101.9 ± 5.5 kg. Se realizó un análisis de varianza y una separación de medias SNK ($\alpha = 0.05$). Paylean® aumentó ($P < 0.05$) la ganancia de peso, conversión alimenticia, el rendimiento de canal, de cortes principales (pierna, paleta y chuleta), del área de lomo y disminuyó ($P < 0.05$) el espesor de grasa dorsal. Las características que influyen en la calidad del músculo *Longissimus dorsi* tales como el color, pH, textura, grasa intramuscular, humedad y capacidad de retención de agua no fueron afectadas con la adición de Paylean® ($P < 0.05$). Para el productor los mejores tratamientos fueron el 10 y 5+10 ppm que proporcionaron un ingreso adicional de L. 172 y L. 187 y para la planta procesadora el mejor tratamiento fue el de 5 +10 ppm, con un ingreso adicional de L. 130 por cerdo.

Palabras clave: beta-agonista, ractopamina, rendimiento.

Adela Acosta, D.C.T.A.

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Contenido	vii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de figuras.....	x
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	1
1.1.1. Agonistas - β - adrenérgicos	2
1.1.2. Paylean®	2
1.1.3. Modo de acción.....	3
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
2. MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1. LOCALIZACIÓN.....	4
2.2. ANIMALES	4
2.3. ALOJAMIENTO.....	4
2.4. TRATAMIENTOS.....	4
2.5. RACIONES	5
2.6. VARIABLES EVALUADAS EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO	5
2.6.1. Ganancia de peso promedio	5
2.6.2. Consumo diario	5
2.6.3. Índice de conversión alimenticia	5
2.7. VARIABLES EVALUADAS EN LA COMPOSICIÓN DE LA CANAL	6
2.7.1. Rendimiento en canal caliente.....	6
2.7.2. Rendimiento en canal frío	6
2.7.3. Rendimiento de los cortes	6
2.7.4. Espesor de la grasa dorsal.....	6
2.7.5. Área de lomo	6
2.8. VARIABLES EVALUADAS DE CALIDAD DE CARNE.....	6
2.8.1. pH.....	6
2.8.2. Capacidad de retención de agua.....	7
2.8.3. Color.....	7
2.8.4. Textura	7
2.8.5. Grasa intramuscular y humedad.....	7

2.9.	DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	7
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
3.1.	CARACTERÍSTICAS DE DESEMPEÑO	8
3.1.1.	Ganancia diaria de peso.....	8
3.1.2.	Consumo diario de alimento	9
3.1.3.	Índice de conversión alimenticia (ICA).....	9
3.2.	CARACTERÍSTICAS DE COMPOSICIÓN DE LA CANAL	10
3.2.1.	Rendimiento de la canal caliente y fría	10
3.2.2.	Espesor de la grasa dorsal y área del lomo	11
3.2.3.	Rendimiento en cortes	11
3.3.	CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO	14
3.3.1.	Textura, color y %CRA.....	14
3.3.2.	Humedad y grasa intramuscular	14
3.3.3.	Efecto en el pH.....	15
3.4.	ANÁLISIS DE COSTOS	15
3.4.1.	Análisis de costos de producción.....	15
3.4.2.	Análisis de costos de procesamiento	16
4.	CONCLUSIONES	17
5.	RECOMENDACIONES	18
6.	BIBLIOGRAFÍA	19

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Formulación de las raciones de engorde para cerdos.....	5
2.	Efecto de Paylean® en la ganancia diaria de peso de cerdos en la etapa de finalización.....	8
3.	Efecto de Paylean® en el consumo diario de alimento de cerdos en la etapa de finalización.....	9
4.	Efecto de Paylean® en el índice de conversión alimenticia de cerdos en la etapa de finalización	10
5.	Composición de la canal de los cerdos alimentados con Paylean® durante la etapa de finalización	10
6.	Rendimiento de principales cortes de las canales de cerdos tratados con Paylean® (%)......	11
7.	Rendimiento de principales recortes de la canal de cerdos tratados con Paylean® (%)......	12
8.	Distribución de carne, grasa, hueso y piel en las canales de cerdos tratados con Paylean® (%)......	13
9.	Características físicas del músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cerdos tratados con Paylean®	14
10.	Efecto de Paylean® sobre el contenido de grasa y humedad del músculo <i>Longissimus dorsi</i> en cerdos.....	14
11.	Análisis de costos de producción de las canales de cerdos tratados con Paylean® (valores reportados en lempiras)... ..	16
12.	Análisis de costos de principales cortes de canales de cerdos tratados con Paylean® (valores reportados en lempiras)......	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Hidrocloruro de ractopamina ($C_{18}H_{23}NO_3HCl$)..... 2
2. Efecto de Paylean[®] sobre el descenso del pH en la carne de cerdo.. 15

1. INTRODUCCIÓN

La industria porcina ha cambiado drásticamente en los últimos diez años, la demanda por animales con mayor proporción de músculo y una menor cantidad de grasa acorde a los requerimientos del mercado, ha forzado a las compañías dedicadas al mejoramiento genético y los productores a buscar alternativas para satisfacer dichas características. En tal sentido, producir animales con buen rendimiento en canal, buena conformación y adecuada distribución de grasa constituyen aspectos de máximo interés en el proceso de comercialización.

Considerando la gran variedad genética presente en los distintos sistemas de producción, se utilizan diversas técnicas para manipular el crecimiento animal y así obtener incrementos en la producción reduciendo los costos.

Desde hace más de 30 años se usan los fármacos en la producción animal como productos terapéuticos o para incrementar masa muscular y disminuir grasa (Yang y MacElligott, 1989). Entre éstos compuestos se puede mencionar a las agonistas - β - adrenérgicos que actúan a nivel del metabolismo proteico (Bohorov *et al.*, 1987). Al administrar los β -adrenérgicos en forma oral a cerdos se obtiene un incremento en la masa muscular debido a que el crecimiento postnatal del músculo esquelético es principalmente resultado de una hipertrofia y se espera obtener un incremento en la síntesis proteica, una disminución en la degradación proteica o una combinación de ambos efectos para estimular el incremento en la masa muscular (Mersmman, 1998).

El hidrocloreuro de ractopamina conocido comercialmente como Paylean[®], es el único producto de su naturaleza, aprobado por la oficina de Administración de Alimentos y Drogas (FDA, por sus siglas en inglés) y por el Centro de Medicina Veterinaria (CVM, por sus siglas en inglés), para el uso en cerdos en Los Estados Unidos de América. Paylean[®] no tiene efectos en la salud humana ni sobre las características de la carne como sabor, olor, consistencia o jugosidad (Elanco Animal Health, 2001).

1.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1.1. Agonistas - b - adrenérgicos

Los mamíferos tratados con β -adrenérgicos aumentan la cantidad de ARN (ácido ribonucleico) transcriptor en varias proteínas del músculo esquelético. Así el ARNm de la cadena ligera de la miosina, α -actina y el inhibidor de la proteasa calpaina (calpastatina), incrementan después del suministro del β -adrenérgico, otro efecto importante es la disminución de la grasa. Claramente los β -adrenérgicos estimulan la degradación de los adipocitos del triglicérol y la inhibición de los ácidos grasos y síntesis del triglicérol en células y tejidos (Smith, 1998; Mersmann, 1998).

Los efectos observados sobre el tejido adiposo podrían no ser persistentes en el músculo esquelético; en algunos de los casos, no en todos, la administración de un β -agonista podría incrementar la tasa lipolítica o disminuir la lipogénica.

1.1.2. Paylean®

Paylean® es una pequeña molécula orgánica clasificada por su estructura química como feniletanolamina. Tiene una actividad de agonista β -adrenérgico, estimula los beta receptores de la superficie de la célula. Los beta receptores están presentes tanto en el músculo esquelético como en el tejido adiposo. Estos receptores son los responsables de modificar las características de canal (Elanco Animal Health, 2001).

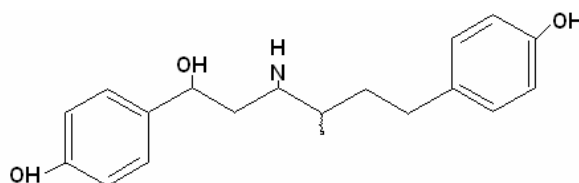


Figura 1. Hidrocloruro de ractopamina ($C_{18} H_{23} NO_3 HCl$).

Paylean® es un aditivo para alimento de cerdos de reciente uso que incrementa la ganancia de peso (See *et al.*, 2002), eficiencia alimenticia y características de canal (Crome *et al.*, 1996). Se ha observado que los animales tratados con este producto incrementan masa muscular (rendimiento en canal y en cortes) pero no mejoran las características determinantes de la calidad de la carne de cerdo (Smith *et al.*, 1998).

Herr (2001), reporta que el efecto de Paylean® disminuye a medida que transcurre el tiempo. La velocidad de deposición de grasa incrementa a partir del día 10 a 14 después de iniciado el tratamiento, debido a que los receptores del producto comienzan a desensibilizarse. La reducción de la respuesta, termina en la desensibilización (Harden,

1983). Según Mersmann (1998) los efectos de los β -adrenérgicos sobre el tejido adiposo no son persistentes cuando la concentración del producto es constante. Para solucionar éste inconveniente el incremento de la concentración del producto en la dieta (de 5ppm a 10 ppm) demuestra ser la mejor opción (Herr, 2001).

1.1.3. Modo de acción

Los compuestos adrenérgicos provocan una redistribución de los nutrientes, la activación del receptor en la membrana desencadena en la activación de los complejos enzimáticos por fosforilación interviniendo AMPc (adenosin monofostato).

Paylean[®] se une al receptor adrenérgico a nivel de la membrana celular que activa en el citoplasma la señal del sistema de generación enzimática consumiendo ATP para la síntesis del AMPc, el cual activa una proteína cinasa por fosforilación de la molécula. Las enzimas activadas promueven la liberación de la glucosa para su oferta a los tejidos periféricos, lo que favorece el transporte de aminoácidos al músculo. En consecuencia, hay un gasto energético a nivel del tejido adiposo, se bloquea la absorción de glucosa y tipo de receptor dependiente, se induce lipólisis y el sustento de la síntesis de proteína en el músculo esquelético. El flujo de glucosa y aminoácidos a los miocitos provoca una hipertrofia de las miofibrillas y el aumento en la tasa de la síntesis de proteína, sobre todo en el tejido muscular estriado, se resuelve con 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 incrementa significativamente; además no se altera la proporción entre la masa de fibras blancas y rojas (Cuarón, 2002).

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Medir el efecto de Paylean[®] sobre el desempeño productivo y la calidad de la carne de cerdo.

1.2.2. Objetivos específicos

- Medir el efecto de Paylean[®] sobre la ganancia de peso, consumo de alimento e índice de conversión alimenticia en cerdos en la etapa de finalización.
- Medir el efecto de Paylean[®] sobre el rendimiento de canal frío y caliente, el área de lomo y espesor de grasa dorsal.
- Medir el efecto de Paylean[®] sobre el pH, textura, capacidad de retención de agua y contenido de grasa y humedad en el músculo *Longissimus dorsi*.
- Determinar la rentabilidad de la inclusión de Paylean[®] en la dieta de cerdos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en la unidad de ganado porcino, en la planta de cárnicos y en el centro de evaluación de alimentos de la Escuela Agrícola Panamericana (Zamorano), a 30 km de Tegucigalpa, Honduras, ubicado a 14° latitud norte y 87° longitud oeste, con una precipitación de 1100 mm por año, una temperatura promedio de 24°C y una altura de 800 msnm. Las tres fases del estudio fueron:

- **Evaluación del desempeño productivo:** en la unidad de ganado porcino de Zamorano.
- **Evaluación de las características de la canal:** en la planta de cárnicos de Zamorano.
- **Evaluación de las características de calidad de la carne:** en el centro de evaluación de alimentos de Zamorano.

2.2. ANIMALES

Se utilizaron 129 cerdos en la etapa de finalización, 64 hembras y 65 machos; cruces de las razas Duroc x Yorkshire x híbrido PIC, con un peso inicial de 72.7 ± 2.3 kg y un peso de sacrificio de 101.9 ± 5.5 kg.

2.3 ALOJAMIENTO

Los cerdos se alojaron en corrales con piso de cemento, drenaje lateral, bebederos automáticos y comederos de cemento, con tubo de PVC como dosificador del alimento.

2.4. TRATAMIENTOS

Los tratamientos que se evaluaron en el estudio fueron:

- 1) **Control:** dieta sin Paylean®
- 2) **5 ppm:** dieta con 5 g de Paylean®/t cuatro semanas previas al sacrificio.
- 3) **10 ppm:** dieta con 10 g de Paylean®/t cuatro semanas previas al sacrificio.
- 4) **5 ppm + 10 ppm:** dieta con 5 g de Paylean®/t las dos primeras semanas y 10 g de Paylean®/t las dos últimas semanas previas al sacrificio.

2.5. RACIONES

Se utilizaron las raciones sugeridas por Reyes *et al.* (2001), las cuales se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Formulación de las raciones de engorde para cerdos.

Ingredientes %	Tratamientos		
	Control	5 ppm	10 ppm
Maiz	74.38	70.37	70.36
Harina Soya	16.60	25.80	25.79
Melaza	6.00	0.00	0.00
Aceite	1.00	1.40	1.40
Carbonato de calcio	0.96	0.93	0.93
Sal	0.50	0.36	0.36
Vitaminas	0.30	0.20	0.20
Biofos	0.26	0.65	0.65
Lisina	0.00	0.20	0.20
Metionina	0.00	0.01	0.01
Treonina	0.00	0.05	0.05
Paylean [®]	0.00	0.03	0.05

2.6. VARIABLES EVALUADAS EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO

2.6.1. Ganancia de peso promedio

El ensayo se dividió en dos fases, etapa uno y etapa dos, cada una de 14 días. Los cerdos se pesaron al finalizar cada etapa.

2.6.2. Consumo diario

El alimento fue ofrecido ad-libitum, pesando lo ofrecido diariamente y el rechazo a los 14 días (etapa 1) y a los 28 días (etapa 2); para determinar el consumo promedio diario.

2.6.3. Índice de conversión alimenticia

Se aplicó la fórmula (1) que relaciona el consumo de alimento por animal con la ganancia de peso en cada etapa.

$$\text{ICA} = \frac{\text{Consumo diario de alimento}}{\text{Ganancia diaria de peso}} \quad (1)$$

2.7. VARIABLES EVALUADAS EN LA COMPOSICIÓN DE LA CANAL

2.7.1. Rendimiento en canal caliente

Se pesaron todas las canales 2 horas después del sacrificio. Se utilizó la relación: peso canal caliente / peso vivo.

2.7.2. Rendimiento en canal frío

Se pesaron todas las canales 24 horas después del sacrificio. Se utilizó la relación: peso canal frío / peso vivo.

2.7.3. Rendimiento de los cortes

Se tomaron 7 cerdos por tratamiento, 3 hembras y 4 machos, los cuales fueron divididos en los cortes principales (pierna, paleta, lomo, cuello, chuleta y costillar); en recortes extra 1 (95% carne, 5% grasa), cerdo 1 (80% carne, 20% grasa), cerdo 2 (50% carne, 50% grasa), cerdo 3 (5% carne, 95% grasa), piel y hueso de cada corte, para determinar el porcentaje de tejido graso y carne magra de la canal.

2.7.4. Espesor de la grasa dorsal

Se midió con un pie de rey a la altura de la décima costilla, 24 horas después del sacrificio.

2.7.5. Área de lomo

Usando el método de la Universidad de Illinois (hoja cuadriculada) se midió el área del músculo *Longissimus dorsi* a la altura de la 10^a costilla (NPPC, 1991).

2.8. VARIABLES EVALUADAS DE CALIDAD DE CARNE

2.8.1. pH

Se tomaron las lecturas con un potenciómetro a la una y 24 horas después de sacrificio.

2.8.2. Capacidad de retención de agua

Fue determinada a las 24 horas de sacrificado el animal, para lo cual se tomó una muestra de carne magra del músculo *Longissimus dorsi*. Se utilizó el método reportado por Uttaro (1993).

2.8.3. Color

El color del músculo *Longissimus dorsi* se determinó por medio de un colorímetro marca Hunter Lab modelo 45/O Only, serie CX0687, port insertt 1.25 plg, PN-04-6623-N. La evaluación del color incluyó los valores de luminosidad (L), el valor que mide el color rojo (a) y el color amarillo (b).

2.8.4. Textura

La fuerza de corte (Warner-Bratzler) fue medido en el músculo *Longissimus dorsi*, utilizando el Instron 4444. Se cortaron cubos de 1 x 1 x 1 cm paralelos a la fibra muscular. Los valores fueron expresados en kN como fuerza máxima de corte.

2.8.5. Grasa intramuscular y humedad

Se realizaron análisis de humedad y extracto etéreo del *Longissimus dorsi*, tomando como referencia los procedimientos establecidos por los métodos 972.26 y 926.08 respectivamente de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1999).

2.9. DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA). Se realizaron seis repeticiones (bloques). Los resultados fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias SNK ($\alpha = 0.05$) usando el programa estadístico SAS[®] (1996).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CARACTERÍSTICAS DE DESEMPEÑO

3.1.1. Ganancia diaria de peso

La adición de Paylean® en la dieta incrementó la ganancia diaria de peso ($P < 0.05$) en la etapa uno y en el acumulado con relación al tratamiento control (Cuadro 2). Sin embargo, las diferencias no fueron significativas entre los niveles de Paylean®, lo cual no concuerda con el estudio de Reyes *et al.* (2001), el cual reporta que existe una mejora en la ganancia diaria de peso cuando se adiciona dosis de 5 ppm y 10 ppm de Paylean®.

Según Whittemore (1996), una unidad de tejido magro (75% agua) tiene un peso mayor que una unidad de tejido adiposo (20% agua). Paylean®, al estimular la hipertrofia del músculo y reducir la deposición de grasa (Sainz *et al.*, 1993), incrementa el contenido de tejido magro y con ello la cantidad de agua, lo cual contribuye a que la ganancia de peso sea mayor.

Cuadro 2. Efecto de Paylean® en la ganancia diaria de peso de cerdos en la etapa de finalización.

Tratamiento	Ganancia de peso g/día					
	Etapa 1		Etapa 2 (NS)		Acumulado	
5 ppm	1135.9 ±	196.4 ^a	1057.4 ±	229.5	1098.8 ±	171.2 ^a
10 ppm	1115.8 ±	319.7 ^a	1026.9 ±	211.9	1071.9 ±	207.9 ^a
5+10 ppm	1124.5 ±	172.7 ^a	1104.1 ±	208.4	1114.8 ±	148.7 ^a
Control	905.5 ±	201.0 ^b	1055.0 ±	249.0	979.2 ±	186.7 ^b

Números con letras diferentes en la misma columna indican diferencias ($P < 0.05$)

NS: No existen diferencias entre tratamientos

En la etapa dos las diferencias entre tratamientos no fueron significativas. Herr (2001) atribuye éste suceso a que los receptores β - agonistas se desensibilizan cuando la cantidad de Paylean® en el alimento es constante. Para evitar la desensibilización de receptores Sainz *et al.* (1993) y Herr (2001) recomiendan el incremento gradual de la concentración del aditivo en la dieta. Schinckel *et al.* (2001) reportaron un incremento en la ganancia diaria de peso en la fase dos cuando el incremento es de 4.5 g/t a 9 g/t . En el

presente estudio el tratamiento 5 + 10 ppm no provocó el incremento en la ganancia de peso indicado por éstos autores.

Como resultado de la mayor ganancia de peso en las dietas con adición de Paylean[®], los cerdos alcanzaron un peso de sacrificio mayor de 1.2 kg, 3 kg y 5 kg (5, 10 y 5+10 ppm respectivamente). Éstos resultados coinciden con los reportados por Williams *et al.* (1994) y Reyes *et al.* (2001), éstos últimos encontraron que se puede llevar animales a sacrificio 7 días antes.

3.1.2 Consumo diario de alimento

El consumo de alimento, comparado con el control, fue menor ($P < 0.05$) con las dietas con 5 ppm y 10 ppm de Paylean[®] (Cuadro 3), b cual concuerda con lo encontrado por Reyes *et al.* (2001) y Crome *et al.* (1996) en dietas tradicionales basadas en maíz y soya con 10 ppm o 20 ppm de Paylean[®].

Cuadro 3. Efecto de Paylean[®] en el consumo diario de alimento de cerdos en la etapa de finalización.

Tratamiento	Consumo de alimento g/día					
	Etapa 1		Etapa 2		Acumulado	
5 ppm	3110.2 ±	392.4 ^a	2785.5 ±	376.7 ^a	3007.7 ±	354.3 ^a
10 ppm	2935.3 ±	286.2 ^a	2753.8 ±	456.2 ^a	2867.8 ±	368.4 ^a
5 + 10 ppm	3259.9 ±	214.5 ^b	3229.0 ±	293.3 ^b	3265.6 ±	253.3 ^b
Control	3294.9 ±	495.6 ^b	3180.6 ±	313.1 ^b	3238.9 ±	348.6 ^b

Números con letras diferentes en la misma columna indican diferencias ($P < 0.05$)

NS: No existen diferencias entre tratamientos

En investigaciones realizadas por Elanco Animal Health (2001), Paylean[®] redujo linealmente el consumo diario de alimento en 1.5, 2.7 y 3.9 % cuando se adicionó a razón de 4.5, 9, y 18 g/t respectivamente.

3.1.3. Índice de conversión alimenticia (ICA)

Paylean[®] mejoró el índice de conversión alimenticia ($P < 0.05$) en 22%, 36% y 13% (5 ppm, 10 ppm y 5+10 ppm, respectivamente) en relación al control (Cuadro 4), lo cual se atribuye a un aumento en la disposición de proteína en el músculo, debido a la reorganización de la utilización de nutrimentos dentro el animal (Schinckel *et al.*, 2001). Reyes *et al.* (2001) encontraron una mejora lineal en la eficiencia alimenticia a medida que aumenta la concentración de Paylean[®].

Cuadro 4. Efecto de Paylean® en el índice de conversión alimenticia de cerdos en la etapa de finalización.

Tratamiento	Índice de conversión alimenticia (ICA)		
	Etapas 1	Etapas 2 (NS)	Acumulado
5 ppm	2.9 ± 0.5 ^a	2.8 ± 0.8	2.8 ± 0.4 ^a
10 ppm	2.9 ± 1.4 ^a	3.0 ± 0.6	2.9 ± 0.8 ^a
5 + 10 ppm	3.0 ± 0.5 ^a	3.0 ± 0.7	3.0 ± 0.5 ^a
Control	3.8 ± 1.1 ^b	3.3 ± 1.5	3.5 ± 0.8 ^b

Números con letras diferentes en la misma columna indican diferencias (P < 0.05)

NS: No existen diferencias entre tratamientos

Reyes *et al.* (2001) encontraron que con el tratamiento de 10 g/t a 90 kg al sacrificio se obtuvo un incremento 38% en el ICA. Por otra parte, Crome *et al.* (1996) reportan un consumo de 0.65 y 0.81 kg menos de alimento para una ganancia de 1 kg de peso.

3.2 CARACTERÍSTICAS DE COMPOSICIÓN DE LA CANAL

Las características de la composición de la canal se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Composición de la canal de los cerdos alimentados con Paylean® durante la etapa de finalización.

Tratamiento	RCC (%)	RCF (%)	EGD (mm)	AL (cm ²)
5 ppm	70.3 ± 0.7 ^a	69.1 ± 0.8 ^a	16.3 ± 1.6 ^a	47.6 ± 5.8 ^a
10 ppm	71.2 ± 1.2 ^a	69.9 ± 1.5 ^{ab}	15.8 ± 2.7 ^a	47.9 ± 3.8 ^a
5+10 ppm	72.3 ± 0.9 ^b	70.1 ± 0.7 ^b	15.3 ± 1.9 ^a	48.8 ± 2.6 ^a
Control	69.2 ± 1.6 ^c	67.5 ± 1.4 ^c	18.2 ± 2.0 ^b	45.2 ± 2.0 ^b

Números con letras diferentes en la misma columna indican diferencias (P < 0.05)

RCC: Rendimiento de canal caliente

RCF: Rendimiento de canal frío

EGD: Espesor de grasa dorsal

AL: Área de lomo

3.2.1. Rendimiento de la canal caliente y fría

La suplementación de la dieta con Paylean® incrementó el rendimiento de canal caliente (P < 0.05) en 1.1 %, 2% y 3.1% (5 ppm, 10 ppm y 5+10 ppm, respectivamente) con respecto al control (Cuadro 5).

Williams *et al.* (1994) encontraron un 4.8% de incremento de rendimiento de la canal al adicionar ractopamina en la dieta y Muller (2000), reportó un aumento lineal de 0.4%,

0.8% y 1.1% con dosis de 5, 10 y 20 g/t de Paylean® respectivamente. Sin embargo Dunshea *et al.*, (1993) y Reyes *et al.*, (2001) no encontraron diferencias significativas en el rendimiento de las canales de los cerdos tratados con Paylean®.

Los rendimientos de canal frío de los cerdos tratados con Paylean® en la dieta son mayores que los del tratamiento control. Los tratamientos con mayores rendimientos fueron 5 + 10 ppm y 10 ppm ($P < 0.05$) mientras que el de 5 ppm fue similar al control.

3.2.2. Espesor de la grasa dorsal y área del lomo

Los cerdos tratados con Paylean® (Cuadro 5), depositaron una menor cantidad de grasa dorsal ($P < 0.05$), el grosor disminuyó en 11.5%, 15% y 19% (5, 10 y 5+10 ppm respectivamente) con relación al control. Uttaro (1993) y Crome *et al.* (1996), reportaron reducciones de espesor de grasa dorsal a la altura de la décima costilla de 7.9% y 15% en cerdos tratados con 10 ppm y 20 ppm de ractopamina a un peso de sacrificio de 107 kg y 125 kg.

La adición de Paylean® en la dieta aumentó el área de lomo ($P < 0.05$), en 5.4%, 6% y 8% (5ppm, 10ppm y 5+10ppm, respectivamente) con respecto al control. Los resultados coinciden con los de Xiao *et al.* (1999) y Crome *et al.* (1996) de un incremento lineal en el área de lomo a medida que se incrementa la dosis de Paylean®. Esto se debe a que los β - adrenérgicos estimulan la degradación de los adipocitos del triglicérol y la inhibición de los ácidos grasos y la síntesis del triglicérol en células y tejidos (Mersmann 1998).

3.2.3. Rendimiento en cortes

La adición de Paylean® incrementó ($P < 0.05$) en un 6.3%, 5.8% y 7.5% la carne magra y disminuyó un 4.3%, 5.8% y 6.9% (5ppm, 10ppm y 5+10ppm, respectivamente) la grasa con respecto al control (Cuadro 6), éstos resultados concuerdan con los de Cuarón (2002), el cual reporta de 2% a 4% de incremento en carne magra.

Cuadro 6. Rendimiento de principales cortes de las canales de cerdos tratados con Paylean® (%).

Tratamiento	Paleta	Costillar (NS)	Cuello (NS)	Chuleta	Pierna
5ppm	16.5 ^a	22.2	12.1	17.8 ^b	31.4 ^a
10ppm	18.2 ^b	22.3	9.8	18.0 ^b	31.5 ^a
5+10ppm	18.7 ^b	21.0	10.1	17.3 ^b	33.7 ^b
Control	16.7 ^a	23.5	12.7	16.3 ^a	30.8 ^a

Números con letras diferentes en la misma columna indican diferencias ($P < 0.05$)

NS: No existen diferencias entre tratamientos

El tratamiento con mayor contenido magro en la canal fue el 5 + 10 ppm, lo cual está acorde a lo reportado por Herr (2001), quien considera que para contrarrestar el efecto de la insensibilización de los receptores β - agonistas adrenérgicos a través del tiempo es necesario incrementar la concentración del producto en la dieta (de 5 ppm a 10 ppm, en este caso) en las 2 últimas semanas.

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en los rendimientos de los principales recortes tales como chuleta corriente, chuleta especial, cerdo extra 1, cerdo 1, cerdo 2 y cerdo 3 (Cuadro 7).

En el recorte chuleta especial (vértebra + *Longissimus dorsi* + *Psoas*) el tratamiento 5 + 10 ppm obtuvo el mayor rendimiento con relación a los demás tratamientos, lo cual es resultado de un aumento en la cantidad de ARN (ácido ribonucleico) en varias proteínas del músculo, y la disminución de la grasa dorsal (Smith, 1998). En el corte chuleta corriente (vértebra + *Longissimus dorsi*) los tratamientos 5 ppm y 10 ppm tuvieron mayores rendimientos que el control o el tratamiento 5 + 10 ppm.

El tratamiento 5 + 10 ppm obtuvo un mayor promedio en los recortes cerdo extra 1 y cerdo 1 respecto a los demás, es decir, éste tratamiento es el que obtuvo mayor proporción de carne magra. Herr (2000), atribuye éste hecho a que con un incremento gradual en la concentración de Paylean[®] se logra disminuir el efecto de desensibilización de receptores β - agonistas adrenérgicos.

El porcentaje de grasa en la canal de cerdo control fue mayor ($P < 0.05$) debido a que los receptores β -agonistas adrenérgicos no son estimulados y tasa lipogénica aumenta (Cuadro 8).

Cuadro 8. Distribución de carne, grasa, hueso y piel en las canales de cerdos tratados con Paylean[®](%).

Tratamiento	Componentes			
	% carne	% grasa	% hueso (NS)	% piel (NS)
5 ppm	49.5 ± 1.1 ^b	25.2 ± 0.9 ^a	17.5 ± 1.9	5.5 ± 0.9
10 ppm	49.0 ± 0.9 ^b	27.8 ± 0.7 ^a	17.3 ± 1.5	5.7 ± 1.1
5+10 ppm	51.2 ± 0.8 ^c	26.3 ± 0.8 ^a	17.0 ± 1.4	5.1 ± 0.2
Control	43.7 ± 1.3 ^a	32.1 ± 1.1 ^b	17.6 ± 1.5	5.8 ± 0.6

Números con letras diferentes en la misma columna indican diferencias ($P < 0.05$)

NS: No existen diferencias entre tratamientos

3.3 CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO

3.3.1. Textura, color y % CRA

La adición de Paylean[®] no afectó ($P > 0.05$) los parámetros que determinan la calidad de la carne, tales como el color, la capacidad de retención de agua (CRA) y la textura del *Longissimus dorsi* (Cuadro 9).

Éstos resultados coinciden con los encontrados por Xu *et al.* (1996), Watkins *et al.* (1990) y Stites *et al.* (1994) que el hidrocloreuro de ractopamina, no afecta la textura, capacidad de retención de agua ni en el color de la carne. Por el contrario Uttaro (1993) y Aalhus *et al.* (1990) reportaron un color más pálido de los tratamientos con Paylean[®] con relación al control, argumentando que Paylean[®] incrementa el diámetro de las fibras musculares blancas, lo cual tiene un efecto directo en el color de la carne.

Cuadro 9. Características físicas del músculo *Longissimus dorsi* de cerdos tratados con Paylean[®].

	CRA (%) (NS)		Color (L) (NS)		Color (a) (NS)		Color (b) (NS)		Textura (kN) (NS)	
5ppm	14.0	± 2.4	44.4	± 2.1	4.0	± 1.4	9.6	± 0.8	0.06	± 0.02
10ppm	14.3	± 2.7	45.6	± 2.3	3.5	± 1.2	9.6	± 0.8	0.06	± 0.01
5+10ppm	11.7	± 2.4	45.8	± 2.0	3.4	± 1.2	9.9	± 0.7	0.06	± 0.02
Control	12.9	± 1.7	46.6	± 3.0	3.3	± 0.9	10.0	± 0.6	0.05	± 0.01
LSD	3.7		2.5		1.1		0.9		0.02	

NS: No existen diferencias entre tratamientos

CRA: Capacidad de retención de agua

LSD: Diferencia mínima significativa

3.3.2. Humedad y grasa intramuscular

No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) sobre el contenido de grasa intramuscular ni de humedad en el músculo *Longissimus dorsi* entre tratamientos (Cuadro 10) lo cual coincide con lo reportado por Uttaro (1993).

Cuadro 10. Efecto de Paylean[®] sobre el contenido de grasa y humedad del músculo *Longissimus dorsi* en cerdos.

Tratamientos	Grasa intramuscular (%) (NS)	Humedad (%) (NS)
5 ppm	2.9 ± 0.8	73.3 ± 2.1
10 ppm	3.1 ± 1.0	72.0 ± 2.2
5+10 ppm	2.9 ± 1.0	73.4 ± 1.5
Control	3.0 ± 0.8	73.6 ± 1.9
LSD	0.4	2.8

NS: No existen diferencias significativas

LSD: Diferencia mínima significativa

3.3.2. Efecto en el pH

El pH de la carne a la una y 24 horas no fueron afectados por la adición de Paylean® ($P>0.05$). El pH a la primera hora tuvo un promedio de 5.96, el cual descendió gradualmente hasta llegar a un 5.51 a las 24 horas después de sacrificio, resultados similares con los de Aalhus *et al.* (1990) y Reyes *et al.* (2001) quienes reportan un pH de 6.01 a la primera hora y 5.54 a las 24 horas. Al contrario Dushea *et al.* (1993) y Aalhus *et al.* (1990) encontraron que en concentraciones mayores a 9 g/t el pH tiende a disminuir a mayor velocidad, lo cual contribuye a la formación de la carne denominada PSE (pálida, suave y exudativa).

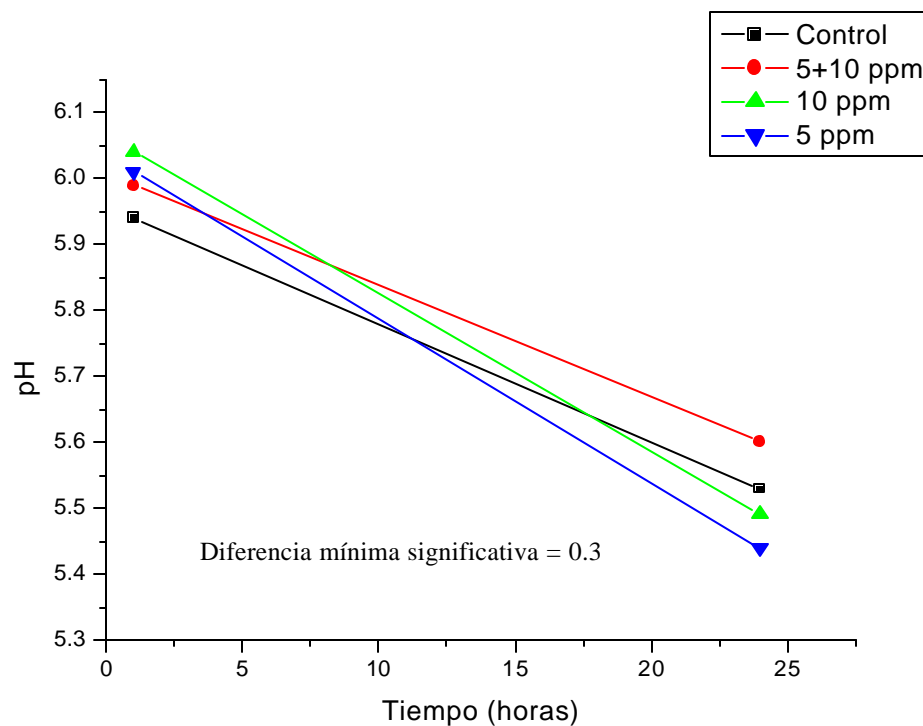


Figura 2. Efecto de Paylean® sobre el descenso del pH en la carne de cerdo.

3.4. ANÁLISIS DE COSTOS

3.4.1. Análisis de costos de producción

Desde el punto de vista del productor, los mejores tratamientos fueron el de 5 + 10 ppm y 10 ppm con un ingreso adicional de L. 154 y L. 146 / cerdo (Cuadro 11).

Cuadro 11. Análisis de costos de producción de canales de cerdos tratados con Paylean® (valores reportados en lempiras).

	Control	5 ppm	10 ppm	5+10 ppm
Valor de la canal	2115	2239	2288	2303
Costo del alimento				
Fase anterior a 70 kg	724	724	724	724
Con adición de Paylean®	384	452	398	417
Total alimentación	1108	1176	1122	1141
Otros costos	277	294	281	285
Costo total estimado	1385	1470	1403	1426
Utilidad estimada	731	769	885	877
Utilidad adicional	0	38	154	146

Tasa de cambio lempira L 18.5 / US \$1

3.4.2. Análisis de costos de la planta de procesamiento

Para el caso de la planta de cárnicos, la adición de Paylean® en la dieta generó ingresos adicionales porque incrementó la cantidad de los principales cortes. El mejor tratamiento fue el de 5 + 10 ppm con un ingreso adicional por cerdo de L. 130 (Cuadro 12). En el análisis no se incluyeron los cortes que fueron estadísticamente iguales.

Cuadro 12. Análisis de costos de principales cortes de canales de cerdos tratados con Paylean® (valores reportados en lempiras)

Corte	Control		5 ppm		10 ppm		5+10 ppm	
	Kg	L.	Kg	L.	kg	L.	Kg	L.
Tocineta	7.4	-	8.6	-	8.6	-	8.2	-
Asado	2.6	-	4.6	-	3.8	-	3.1	-
Chuleta especial	3.9	87.3	4.3	96.6	4.8	107.0	5.1	112.8
Chuleta Corriente	5.2	139.8	6.0	160.7	6.1	163.3	5.9	158.7
Cerdo Extra 1	8.6	171.3	11.0	217.2	10.2	201.5	12.6	249.1
Cerdo 1	5.2	78.7	7.4	111.6	5.5	83.9	7.7	117.0
Cerdo 2	6.8	62.5	6.3	57.9	8.4	77.7	6.8	62.8
Cerdo 3	15.7	110.4	11.6	81.7	13.7	96.5	11.3	79.2
Piel	3.5	-	3.3	-	3.3	-	4.1	-
Hueso de cerdo	9.8	-	9.6	-	10.2	-	10.1	-
Peso de canal (kg)	68.7	649.9	72.7	725.7	74.3	729.8	74.8	779.6
Ingreso adicional	0.0		75.7		79.9		129.6	

Tasa de cambio lempira L 18.5 / US \$1

4. CONCLUSIONES

Paylean® en la etapa de finalización de engorde de cerdos aumentó la ganancia de peso, disminuyó el consumo de alimento y mejoró el índice de conversión alimenticia.

Paylean® mejoró las características de la canal, al incrementar los rendimientos de canal caliente y frío y de cortes magros, aumentó el área de lomo y redujo el grosor de la grasa dorsal.

Paylean® no afectó las características de calidad de carne tales como textura, pH, color, capacidad de retención de agua, humedad ni grasa intramuscular.

El ingreso adicional por cerdo para el productor fue mayor con los tratamientos de 10 ppm y de 5+10 ppm.

El ingreso adicional por cerdo para la planta de procesamiento fue mayor con el tratamiento de 5+10 ppm.

5. RECOMENDACIONES

La adición de Paylean® en la dieta de los cerdos de la Empresa Universitaria de Ganado Porcino.

Evaluar los efectos de Paylean® en un lapso de tiempo diferente a los 28 días.

Realizar estudios con un panel sensorial para tener un mejor conocimiento sobre la calidad de carne desde la perspectiva del consumidor.

Estudiar nichos de mercados que estén dispuestos a pagar por calidad de canal.

6. BIBLIOGRAFÍA

Aalhus, J.; Jones, M.; Schaefer, A.; Tong, A.; Robertson, W.; Merrill, J. y Murray, A. 1990. The effect of ractopamine on performance, carcass composition and meat quality of finishing swine. *Canadian Journal* 70: 943-952p.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1999. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 16th.ed.

Bohorov, O.; Buttery, E.; Correia, J. y Soar, J. 1987. The effect of the β -adrenergic agonist clenbuterol on implantation with estradiol plus trembelone acetate on protein metabolism in wether lambs. *Nutrition Journal* 57: 99p.

Crome, P.; McKeith, F.; Carr, T.; Jones, D.; Mowrey, D. y Cannon, J. 1996. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition and cutting yields of pigs slaughtered at 107 kg and 125 kg. *Journal Animal Science* 74: 709-716p.

Cuaron, A. 2002. Paylean[®], folleto informativo. Colombia.

Dunshea, F.; King, R. y Campbell, R. 1993. Interrelationships between dietary protein and ractopamine on protein and lipid deposition in finishing gilts. *Journal Animal Science* 74: 709-716p.

Elanco Animal Health. 2001. Technical Manual from Paylean[®]. Mode of action. Division of Eli Lilly and Company. Indianapolis, Indiana, 46240. USA.

Harden, T. 1983. Agonist-induced desensitization of the beta- adrenergic receptor-linked adenylate cyclase . *Journal of Pharmacology* 35: 5-32p.

Herr, C. 2001. Optimal Paylean[®] Sequence When Fed to Late-Finishing Swine (en línea) Purdue University. Consultado el 11 de junio de 2004. Disponible en:<http://www.purdue.edu/>

Marchant-Forde, J.; Lay, J.; Richert, D.; Schinckel, B. y Pajor, A. 2003. The effects of Ractopamine on behavior and physiology of finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 81: 416-422p.

Mersmman, T. 1998. Overview of the effects of the β -adrenérgicos agonists on animal growth including mechanisms of action. *Journal Animal Science*. 76: 160-172p.

Muller, R. 2000. Technical Manual from Paylean®: Mode of Action. Elanco Animal Health, A Division of Eli Lilly and Company, four Parkwood, Suite 125.500C. 96th St., Indianapolis, Indiana, 46240, U.S.A.

NPPC, 1991. Procedures to Evaluate Market Hog Performance. 3rd ed. National. Pork Producers Council, Des Moines, IA.

Reyes, R.; Castillo, R.; Garcia, C.; Velez, M. y Hincapié, J. .2001. Efecto de la adición de Paylean® en la dieta de finalización en cerdos. Revista Ceiba. Zamorano, Honduras.25: 28p.

SAS Institute. 1996. Estastistical Analysis System. GLM. Versión 6.12. Edition. SAS® Institute Inc. Cary, NC.

Sainz, R.; Kim, Y.; Dunshea, F. y Campbell R. 1993. Effects of ractopamine in pig muscles: histology, calpains and beta – adrenergic receptors. Australian Journal of agricultural research, 44, 1441-1448p.

See, M.; Armstrong, T. y Weldon, W. 2002. Effect of ractopamine (Paylean®) feeding program on growth performance and carcass value. Journal Animal Science. 80 (Suppl. 2) 77p.

Schinckel, A.y Richert, B. 2001. Development of models to describe the weekly response of ractopamine, when constant or variable dietary levels of Paylean® are fed. Purdue University. Consultado el 11 de junio de 2004. Disponible en: www.ansc.purdue.edu/swine/po%u00a1nutrient/paylean/ImpactPaylean.html

Smith, D. 1998. The pharmacokinetics, metabolism and tissue residues of beta – adrenergic agonist in livestock. Journal Animal Science. 76: 173-194p

Stites, C.; McKeith, S.; Singh, S.; Benchtel, D.; Mowrey, D. y Jones D. 1994. Palatability and visual characteristics of hams and loin chops from swine treated with ractopamine hydrochloride. Journal Animal Science.69: 3094-3101p.

Uttaro, B. 1993. Effect of ractopamine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. Journal Animal. Science. 71: 2439-2449p.

Watkins, L.; Jones, D. Mowrey, D.; Anderson, D y Veenhuizen, E. 1990. The effect of various levels of ractopamine hydrochloride on the performance and carcass characteristics of finishing swine. Journal Animal Science. 68: 3588p.

Williams, N.; Cline, T., Shinckel, A. y Jones, D. 1994. The impact of ractopamine Energy intake and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. Journal Animal Science 72: 3152-3162p.

Whittemore, C. 1996. Ciencia y práctica de la producción porcina. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 412p.

Xiao, R.; Xu, R. y Chen, H. 1999. Effects of ractopamine at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 79: 119-127p.

Xu, J.; Jin, X. y Xian, R. 1996. Effects of ractopamine on carcass composition and meat quality of finishing swine. *Animal Feed Science and Technology*, 59: 110-117p.

Yang, Y. y MacElligott, A. 1989. Multiple actions of β -adrenérgicos agonists on skeletal muscle and adipose tissue. *Biochemistry Journal* 261: 1-10p.