



Efecto del nivel de clorhidrato de ractopamina y proteína en la dieta sobre el desempeño productivo y rendimiento en canal de pavos comerciales

Effect of ractopamine hydrochloride and protein level in the diet on the performance and carcass yield of growing turkeys

Agustín Pool Ordóñez* Ronald Santos Ricalde** Melinda Carvajal Hernandez**
Gonzalo Medrano Lizama* José Segura Correa**

Abstract

The effect of ractopamine hydrochloride (0, 5 or 10 ppm) and protein (22% and 24%) in the diet on the productive performance and carcass yield of growing turkeys was evaluated. Seventy two male turkeys from the Nicholas-700 line of 14 weeks old were used. The turkeys were fed *ad libitum* with the experimental diets during 28 days. The turkeys assigned to the treatments with ractopamine (RAC) had higher daily gains of weight (0.139, 0.154 and 0.156 kg/day for 0, 5 and 10 ppm, respectively) and were 400 and 500 g heavier at the end of the experiment (12.9 and 13.0 kg for 5 and 10 ppm respectively) than the turkeys of treatment 0 ppm of RAC (12.5 kg). RAC increased significantly ($P < 0.05$) the weight of the thigh (0.748, 0.793 and 0.809 kg for 0, 5 and 10 ppm) and wing ($P < 0.06$; 0.593, 0.589 y 0.626 for 0, 5 and 10 ppm). There was no effect of protein treatment and RAC on breast yield ($P > 0.05$). The results obtained in this work indicated that the RAC increased the daily weight gain and the yield of the thigh and wing from a concentration of 5 ppm in the diet.

Key words: TURKEY, RACTOPAMINE HYDROCHLORIDE, CRUDE PROTEIN.

Resumen

Se evaluó el efecto del nivel de clorhidrato de ractopamina (0, 5 o 10 ppm) y proteína (22% y 24%) en la dieta sobre el desempeño productivo y rendimiento en canal de pavos comerciales. Se utilizaron 72 pavos machos de la línea Nicholas-700 de 14 semanas de edad. Los pavos se alimentaron *ad libitum* con dietas experimentales durante 28 días. Se encontró que los pavos asignados a los tratamientos con clorhidrato de ractopamina (CLRP) tuvieron mayores ganancias diarias de peso (0.139, 0.154 y 0.156 kg/día, para 0, 5 y 10 ppm, respectivamente) y ganaron entre 400 y 500 g más peso al final del experimento (12.9 y 13.0, para 5 y 10 ppm respectivamente) que los pavos del tratamiento 0 ppm de CLRP (12.5 kg). Se encontró que el CLRP incrementó significativamente, ($P < 0.05$) el peso del muslo (0.748, 0.793 y 0.809 para 0, 5 y 10 ppm) y del ala ($P < 0.06$; 0.593, 0.589 y 0.626 para 0, 5 y 10 ppm). No se observó ningún efecto del nivel de proteína y de CLRP sobre el rendimiento de pechuga ($P > 0.05$). Los resultados obtenidos en este trabajo indican que el CLRP puede incrementar la ganancia diaria de peso y el rendimiento del muslo y el ala, desde 5 ppm.

Palabras clave: PAVOS, CLORHIDRATO DE RACTOPAMINA, PROTEÍNA CRUDA.

Recibido el 7 de marzo de 2008 y aceptado el 24 de febrero de 2009.

*Instituto Tecnológico Agropecuario número 2, km 16.3, carretera Mérida-Motul, Apartado Postal 1493, CP 92002, Conkal, Yucatán, México.

**Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, km 15.5, carretera Mérida-Xmatkuil, Apartado Postal 4-116, Itzimná, Mérida, Yucatán, México.

Correspondencia: Ronald Santos Ricalde: Tel. +52 (999) 9 42 32 00, Fax: +52 (999) 9 42 32 05, correo electrónico: rsantos@uady.mx

Introduction

Growing and exploitation of turkeys is one of the most traditional livestock activities in Mexico, with an annual growth mean rate between 1994 and 2005 of 6.4%, having a production of seven thousand tons in 1994 to 13 840 tons in 2005. This growth shows the importance of the sector among poultry grown in Mexico.¹

Although meleagiculture constitutes an activity practiced in the whole national territory, in 2005 practically 62% of the production was obtained in four entities: Yucatan, 17.6%; Chihuahua, 16.8%; Sonora, 16.6%; and Estado de Mexico, 10.4%.¹

In spite of the important increase of turkey meat production, different factors have conditioned that meleagiculture experiences scarce development, among them a strong turkey meat importation, since national production represents only 15% of national consumption.¹

Feed costs represent about 75% total in animal production. In the southeast of Mexico, approximately 55% of supplies in the diet of turkeys are imported, which reveals a strong dependence and high cost nutrition; therefore, it is a challenge to increase production and efficiency for turkey production.

Beta-adrenergic agonists are a variety of drugs used to increase performance yield, ractopamine among them. Recently, this is commercially available and it is useful for porcine muscle increase.^{2,3} Nevertheless, some studies have been done to evaluate its effect on turkey growth. In the matter, Rodger *et al.*⁴ report that such drug was effective for daily weight increase in turkeys.

Other works have studied ractopamine mean time elimination in turkeys. Smith *et al.*⁵ mention that almost 48% is eliminated during the first 16 hours through dejections. Likewise, Smith *et al.*⁶ report that after 24 hours, young turkey's feces contained 60.6% of ractopamine administered orally. In another study it was observed that after receiving ractopamine hydrochloride for seven days in different concentrations in the diet (7.5, 22.5 or 30 ppm), there were no remainders in retina, cornea and aqueous humour of turkeys fed with 7.5 ppm.⁷

The present information shows that research studies have been done to study the metabolism and ractopamine mean time elimination in turkeys; nevertheless, there are few recent studies on performance behavior.

Based on the aforementioned, the aim of this experiment consisted in the evaluation of the effect of ractopamine hydrochloride and protein level in the diet on performance and carcass yield of growing turkeys.

Introducción

La cría y explotación de pavos es una de las actividades ganaderas con mayor tradición en México, ha tenido una tasa media de crecimiento anual entre 1994 y 2005 del orden de 6.4%, pasando de una producción de siete mil toneladas en 1994 a 13 840 toneladas en 2005. Este crecimiento indica la importancia del sector entre las especies avícolas que se crían en México.¹

Aunque la meleagicultura constituye una actividad que se practica en todo el territorio nacional, en 2005 prácticamente 62% de la producción se obtuvo en cuatro entidades, destacan Yucatán, 17.6%; Chihuahua, 16.8%; Sonora, 16.6%; y Estado de México, 10.4%.¹

A pesar del importante incremento en la producción de carne de pavo, diferentes factores han condicionado que la meleagicultura experimente escaso desarrollo, entre ellos una fuerte importación de carne de pavo, ya que la producción nacional representa sólo 15% del consumo nacional.¹

Los costos de alimentación representan alrededor de 75% del total en la producción animal. En el sureste de México, aproximadamente 55% de los insumos en la dieta de los pavos son importados, lo que revela una fuerte dependencia y elevado costo de alimentación; por tanto, incrementar la productividad y la eficiencia es un desafío para la producción de pavos.

Una variedad de fármacos utilizados para aumentar el rendimiento productivo son los β -agonistas adrenérgicos, entre ellos la ractopamina. Actualmente, ésta se encuentra disponible en el plano comercial y es útil para incrementar el crecimiento muscular en cerdos.^{2,3} Sin embargo, se han realizado algunos trabajos donde se ha evaluado su efecto sobre el crecimiento de los pavos. Al respecto, Rodger *et al.*⁴ informan que dicho fármaco fue efectivo para incrementar la ganancia diaria de peso en pavos.

En otros trabajos se ha estudiado el tiempo medio de eliminación de la ractopamina en pavos. Smith *et al.*⁵ mencionan que se elimina casi 48% de la ractopamina en las primeras 16 horas a través de las deyecciones. Asimismo, Smith *et al.*⁶ informan que después de 24 horas, las heces de pavos jóvenes contenían 60.6% de la ractopamina suministrada oralmente. En otro estudio se observó que luego de siete días de recibir clorhidrato de ractopamina en diferentes concentraciones en la dieta (7.5, 22.5 o 30 ppm), no se encontraron residuos en la retina, córnea y humor acuoso del ojo de los pavos alimentados con 7.5 ppm.⁷

La información presentada muestra que se han realizado trabajos de investigación para estudiar el metabolismo y el tiempo medio de eliminación de la ractopamina en pavos; sin embargo, existen pocos

Material and methods

The experimental work was done at the Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán, in two periods: the first one from April to May and the second one from June to July, both in 2007.

Six diets with two levels (22% and 24%) of crude protein (CP) and three levels (0, 5 and 10 ppm) of ractopamine hydrochloride were used, in a 2×3 factorial experiment. All experimental diets were administered *ad libitum* as pellet feed during four weeks (Table 1). Diets were elaborated in a balanced feed commercial factory.

Seventy two Nicholas-700 male turkeys, 14 weeks old were used. Thirty six turkeys were subjected to treatments from May to July (block I) and 36 from September to November (block II). The average temperature in the first one was 28.7°C, with a maximum of 35.7°C and a minimum of 22.5°C. In the second one, the average temperature recorded was 26.6°C, with a maximum of 33.3°C and a minimum of 18.3°C. The animals were allocated in the facilities one week before the experiment was initiated in each block, time in which the birds were adapted to them and to their handling. In that period, birds consumed the same commercial feed used in their farm of procedure (with a minimum of 24% of protein, 2.8% fat, 56.7% nitrogen free extract and a maximum of 12% humidity, 4.5% fiber and 10% ashes).

The 36 birds in each block were distributed in 18 pens, randomly assigned in one of the six experimental diets. Two birds per pen and three replications per treatment in each block were obtained. Each pen of 1 m² and with concrete floor was covered with wood shaving for bedding and equipped with a vertical mixer feeder and automatic watering.

During the experiment, birds were subjected to a natural light regimen. They were weighed after being subjected to a period of 12 hours fast, then the experimental diet was administered.

At 18 weeks old and a previous fast of 12 hours, life weight was recorded in all birds and feed intake was calculated. Afterwards, a bird per pen was randomly selected for euthanasia and carcass yield evaluations were carried out.

Animal euthanasia procedure consisted in stunning birds with an electric shock, to further section the jugular vein and cause bleeding. Afterwards, they went through scalding and defeathering. Last, they were manually eviscerated, eliminating neck, head, feet and viscera from the carcass.

Warm carcass weight was recorded; from the right half of each carcass, breast (without skin or bone),

estudios recientes acerca del comportamiento productivo.

Con base en la información anterior, el objetivo de este experimento consistió en evaluar el efecto del nivel de clorhidrato de ractopamina y proteína en la dieta sobre el desempeño productivo y rendimiento de canal en pavos comerciales.

Material y métodos

El trabajo experimental se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán, en dos periodos: el primero de abril a mayo y el segundo de junio a julio, ambos de 2007.

Se utilizaron seis dietas con dos niveles (22% y 24%) de proteína cruda (PC) y tres niveles (0, 5 y 10 ppm) de clorhidrato de ractopamina (CLRP)* en un experimento factorial 2×3 . Todas las dietas experimentales se suministraron *ad libitum* como alimento comprimido durante cuatro semanas (Cuadro 1). Las dietas se elaboraron en una fábrica comercial de alimentos balanceados.

Se usaron 72 pavos machos de la línea Nicholas-700, de 14 semanas de edad. Treinta y seis pavos se sometieron a los tratamientos de mayo a julio (bloque I) y 36 de septiembre a noviembre (bloque II). La temperatura promedio en el primero fue de 28.7°C, con máxima de 35.7°C y mínima de 22.5°C. En el segundo la temperatura promedio registrada fue 26.6°C, con máxima de 33.3°C y mínima de 18.3°C. Los animales fueron alojados en las instalaciones una semana antes del inicio del experimento en cada bloque, tiempo en que las aves se adaptaron a aquéllas y al manejo de los operarios. En ese periodo, las aves consumieron el mismo alimento comercial utilizado en la granja de procedencia (con mínimo de 24% de proteína, 2.8% de grasa, 56.7% de extracto libre de nitrógeno y máximo de 12% de humedad, 4.5% de fibra y 10% de cenizas).

Las 36 aves en cada bloque fueron distribuidas en 18 corrales, donde se les asignó al azar una de las seis dietas experimentales. Se tuvieron dos aves por corral y tres repeticiones por tratamiento en cada bloque. Cada corral de 1 m² y con piso de cemento estuvo cubierto con viruta de madera como cama y equipado con comedero de tolva y bebedero automático.

Durante el experimento las aves se sometieron a un régimen de luz natural. En la semana 14 se pesaron después de ser sometidas a un periodo de ayuno de 12 horas, luego se les suministró la dieta experimental.

A las 18 semanas de edad y previo ayuno de 12 horas, se registró el peso vivo de todas las aves y se

*CLRP, Paylean®, Elanco Animal Health, Estados Unidos de América.

thigh (with skin and bone), leg (with skin and bone) and wing (with skin and bone) was weighed.

With bird weights of each pen, pen-bird-average was calculated. Pen-bird-feed average consumption was also calculated. Nutritional conversion was calculated by dividing the average consumption of pen-bird-feed between pen-bird-average weights.

Carcass yield was calculated as carcass weight percentage in regard to live weight. Each carcass cut yield (breast without bone, leg, wing and thigh) was calculated as the percentage of total weight cuts.

Data of the evaluated variables were analyzed as

calculó el consumo de alimento. Posteriormente se seleccionó en forma aleatoria un ave por corral para sacrificarla y realizarle evaluaciones de rendimiento de la canal.

El procedimiento de sacrificio de los animales consistió en aturdir a las aves con choque eléctrico, para luego seccionarles la vena yugular y provocar el desangrado. Después fueron escaldadas y desplumadas. Por último, fueron evisceradas manualmente, eliminando de la canal cuello, cabeza, patas y vísceras.

Se registró el peso de la canal caliente; de la mitad derecha de cada canal se pesó pechuga (sin piel ni

Cuadro 1

COMPOSICIÓN EXPERIMENTAL DE LAS DIETAS UTILIZADAS
EXPERIMENTAL COMPOSITION OF USED DIETS

	<i>Crude protein (%)</i>	
	22	24
Sorghum	54.60	46.80
Soybean paste, 46% CP	32.00	38.00
Canola paste	5.00	5.00
Soybean oil	1.60	3.30
Wheat bran	2.00	2.00
Dicalcium phosphate	2.00	2.50
CaCO ₃	1.23	1.20
DL-Methionine	0.39	0.39
Sodium chloride	0.30	0.30
Flavomycin, 4%	0.30	0.30
Avatec	0.10	0.10
Mineral premix*	0.10	0.10
Vitamin premix [†]	0.10	0.10
Colin chloride, 70%	0.10	0.10
L-Lysine	0.05	0.05
Manganese, 20%	0.01	0.01
<i>Calculated analysis</i>		
ME (Mcal/kg)	2.85	2.85
Calcium (%)	1.00	1.10
Available phosphate (%)	0.50	0.60
Methionine	0.81	0.90
Methionine + Cystine	0.95	1.00
Lysine	1.20	1.40
Crude protein	22.00	24.00

*Vitamin premix: vitamin A, 8 000 IU; vitamin D, 2 500 IU; vitamin E, 8 IU; vitamin K, 2 mg; vitamin B₁₂, 0.002 mg; riboflavin, 5.5 mg; calcium pantothenate, 13 mg; niacin, 36 mg; colin chloride, 500 mg; folic acid , 0.5 mg; thiamine, 1 mg; pyridoxine, 2.2 mg; biotin, 0.05 mg.

[†] Mineral premix: Mn, 65 mg; I, 1 mg; Fe, 55 mg; Cu, 6 mg; Zn, 55 mg; Se, 0.3 mg.

a random block design with 2×3 factorial arrangement. Factors considered in the analysis were the two levels of protein (22% and 24%) and the three levels of RAC (0, 5 and 10 ppm). At the end of the statistical analysis, each pen was considered as an experimental unity with six replications per treatment. When necessary, comparisons were done between means using the minimal significant difference method. Data analysis of variance was carried out using the STATGRAPHICS Plus 4.1 statistical program.⁸

Results

Statistical differences were found between treatments ($P < 0.05$) in final weight and daily weight gain (Table 2). It was observed that turkeys assigned to treatments with RAC had higher daily weight gain and finished with 400 and 500 g more at the end of the experiment ($P < 0.05$) in contrast to the turkeys in RAC 0 ppm treatment.

In turkeys' final weight, significant interaction ($P < 0.07$) was observed between CP and RAC level. This interaction shows that turkeys fed on diets with 24% CP had similar weights at the end of the trial (12.8, 12.8 and 12.9 kg for 0, 5 and 10 ppm, respectively), while those on a diet of 22% CP, final weight increased while including RAC on the diet (12.1, 13.0 and 13.0 kg, for 0, 5 and 10 ppm, respectively). Results show that it was not necessary to increase from 22% to 24% protein level in the diet, in order to obtain a favorable drug effect on 14 weeks old turkeys.

There was no statistical difference recorded among treatments ($P < 0.05$) in the other performance behavior variables evaluated.

It was found that RAC increased thigh ($P < 0.05$) and wing weight ($P < 0.06$). The same was observed when percentage of thigh weight in respect of cut weight was evaluated. Nevertheless, it did not happen with the wing ($P > 0.05$). There was no CP and RAC effect on breast yield ($P > 0.05$) (Table 3 and 4).

Discussion

Increase in daily weight gain and final weight of the turkeys due to the concentration of RAC in the diet, coincides the reported by Rodger *et al.*,⁴ who found increase in daily weight gain as the level of ractopamine augmented in the diet from 0 to 11 and 22 ppm. Here, daily weight gain increased ($P > 0.05$) beginning with 5 ppm of RAC, which suggests that ractopamine could become feasible in turkeys' diet.

Rodger *et al.*⁴ also recorded a decrease in nutritional conversion due to RAC effect, in contrast to what was found here. Nevertheless, they used higher RAC levels (0, 11, 22 and 44 ppm) in contrast to the

hueso), muslo (con piel y hueso), pierna (con piel y hueso) y ala (con piel y hueso).

Con los pesos de las aves de cada corral se calculó el peso promedio-ave-corrall. Se estimó el consumo promedio de alimento-ave-corrall. La conversión alimentaria se calculó al dividir el consumo promedio de alimento-ave-corrall entre el peso promedio-ave-corrall.

El rendimiento de la canal se calculó como el porcentaje del peso de la canal con respecto del peso vivo. El rendimiento de cada uno de los cortes de la canal (pechuga sin hueso, pierna, ala y muslo) se calculó como el porcentaje del peso total de los cortes.

Los datos de las variables evaluadas se analizaron como un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 2×3 . Los factores considerados en el análisis fueron los dos niveles de proteína (22% y 24%) y los tres niveles de CLRP (0, 5 y 10 ppm). Para fines del análisis estadístico, cada corral se consideró como una unidad experimental y se tuvieron seis repeticiones por tratamiento. Se hicieron comparaciones entre medias cuando fue necesario con el método de mínima diferencia significativa. El análisis de varianza de los datos se realizó usando el programa estadístico STATGRAPHICS plus 4.1.⁸

Resultados

Se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$) en el peso final y la ganancia diaria de peso (Cuadro 2). Se observó que los pavos asignados a los tratamientos con CLRP tuvieron ganancias diarias de peso más altas y terminaron con 400 y 500 g más de peso al final del experimento ($P < 0.05$) que los pavos del tratamiento 0 ppm de CLRP.

En el peso final de los pavos se observó interacción significativa ($P < 0.07$) entre el nivel de PC y el de CLRP. La interacción hallada muestra que los pavos alimentados con la dieta con 24% de PC tuvieron pesos similares al final de la prueba (12.8, 12.8 y 12.9 kg para 0, 5 y 10 ppm, respectivamente), mientras que en los que recibieron dieta con 22% de PC, el peso final aumentó al incluir CLRP en la dieta (12.1, 13.0 y 13.0 kg, para 0, 5 y 10 ppm, respectivamente). Los resultados indican que no fue necesario incrementar de 22% a 24% el nivel de proteína en la dieta para obtener efecto favorable del fármaco en pavos de 14 semanas.

No se registraron diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$) en las demás variables de comportamiento productivo evaluadas.

Se encontró que el CLRP incrementó el peso del muslo ($P < 0.05$) y del ala ($P < 0.06$). Lo mismo se observó cuando se evaluó el porcentaje del peso del muslo con respecto al peso de los cortes. Sin embargo, no ocurrió lo mismo con el ala ($P > 0.05$). No hubo

Cuadro 2
EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LOS PAVOS
TREATMENT EFFECT ON TURKEY PERFORMANCE

<i>Factor</i>	<i>Level</i>	<i>Initial weight (kg)</i>	<i>Final weight*</i> <i>(kg)</i>	<i>Weight gain (kg/day)</i>	<i>Feed intake (kg/day)</i>	<i>Nutritional conversion (kg/kg)</i>
RAC	0	8.8	12.5 ^a	0.139 ^a	0.569	4.1
(ppm)	5	8.9	12.9 ^b	0.152 ^b	0.596	3.9
	10	8.9	13.0 ^b	0.156 ^b	0.588	3.8
SE		0.10	0.15	0.0043	0.0221	0.17
Cp	22	8.9	12.7	0.148	0.589	4.0
(%)	24	8.9	12.8	0.150	0.580	3.9
SE		0.84	0.12	0.0036	0.0180	0.14
Main effects and interactions						
Block		0.0005	0.0000	0.0004	0.0000	0.0002
CP		0.5466	0.4074	0.5705	0.7346	0.5910
RAC		0.7630	0.0517	0.0334	0.6810	0.5039
CP × RAC		0.2801	0.0667	0.1002	0.2142	0.7851

*Same letters are statistically similar.

ones used in this work (0, 5 and 10 ppm) and during a longer period (five weeks).

The interaction found here in regard to crude protein increase in the diet from 22% to 24%, does not coincide with the results of Rodger *et al.*,⁴ who recorded greater drug response on daily weight gain when they increased CP in the diet from 19% to 21% and 23%. Maybe it was due because the CP levels used in this work were similar to the highest levels of CP used by Rodger *et al.*⁴

In contrast to the recorded by Rodger *et al.*,⁹ this study did not found an effect ($P < 0.05$) of RAC level in the diet on carcass yield (77.4%, 77.6% and 78.6%, for 0, 5, and 10 ppm of RAC, respectively). Nevertheless, they found an effect on carcass yield while administering 11 and 22 ppm of ractopamine in the diet of 13 weeks old turkeys during 35 days (79%, 80% and 80.1% for 0, 11 and 22 ppm, respectively).

In regard to the results of Rodger *et al.*,⁹ even though they obtained increases of carcass yield with the use of RAC, they might not economically justify the use of ractopamine at higher levels than 10 ppm.

The increase in thigh and wing weight, and of thigh as total percentage of cuts, in RAC treatments coincide with the study of Rodger *et al.*⁹ Nevertheless, the lack of response of RAC level in the diet, on breast weight and breast as carcass percentage, neither did Rodger *et al.*⁹ observed it. These results are associated with the hypothesis of Shappell *et al.*,¹⁰ who state that ractopa-

efecto del nivel de PC y de CLRP sobre el rendimiento de pechuga ($P > 0.05$) (Cuadros 3 y 4).

Discusión

El incremento en la ganancia diaria de peso y el peso final de los pavos por el aumento de la concentración de CLRP en la dieta, coincide con el informe de Rodger *et al.*,⁴ quienes encontraron aumento en la ganancia diaria de peso conforme se incrementó el nivel de ractopamina en la dieta de 0 a 11 y 22 ppm. Aquí la ganancia diaria de peso se incrementó ($P > 0.05$) desde el nivel de 5 ppm de CLRP, lo que plantea la posibilidad de que en lo futuro la ractopamina sea viable en dietas para pavos.

Rodger *et al.*⁴ registraron también disminución en la conversión alimentaria por efecto del CLRP, a diferencia de lo encontrado aquí. Sin embargo, aquellos usaron niveles superiores de CLRP (0, 11, 22 y 44 ppm) en comparación con los que se usaron en este trabajo (0, 5 y 10 ppm) y durante un periodo más prolongado (cinco semanas).

La interacción hallada aquí con respecto al incremento de la proteína cruda de la dieta de 22% a 24%, no coincide con los resultados de Rodger *et al.*,⁴ quienes registraron mayor respuesta del fármaco sobre la ganancia diaria de peso cuando incrementaron la PC de la dieta de 19% a 21% y 23%. Quizá lo anterior se deba a que los niveles de PC en este trabajo son simi-

Cuadro 3								
CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE PAVOS ALIMENTADOS								
CON DIFERENTES NIVELES DE PC Y CLRP								
CARCASS TRAITS OF TURKEYS FED WITH DIFFERENT LEVELS OF CP AND RAC								
Factor	Level	Carcass	Carcass	Weight (kg)				
		weight (kg)	yield (%)	Breast	Thigh*	Leg	Wing*	Abdominal fat
RAC (ppm)	0	9.8	77.4	1.4	0.748 ^a	0.719	0.593 ^a	0.065
	5	10.0	77.6	1.3	0.793 ^b	0.732	0.589 ^b	0.049
	10	10.4	78.6	1.4	0.809 ^b	0.758	0.626 ^b	0.065
SE		0.20	0.61	0.04	0.017	0.016	0.012	0.006
CP (%)	22	10.1	77.8	1.4	0.786	0.731	0.600	0.063
	24	10.0	78.0	1.4	0.781	0.741	0.605	0.057
	SE	0.16	0.49	0.03	0.014	0.013	0.009	0.005
Main effects and interactions								
Block		0.0205	0.0152	0.0130	0.1073	0.1628	0.0966	0.0031
CP		0.7568	0.8286	0.6236	0.7663	0.6116	0.7032	0.3602
RAC		0.1748	0.3284	0.4098	0.0392	0.2417	0.0607	0.1314
CP × RAC		0.4021	0.5574	0.4316	0.6422	0.1230	0.4965	0.3155

* Same letters are statistically similar.

Cuadro 4							
RENDIMIENTO DE LOS CORTES DE LA CANAL DE PAVOS ALIMENTADOS							
CON DIFERENTES NIVELES DE PC Y CLRP							
CARCASS CUT YIELD OF TURKEYS FED WITH DIFFERENT LEVELS OF CP AND RAC							
Factor	Level	Cut weight *				Wing	Abdominal fat
		(kg)	Breast (%)	Thigh (%)	Leg (%)	(%)	(%)
RAC (ppm)	0	3.5	39.5	21.3	20.4	16.9	1.9
	5	3.5	38.3	22.6	20.9	16.8	1.4
	10	3.7	38.5	22.0	20.6	17.1	1.8
SE		0.07	0.48	0.26	0.29	0.27	0.17
CP (%)	22	3.6	40.0	22.0	20.4	16.8	1.8
	24	3.6	38.5	22.0	20.9	17.0	1.6
	SE	0.06	0.39	0.21	0.23	0.22	0.14
Main effects and interactions							
Block		0.1509	0.0025	0.5325	0.0002	0.7909	0.0017
CP		0.8157	0.4071	0.9783	0.2167	0.4408	0.3477
RAC		0.1657	0.1732	0.0054	0.5277	0.7893	0.1571
CP × RAC		0.2526	0.9552	0.6277	0.5839	0.8215	0.4311

Includes breast without bone, leg, thigh and wing.

mine in turkeys may not work directly on muscle cell beta-adrenergic receptors, but it stimulates changes in muscle through extramuscular effects as increase in blood flow and amino acid absorption. Based on that hypothesis, it could be suggested that the major effect of ractopamine on legs and wings, is given because these muscular regions receive more blood irrigation, due to the physical exercise they are subjected.¹¹

Results show that ractopamine increases daily weight gain and thigh and wing weight, with lower levels of RAC to the ones recorded by other authors. Nevertheless, it needs more research to determine in which point of the curve turkey growth is most convenient to initiate the use of ractopamine. Likewise, beginning with the hypothesis that ractopamine does not have an effect on muscle cell beta-adrenergic receptors; maybe it could be used longer than in pigs. In this context, it is necessary to evaluate ractopamine effect on meat quality and determine the minimum time of retirement to avoid carcass remains.

Referencias

1. SAGARPA. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de guajolote (pavo) en México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Coordinación General de Ganadería. [Serie en línea: 5 sept 2006; citado: 24 enero 2008] Disponible en: URL: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/estudio/sitpavo06.pdf>
2. MILLS SE, KISSEL J, BIDWELL CA, SMITH DJ. Stereoselectivity of porcine [beta]-adrenergic receptors for ractopamine stereoisomers. *J Anim Sci* 2003;81: 122-129.
3. SUMANO LH, OCAMPO CL, GUTIÉRREZ OL. Clenbuterol y otros β -agonistas, ¿una opción para la producción pecuaria o un riesgo para la salud pública? *Vet Méx* 2002;32:137-159.
4. RODGER H, WELLENREITER R, TONKINSON LV. Effect of ractopamine hydrochloride on growth performance of turkeys. *Poult Sci* 1990;69 Suppl 1:142.
5. SMITH DJ, FEIL VJ, HUWE JK, PAULSON GD. Metabolism and disposition of ractopamine hydrochloride by turkey poults. *Drug Metabol Dispos* 1993;21:624-633.
6. SMITH DJ, FEIL V J, PAULSON GD. Identification of turkey biliary metabolites of ractopamine hydrochloride and the metabolism and distribution of synthetic [¹⁴C]ractopamine glucuronides in the turkey. *Xenobiotica* 2000;30:427-440.
7. SMITH DJ, EHRENFRIED KM, DALIDOWICZ JD, TURBERG MP. Binding of ractopamine HCl to ocular tissues of cattle and turkeys *in vivo* and to melanin *in vitro*. *J Anim Sci* 2002;80:2931-2941.
8. STATISTICAL GRAPHICS CORP. STATGRAPHICS Plus for Windows 4.1, 1999.
9. Rodger H. Wellenreiter R, Tonkinson LV. Effect of ractopamine hydrochloride on carcass parameters of turkeys. *Poult Sci* 1990;69 Suppl 1:142.
10. SHAPPELL NW, FEIL VJ, SMITH DJ, LARSEN GL,

lares a los niveles más altos de PC usados por Rodger *et al.*⁴

Contrario a lo registrado por Rodger *et al.*,⁹ en este trabajo no se encontró efecto ($P < 0.05$) del nivel de CLRP en la dieta sobre el rendimiento de la canal (77.4%, 77.6% y 78.6%, para 0, 5 y 10 ppm de CLRP, respectivamente). Sin embargo, aquéllos hallaron efecto sobre el rendimiento de la canal al suministrar 11 y 22 ppm de ractopamina en la dieta de pavos de 13 semanas de edad durante 35 días (79%, 80% y 80.1% para 0, 11 y 22 ppm, respectivamente).

Respecto de los resultados de Rodger *et al.*,⁹ aunque ellos obtuvieron incrementos en el rendimiento de la canal con el uso de CLRP, tal vez no justifiquen económicamente el uso de ractopamina a niveles superiores a 10 ppm.

El aumento en el peso del muslo y ala, y del muslo como porcentaje del total de los cortes, en los tratamientos con CLRP coinciden con el trabajo de Rodger *et al.*⁹ Sin embargo, la falta de respuesta del nivel de CLRP en la dieta, sobre el peso de la pechuga y de la pechuga como porcentaje de la canal, tampoco lo observaron Rodger *et al.*⁹ Estos resultados están asociados con la hipótesis de Shappell *et al.*,¹⁰ quienes plantean que en pavos la ractopamina quizá no trabaja directamente sobre los receptores β -adrenérgicos de las células musculares, sino que estimula cambios en el músculo a través de efectos extramusculares como aumento del flujo sanguíneo y la absorción de aminoácidos. Con base en esa hipótesis, se podría sugerir que el mayor efecto de la ractopamina sobre piernas y alas, se debe a que estas regiones musculares reciben más irrigación sanguínea, debido al ejercicio físico a que son sometidas.¹¹

Los resultados indican que la ractopamina incrementa la ganancia diaria de peso y el peso de los muslos y las alas, con niveles más bajos de CLRP a los registrados por otros autores. Sin embargo, falta investigar para determinar en qué punto de la curva de crecimiento de los pavos es más conveniente empezar el uso ractopamina. Asimismo, partiendo de la hipótesis de que la ractopamina no actúa sobre los receptores β -adrenérgicos de las células musculares, tal vez pueda usarse por más tiempo que en los cerdos. En este contexto, es necesario evaluar el efecto de la ractopamina sobre la calidad de la carne y determinar el tiempo mínimo de retiro para evitar residuos en la canal.

MCFARLAND DC. Response of C2C12 mouse and turkey skeletal muscle cells to the beta-adrenergic agonist ractopamine. *J Anim Sci* 2000;78:699-708.

11. VELDKAMP T, FERKET PR, KWAKKEL RP, NIXEY C, NOORDHUIZEN JPTM. Interaction between ambient temperature and supplementation of synthetic amino acids on performance and carcass parameters in commercial male turkeys. *Poult Sci* 2000;79:1472-1477.