

Somatotropina recombinante en la finalización de cerdos en dos condiciones climáticas^a

Diego Braña Varela^b, Lourdes Ángeles^b, Rubén Loeza Limón^c, Alberto Ángeles Marín^c, José A. Cuarón Ibarquengoytia^b

RESUMEN

Braña VD, Angeles L, Loeza LR, Angeles MAA, Cuarón IJA. *Téc Pecu Méx* 2001;39(3):215-228. Se realizó un experimento para evaluar la respuesta productiva, las características de la canal y de la carne de cerdos tratados con somatotropina porcina (STp), en su interacción con el ambiente, al trabajar en dos localidades (templada y tropical). Se usaron 48 hembras y 48 machos castrados con un peso inicial de 53.8 ± 2.11 y final de 104.2 ± 1.7 kg. Sexo, localidad y la inyección o no de $3 \text{ mg cerdo}^{-1} \text{ día}^{-1}$ se usaron como factores (2^3) en un diseño completamente al azar. La STp redujo el consumo de alimento en 6 % (2.95 vs STp, 2.77 kg/día , $P < 0.005$), pero mejoró ($P < 0.001$) la ganancia de peso (0.82 vs STp, 0.94 kg/día). Los cerdos en la zona templada fueron más eficientes (0.317 vs 0.299 ; $P < 0.004$). Localidad y STp interactuaron en el peso de los 5 cortes primarios ($P < 0.02$): Los cerdos en la zona tropical tuvieron un incremento del 14 %, por efecto de STp, vs 7 % templado. El rendimiento de tejido magro libre de grasa, mejoró ($P < 0.001$) por efecto de STp (10 %). Una mayor temperatura (ambiente tropical) limitó la respuesta productiva, lo que sugiere la necesidad de revisar el impacto de la STp en la utilización de la energía. Es claro que la somatotropina es una herramienta útil para corregir los factores que previenen una mayor deposición de proteína o la eficiencia del proceso con cerdos en la etapa de finalización.

PALABRAS CLAVE: Cerdos, Somatotropina, Crecimiento magro.

INTRODUCCIÓN

En los cerdos, la eficiencia productiva está determinada principalmente por la proporción de nutrientes utilizados para la deposición de proteína o de grasa; esta distribución de los nutrientes, está

influenciada por el genotipo, sexo, estatus hormonal, etapa del crecimiento, así como por factores medioambientales como el manejo alimenticio y el clima^(1,2,3). Sin embargo, en los últimos 20 años se han desarrollado una serie de compuestos conocidos como modificadores del metabolismo, los cuales interactúan con todos los factores mencionados, permitiendo la deposición de una diferente proporción de tejidos en la canal; dentro de este grupo de compuestos, se encuentra la hormona somatotropina porcina de origen recombinante (STp)^(4,5).

^a Recibido el 24 de agosto de 2001 y aceptado para su publicación el 30 de octubre de 2001.

^b Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP - SAGARPA. Ajuchitlán, Qro. Méx. Cuarónj@fisio.inifap.conacyt.mx Correspondencia y solicitud de separatas al 5° autor.

^c Campo Experimental La Posta, INIFAP - SAGARPA.

Trabajo parcialmente financiado por Pitman Moore de México, ahora Schering Plough, y por el Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México A.C. (PAIEPEME).

Los efectos que típicamente se obtienen por la inyección diaria de 3 mg de STp, son incrementos promedio del 15 % en la ganancia de peso y del 30 % en la eficiencia alimenticia, esto a pesar de que su acción deprime el consumo voluntario de alimento en alrededor del 14 %^(6,7,8). Etherton *et al.*⁽⁷⁾ demostraron que con el uso de la STp se obtiene la mejor respuesta en la etapa de finalización, debido a que en dicha etapa, la energía consumida se destina en una proporción muy importante a la producción de tejido graso^(9,10). Así STp incrementa y reduce respectivamente, las proporciones de energía retenida como proteína y grasa en la canal⁽¹¹⁾. Esto hace que se mejore la eficiencia alimenticia, independientemente de que se eleve en un 12 % el gasto energético de mantenimiento⁽¹²⁾.

Se sabe que la temperatura es el principal factor ambiental que influye en el consumo voluntario en los cerdos, particularmente en aquéllos en la etapa de finalización^(1,13) y que es un factor crítico al alterar los costos energéticos de mantenimiento, ya que el animal gasta energía para incrementar o reducir la termogénesis, de forma que pueda mantener constante su temperatura corporal^(14,15).

Lo anterior, generó en el pasado una serie de planteamientos⁽¹⁶⁾, en los que se sostenía que los cerdos tratados con STp, no serían capaces de adaptarse a un ambiente cálido, ante esto, se realizaron una serie de experimentos, en los cuales se demostró lo contrario^(17,22); sin embargo, estos experimentos se realizaron en situaciones controladas de temperatura, utilizando cámaras climáticas con

variaciones de entre 2 y 8 °C, lo cual es diferente a la realidad del altiplano mexicano, en donde las variaciones llegan a más de 25 °C a lo largo del día vs las condiciones en los trópicos en las que la temperatura y humedad relativa son mucho más constantes⁽¹⁸⁾.

A pesar de que se acepta que la expresión productiva del animal está regulada en parte por la temperatura efectiva promedio^(14,19), también se ha demostrado que mientras mayor sea la amplitud en el rango de temperatura efectiva, mayor será el estrés ambiental, por lo que el animal pudiera no ser capaz de adaptarse rápidamente a esos cambios climáticos⁽²⁰⁾. Debido a esto, se han encontrado resultados diversos al trabajar con cerdos en diferentes condiciones climáticas^(18,21), por lo que se consideró que los resultados de experimentos en los que se ha evaluado la respuesta en cerdos en finalización, tratados con STp, bajo diferentes condiciones térmicas^(17,21), no son concluyentes.

El presente trabajo, fue diseñado para evaluar la respuesta productiva y las características de la canal de cerdos en finalización, tratados diariamente con STp y su interacción con el medio ambiente, tropical y templado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante los meses de febrero y abril, en dos localidades pertenecientes al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP - SAGARPA); el primero con clima templado, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en

SOMATOTROPINA PORCINA Y CONDICIONES CLIMÁTICAS

Fisiología y Mejoramiento Animal (CENID-Fisiología) ubicado en Ajuchitlán, Querétaro, a 2,100 msnm, clima BS1K' (w) semiseco templado con lluvias en verano, con precipitación anual media de 460 a 630 mm y temperatura media anual de 15 °C.⁽²³⁾ El sitio tropical fue el Campo Experimental "La Posta", ubicado en Paso del Toro, Veracruz, a 18 msnm, con clima Awo (tropical lluvioso, con lluvias en verano), precipitación anual media de 1,200 a 1,589 mm, y temperatura media anual de 26°C (22 a 37°C) y humedad relativa del 87%⁽¹⁸⁾.

En cada localidad se cuenta con granja de cerdos, mismos que tienen similar origen genético y que son descendientes del producto de la rotación en cruza no recíprocas entre Duroc x Landrace. Las instalaciones se uniformaron para tener iguales condiciones de espacio, comederos, aporte de agua y manejo.

En cada granja, se seleccionó un grupo de cerdos de edad similar, con un peso de 30 kg y la mitad de cada grupo fue transportada a la otra localidad. Posteriormente en cada granja, al llegar los animales a un peso promedio de 50 kg, se seleccionaron, en base a su comportamiento productivo previo, 48 animales, 24 de cada grupo de origen (templado o tropical), por lo que en el experimento se usaron 96 cerdos.

Para la distribución de los animales a los tratamientos, se consideró el sexo, la raza del padre y el origen geográfico; con lo cual se tuvieron en cada localidad 12 corrales con cuatro cerdos cada uno, cada corral tenía dos cerdos hijos de padre Duroc y dos de Landrace, y de estos uno era nacido en templado y el otro en trópico.

En cada localidad se tuvieron seis corrales de machos y seis de hembras, de los cuales, tres corrales de machos y tres de hembras fueron asignados al azar a uno de los dos tratamientos: inyección i.m. diaria de 0.6 ml de una solución que contenía 5 mg/ml de STp (equivalente a 3 mg de STp por cerdo por día); o la inyección diaria de 0.6 ml de solución salina fisiológica (testigo).

Durante el transcurso del experimento, todos los animales fueron pesados individualmente desde el inicio y posteriormente cada dos semanas, hasta que el grupo de cerdos de cada corral alcanzó 105 kg de peso promedio, lo que en general ocurrió a los 57 días de iniciada la prueba.

Durante todo el experimento se utilizó una sola dieta, basada en sorgo y pasta de soya (Cuadro 1), la cual se calculó para aportar 3.20 Mcal de energía metabolizable, 16 % de proteína cruda y 0.71 % de lisina digestible por kilogramo. Las vitaminas y minerales se incluyeron para exceder cuando menos, en un 15 % las recomendaciones del NRC⁽²⁴⁾. Todos los ingredientes utilizados en la elaboración de la dieta, provinieron de un mismo lote y una vez mezclados, se distribuyeron a las dos localidades. Los animales fueron alimentados una vez al día, permitiendo un consumo *ad libitum*, el cual fue medido en función de los rechazos del día siguiente.

Cuando los animales alcanzaron el peso de sacrificio, se les retiró el alimento por un periodo de 16 h, luego del cual fueron trasladados a un rastro y empacadora comercial, donde fueron pesados indivi-

Cuadro 1. Composición de la dieta experimental, utilizada durante todo el experimento y producida en una sola localidad.

Ingrediente	Porcentaje de inclusión
Sorgo	73.10
Soya	20.50
Melaza de caña	3.00
Sebo	1.34
Ortofosfato	1.03
Carbonato de calcio	0.84
Sal	0.35
Vitaminas ^a	0.12
L-Lisina	0.09
Minerales ^b	0.05
L-Treonina	0.02

^a Premezcla en base a 100 % de materia seca: Vit A 6,300 UI/g; Vit E 50 UI/g; riboflavina 1,100 mg/kg; Vit B12 18 mg/kg; niacina 2,700 mg/kg; Vit D 630 UI/g; colina 175,000 mg/kg; ácido pantoténico 6,576 ppm.

^b Premezcla en base a 100 % de materia seca: Cu 22,500 ppm; Se 25 ppm; Fe 25,500 ppm; Co 215 ppm; Na 250.2 g; K 0.3 g; Mn 5,710 ppm; Z 28,500 ppm; I 100 ppm.

dualmente (peso vacío) y sacrificados por electrocución y desangrado. Se pesaron las canales (incluyendo cabeza, patas y piel), así como el hígado y el corazón. Posteriormente, las canales fueron refrigeradas durante 24 h hasta una temperatura constante de 4 °C y pesadas nuevamente para obtener el peso frío. Las mediciones de la canal fueron: la grasa dorsal en la línea media (a la altura de la 1^a, 10^a y última costillas y en la última vértebra lumbar), el largo de la canal (desde el borde anterior de la primera costilla, hasta el borde posterior de la sínfisis púbica) y el área del ojo de la chuleta, con una gradilla transparente, a la altura de la décima costilla.

Las canales se calificaron por su conformación, utilizando una escala subjetiva (siendo 1 delgada y 5 muy musculosa); la

cara expuesta del músculo *longissimus dorsi*, se evaluó utilizando una escala similar para color (siendo 1 pálido y 5 oscuro); el marmoleo y la firmeza del mismo corte, se juzgaron con una escala del 1 al 3 (siendo 1 suave o ausente de marmoleo). Los criterios subjetivos fueron aplicados por la misma persona en ambas localidades y fueron similares a los recomendados por el National Pork Producers Council (25).

Los datos obtenidos de las mediciones en la canal fueron utilizados para calcular: rendimiento de la canal en porcentaje (peso de la canal caliente / peso de sacrificio); grasa dorsal promedio (utilizando las mediciones de la primera, décima y última costilla, así como la de la última vértebra lumbar); rendimiento de cortes primarios (jamón, espaldilla, lomo con hueso, cabeza

SOMATOTROPINA PORCINA Y CONDICIONES CLIMÁTICAS

del lomo y tocino), como se describen los cortes según la National Association of Meat Purveyors⁽²⁶⁾ y calculados según la ecuación de la Norma mexicana de clasificación de canales de cerdo NMX-FF-81-1993-SCFI⁽²⁷⁾; el tejido magro libre de grasa, se estimó de acuerdo a la ecuación descrita en el manual del National Pork Producers Council⁽²⁸⁾.

Los datos de ganancia de peso y las características de la canal fueron analizados estadísticamente, considerando los datos de cada cerdo como la unidad experimental, mientras que el consumo de alimento y la eficiencia alimenticia fueron analizados usando el corral (con cuatro animales) como la unidad experimental. Todos los datos fueron analizados conforme a un modelo completamente al azar, donde el tratamiento (inyección o no de STp), sexo (hembras o machos castrados) y localidad (templado o tropical), fueron incluidos en el modelo como factores. Los análisis estadísticos se realizaron con la

rutina de modelos lineales generales de SAS⁽²⁹⁾. Las comparaciones planeadas fueron aquéllas asociadas a los efectos mayores y sus interacciones.

RESULTADOS

El peso promedio inicial de los animales fue de 53.8 ± 2.11 kg y no difirió ($P > 0.3$) entre tratamientos, sexos o localidades (Cuadro 2). El consumo diario de alimento (CDA) y la ganancia diaria de peso (GDP) fueron modificados por la inyección de STp y el género de los animales. La STp redujo el CDA en 6 % con relación al grupo que recibió la solución salina ($P < 0.005$), mientras que la hembras consumieron 9 % menos que los machos ($P < 0.001$).

Respecto a la GDP, se encontraron dos interacciones, una entre el sexo y la localidad ($P < 0.035$) y la otra entre el tratamiento, el sexo y la localidad ($P < 0.028$). Estas interacciones se debieron

Cuadro 2. Medias mínimo cuadráticas del comportamiento productivo de cerdos tratados con somatotropina en dos ambientes climáticos

	Solución salina				Somatotropina				Media	EE	Efectos significativos
	Hembras		Machos		Hembras		Machos				
	Tem	Tro	Tem	Tro	Tem	Tro	Tem	Tro			
Peso inicial, kg	56.1	51.3	56.2	51.6	54.5	52.9	56.4	51.0	53.7	2.1	
Peso final, kg	98.9	96.9	104.1	104.3	102.8	108.5	110.4	108.7	104.2	2.1	T** S**
CDA, kg	2.70	2.85	3.10	3.16	2.57	2.77	2.91	2.84	2.86	0.13	T** S**
GDP, kg	775	746	887	863	869	898	1,078	924	880	48	T** S** SxL* TxSxL*
Eficiencia	0.28	0.26	0.28	0.27	0.33	0.32	0.37	0.32	0.30	0.01	T** L** S* TxSxL*

Tem=templado; Tro=tropical

T=Tratamiento; S=Sexo; L=Localidad

* $P < 0.10$; ** $P < 0.01$.

CDA= consumo diario de alimento; GDP= ganancia diaria promedio.

a que las hembras en clima templado, tuvieron una menor magnitud de respuesta a la hormona, siendo 4 % mayor la ganancia de las hembras inyectadas con STp en la localidad tropical; a la inversa, la menor respuesta en los machos castrados, fue la de aquéllos en clima tropical, mientras que los machos tratados con STp en clima templado tuvieron la mayor magnitud de respuesta con respecto al control (21.4 % vs 7.1 %). Al analizar los efectos mayores, STp mejoró la GDP en 15 % ($P < 0.001$), y los machos fueron superiores a las hembras (12 %; $P < 0.001$).

La eficiencia alimenticia, mostró una triple interacción ($P < 0.10$), entre la aplicación de STp, el sexo y la localidad, lo que fue consecuencia de la mayor magnitud de respuesta de los machos castrados que fueron tratados con STp en la localidad templada. Al analizar los efectos mayores,

el de la hormona fue un incremento del 22 % en la eficiencia ($P < 0.001$), por efecto del sexo, fueron 3 % más eficientes los machos ($P < 0.005$) y de localidad fueron 6.6 % mejores los engordados en templado ($P < 0.001$).

El experimento finalizó cuando los animales llegaron a un peso promedio en el corral, de 104.2 ± 1.7 kg. El peso vacío (i.e., con 24 horas de dieta), fue mayor en los animales tratados con STp (101.7 vs 96.5 kg; $P < 0.006$), y en los machos (96.7 vs 101.4 kg; $P < 0.02$) y lo mismo ocurrió con el peso de la canal caliente (Cuadro 3), no hubo diferencias en el rendimiento de la canal ($P > 0.20$); pero, sí las hubo en el peso del corazón y del hígado, mismos que aumentaron 13 y 21 % respectivamente, por efecto de STp ($P < 0.001$).

La grasa dorsal, promedio de cuatro mediciones sobre la línea media, así como

Cuadro 3. Medias mínimo cuadráticas del rendimiento al sacrificio y peso de las vísceras de cerdos tratados con somatotropina, durante la etapa de finalización en dos ambientes climáticos

	Solución Salina				Somatotropina				Media	EE	Efectos significativos
	Hembras		Machos		Hembras		Machos				
	Tem	Tro	Tem	Tro	Tem	Tro	Tem	Tro			
Canal caliente, kg	74.5	76.2	78.8	80.2	83.1	77.0	82.9	83.3	79.5	1.8	T** S** TxL*
Rendimiento en canal, %	80.5	81.0	79.1	80.4	80.3	79.5	80.2	80.8	80.2	0.7	
Peso del corazón, kg	0.38	0.35	0.39	0.40	0.41	0.43	0.44	0.45	0.40	0.02	T*** S**
Peso del hígado, kg	1.77	1.73	1.78	1.67	2.03	2.15	2.23	2.02	1.92	0.70	T***

Tem= templado; Tro=trópico

T = Tratamiento; S = Sexo; L = Localidad

* $P < 0.10$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$

SOMATOTROPINA PORCINA Y CONDICIONES CLIMÁTICAS

el peso del unto, mostraron una marcada reducción (17 y 27 % respectivamente) por efecto de STp ($P < 0.001$; Cuadro 4); la grasa dorsal no varió entre localidades, pero en las hembras fue 14 % menor ($P < 0.003$). El peso del unto, en templado fue 19 % menor ($P < 0.001$); e interactuaron sexo y STp ($P < 0.03$), debido a la mayor reducción en los machos castrados (33 %) que en las hembras (20 %).

El área del ojo de la chuleta respondió a los efectos de STp, sexo y localidad ($P < 0.001$), siendo mayor el área de los animales tratados con STp (24 %), de las hembras (10 %) y en los animales engordados en la zona templada (24 %, $P < 0.001$). En el largo de la canal no se encontraron diferencias ($P < 0.30$).

El rendimiento medido de los 5 cortes primarios (pierna, espaldilla o pulpa, lomo con hueso, cabeza del lomo y tocino), mostró los efectos de tratamiento ($P < 0.001$;

Cuadro 5) y sexo ($P < 0.03$). Además se manifestó una interacción entre el tratamiento y la localidad; la inyección con STp produjo una mayor respuesta en los animales del trópico, incrementando en 16 % los kilogramos de cortes, contra un 7.5 % en templado ($P < 0.02$). Además interactuó el sexo con la localidad, dado que en templado los machos expresaron una mayor respuesta ($P < 0.02$).

Al estimar el porcentaje de cortes primarios, se observó una gran concordancia (98.4 %) entre los datos estimados y los reales. Al calcular el porcentaje de cortes primarios en la canal en relación al peso de la canal fría sin cabeza y el porcentaje de tejido magro libre de grasa, se notó un incremento del 10 % en los animales tratados con STp ($P < 0.001$), siendo sobresaliente la interacción entre el tratamiento y la localidad, ya que los animales que recibieron la hormonoterapia en trópico incrementaron en 14 % el

Cuadro 4. Medias mínimo cuadráticas de mediciones hechas directamente en la canal de cerdos tratados con somatotropina, durante la etapa de finalización en dos ambientes climáticos

	Solución Salina				Somatotropina				Media	EE	Efectos significativos
	Hembras		Machos		Hembras		Machos				
	Tem	Tro	Tem	Tro	Tem	Tro	Tem	Tro			
Grasa dorsal promedio, cm	2.74	2.82	3.17	3.40	2.33	2.42	2.52	2.74	2.77	0.18	T** S*
Peso del unto, kg	1.32	1.57	1.65	2.00	0.97	1.34	1.14	1.31	1.42	1.11	T** S** L** TxS*
Área del ojo de la chuleta, cm	32.0	25.7	29.6	21.7	38.3	32.0	35.4	29.3	30.5	1.27	T** S** L**
Largo de canal, cm	83.3	83.3	85.7	83.9	85.0	85.0	86.1	84.7	84.5	1.42	

Tem=templado; Tro=trópico

* $P < 0.05$; ** $P < 0.001$;

T=Tratamiento; S=Sexo; L=Localidad

Cuadro 5. Medias mínimo cuadráticas de las estimaciones hechas a partir de los datos de la canal de cerdos tratados con somatotropina, durante la etapa de finalización en dos ambientes climáticos

	Solución Salina				Somatotropina				Media	EE	Efectos	significativos
	Hembras		Machos		Hembras		Machos					
	Tem	Tro	Tem	Tro	Tem	Tro	Tem	Tro				
Cortes primarios producidos ^a , kg	39.5	38.3	41.0	39.0	41.6	44.6	44.6	43.5	41.5	0.64	T***	S* TxL* SxL*
Estimado de cortes primarios ^b , kg	40.0	39.3	40.7	40.2	41.7	43.8	43.9	42.9	41.6	0.75		T**
Cortes primarios en la canal ^c , %	58.1	57.9	56.3	55.2	60.6	61.2	59.9	58.6	58.5	0.90		T*** S**
Magro libre de grasa ^d , %	58.7	59.2	56.4	56.3	61.2	59.9	59.9	58.3	58.8	1.09		T*** S***

Tem=templado; Tro=tropico

^a Medido individualmente, como la suma de jamón, espaldilla, lomo con hueso, cabeza del lomo y tocino.^bSegún la ecuación de la Norma Mexicana de clasificación de canales de cerdo.^cCalculado como porcentaje de la canal fría sin cabeza.^dRespecto de la canal caliente con cabeza y patas, según NPPC(28).* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$

T=Tratamiento; S=Sexo; L=Localidad

rendimiento de cortes ($P < 0.02$), mientras que en templado el impacto fue del 7 %. Al igual que en los kilogramos de cortes producidos, en el porcentaje de cortes interactuó la localidad con el sexo, siendo los machos en templado más productivos que las hembras, y no existiendo diferencias entre los de trópico ($P < 0.02$).

En cuanto a las evaluaciones subjetivas de la canal (Cuadro 6) en todas las variables se tuvo un efecto de localidad ($P < 0.001$) y para marmoleo además se tuvo una triple interacción entre el tratamiento, la localidad y el sexo ($P < 0.03$), debido a que en los controles no hay diferencia por localidad entre las hembras, pero los machos de trópico depositan 61 % menos grasa que los de templado; cuando se utilizó STp, la

diferencia por localidad entre machos se mantiene y el marmoleo de las hembras en trópico es 9 % menor que las de templado.

DISCUSIÓN

Comportamiento productivo

Los resultados confirman que el consumo de alimento se reduce (6 %); sin embargo, la magnitud fue de entre el 40 y 60 % de lo encontrado por otros autores en condiciones similares de dosificación y concentración de la hormona (7,8,30); posiblemente este efecto se deba a la diferente densidad de nutrientes en la dieta, ya que en dichos trabajos, la concentración de proteína y lisina, excedieron a las utilizadas en este ensayo en un 12.5 y

SOMATOTROPINA PORCINA Y CONDICIONES CLIMÁTICAS

Cuadro 6. Medias mínimo cuadráticas de las evaluaciones subjetivas de la carne de cerdos tratados con somatotropina, durante la etapa de finalización en dos ambientes climáticos

	Solución Salina				Somatotropina				Prom Gral.	EE	Efectos significativos
	Hembras		Machos		Hembras		Machos				
	Tem	Tro	Tem	Tro	Tem	Tro	Tem	Tro			
Marmoleo	1.9	1.9	2.5	1.5	1.6	1.4	2.1	1.3	1.8	0.1	T** L* TxSxL**
Muscularidad	2.1	1.2	2.1	1.3	1.9	1.6	2.3	1.7	1.8	0.1	L***
Color	2.6	2.2	2.7	2.2	2.9	2.3	2.8	2.2	2.5	0.2	L***
Firmeza	2.0	1.8	2.5	1.7	2.3	2.0	2.0	1.9	2.0	0.1	L**

Tem=templado; Tro=trópico

*P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001

T=Tratamiento; S=Sexo; L=Localidad

41.5 % respectivamente. A pesar de que generalmente es aceptado que los cerdos en finalización son incapaces de compensar el CDA en ambientes cálidos^(13,20,31), las diferencias por localidad no fueron significativas. Como normalmente ocurre⁽³²⁾, las hembras consumieron y ganaron 9 y 12 % menos que los machos castrados, independientemente de la localidad y STp.

El incremento en la ganancia diaria de peso resultó ser idéntico (15 %) al de otros trabajos en donde los cerdos recibieron STp en dosificaciones de 25 a 30 mg/kg de peso^(8,12,30), lo que se explica en función de los efectos del consumo diario de alimento; los machos tienen un mayor consumo que las hembras (lo cual sí se expresó en templado), pero en el trópico el mayor consumo esperado en los machos posiblemente no se dio, debido al incremento calórico; en las hembras, dados sus menores consumos de alimento, la diferencia no se mostró. Lo anterior pudiera tener repercusiones al momento

de planear la estrategia de uso de la hormona, particularmente en explotaciones donde se lleve un sistema de engorda con sexos separados.

Las interacciones para GDP no concuerdan con lo encontrado por Becker *et al.*^(17 22), quienes, con una dosis y pesos similares no encontraron diferencias por efecto de la hormona, sólo por el ambiente, probablemente debido a la dieta utilizada, la cual contenía un nivel de energía metabolizable de 3.35 Mcal/kg vs 3.20 Mcal utilizadas en este trabajo, y que debió haber jugado un papel preponderante al reducir 24 % el CDA a temperaturas de 27 a 35 °C; además únicamente trabajaron con machos castrados.

La eficiencia alimenticia se mejoró en 22 % por efecto de STp, lo cual concuerda con reportes anteriores^(8,12,30), además, se encontró una triple interacción entre tratamiento, sexo y localidad. Esto pudo deberse por un lado a la menor eficiencia en el uso de la energía que se tiene en

ambientes tropicales debido a un mayor gasto por termorregulación (*i.e.*, incrementos superiores al 50 % en la tasa respiratoria y de hasta 1.3 °C en la temperatura rectal^(33,13,17) y por ende a una menor disponibilidad de energía neta, lo cual pudiera haber impedido que en el ambiente tropical se expresara el potencial acumulado por efecto de la hormona, mismo que sí lograron expresar los machos en la zona templada.

Características de la canal

El incremento en el gasto energético de mantenimiento por el uso de STp, está asociado en parte, al incremento de hasta un 60 % en la tasa de recambio proteico⁽³⁴⁾, al aumento de las masas musculares, y además, a un mayor tamaño de las vísceras; la STp exógena, provoca una hiperplasia en hígado, riñón, corazón y pulmones^(7,11), razón por la cual se consideró que el mayor tamaño visceral pudiera ser un factor muy importante cuando los animales son sometidos a condiciones de estrés térmico; sin embargo, a pesar de las diferencias encontradas en los pesos del hígado y corazón por efecto del tratamiento, no se observó ningún efecto de localidad.

En contraste con reportes previos^(4,11,35), no se encontraron diferencias en el rendimiento de la canal por efecto de localidad ($P > 0.20$); esto se pudiera deber a que generalmente los principales cambios observados por la temperatura en las características de la canal, se relacionan con ambientes fríos (canales más cortas y con menor rendimiento debido al incremento de tamaño de las masas viscerales⁽³⁵⁾ y no con ambientes tropicales

o cálidos donde el cambio más común es la diferente distribución de la grasa, favoreciendo un aumento en el peso del unto^(13,14).

La menor deposición de grasa en respuesta a STp, se explica principalmente por una reducción en la lipogénesis, más que por un efecto de lipólisis^(6,36). En este experimento, el tratamiento redujo la grasa dorsal y el peso del unto; esto explica en parte la mayor eficiencia alimenticia de los animales tratados con STp, principalmente en los machos castrados, ya que se redujo la proporción de energía, retenida en forma de grasa^(4,5). Esto, dependiendo de las condiciones de mercado, pudiera permitir incrementar el peso al sacrificio, sin demérito del pago por calidad de la canal^(37,38).

Los datos obtenidos acerca de la grasa que los animales depositaron en la canal (peso del unto, grasa dorsal y marmoleo), el crecimiento del tejido magro (expresado como área del ojo de la chuleta) y la eficiencia alimenticia, nos conducen a pensar que, independientemente de la mayor variación en la temperatura del altiplano, la temperatura promedio alta (*i.e.* ambiente tropical) fue más importante, en modificar el metabolismo, reduciendo así la eficiencia productiva^(4,31).

La aplicación de STp en dosis entre 25 y 50 mg por kilogramo de peso, provoca incrementos lineales de 30 a 64% en la tasa de deposición diaria de proteína^(12,30). Sin embargo, los efectos en el área del ojo de la chuleta no son constantes, variando entre 3 y 30 %; esto pudiera ser provocado por diferencias en el peso de los animales

al iniciar el tratamiento. En este trabajo, dado que los animales iniciaron a un peso de casi 54 kg, los efectos benéficos de STp se expresaron en el crecimiento de la masa muscular, al aumentar en 24 % el área del ojo de la chuleta.

Si se considera que las hembras tienen un mayor potencial de crecimiento magro que los machos castrados^(39,40), se puede afirmar entonces que sin importar el potencial de crecimiento magro de los animales, el efecto del tratamiento se presentó, lo cual concuerda con observaciones previas^(11,41).

En cuanto a las evaluaciones subjetivas de la canal, no se encontró ningún demérito por el uso de STp, ya que la carne permaneció inalterada en firmeza, color y apariencia general; resultados similares han sido descritos previamente^(4,35). Las diferencias asociadas a localidad, son intrascendentes y se pudieran atribuir a las diferencias entre rastros (temperatura en la línea de proceso y a la velocidad de enfriamiento en la canal⁽³⁷⁾).

Dado que el estatus nutricional juega un papel crítico en el mantenimiento de un estado metabólico en el que el animal pueda responder a un modificador metabólico externo⁽⁴²⁾, los resultados de este estudio, al ser comparados con los de otros autores^(9,11,30,43), nos hacen suponer que probablemente la magnitud de respuesta se encontraba cercana al máximo, esto debido a los incrementos logrados no sólo en el comportamiento productivo (GDP y eficiencia alimenticia), sino en las variables relacionadas con el metabolismo proteico (área del ojo de la chuleta, cortes primarios, porcentaje de

magro y peso del hígado), así como aquéllas relacionadas con el de las grasas (grasa dorsal y peso del unto). Sin embargo, los consumos de lisina se encontraban entre el 60 al 75 % (20.3 g 1 cerdo $^{-1}$ día $^{-1}$) de lo que algunos autores citan como mínimo necesario para maximizar la respuesta^(38,43). Lo que confirma que la utilización práctica de STp, dependerá de la estrategia alimenticia que se siga⁽⁴⁴⁾.

CONCLUSIONES

Independientemente de la mayor variación en la temperatura del altiplano, la temperatura promedio alta fue más trascendente, al modificar el metabolismo y reducir la eficiencia productiva de los animales en el trópico. Sin embargo, los efectos de la elevada temperatura ambiente, aunados al incremento en la tasa metabólica por el uso de STp, no comprometieron la respuesta productiva del animal. Los efectos sobre el comportamiento productivo y las características de la canal por el uso de STp se presentaron, a pesar de las variaciones ambientales o del sexo y por ende, del potencial de crecimiento magro. Dadas las interacciones por la aplicación de la hormona con el ambiente y el sexo, la adecuada utilización práctica de STp, estará fuertemente influenciada por la estrategia alimenticia que se siga, lo que podrá ser una herramienta que permitirá incrementar el peso de sacrificio, sin demérito de la canal o de la calidad de la carne. En suma, el uso de la somatotropina en México es factible por el potencial de aumento en la producción y productividad de las explotaciones de cerdos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece especialmente a los Drs. Alberto Robles y Patrick Moore, por el soporte técnico y todos los apoyos, sin los cuales no hubiera sido posible la realización del presente trabajo.

RECOMBINANT SOMATOTROPIN FOR FINISHING SWINE UNDER DIFFERENT CLIMATIC CONDITIONS

ABSTRACT

Braña VD, Angeles L, Loeza LR, Angeles MAA, Cuarón IJA. *Téc Pecú Méx* 2001;39(3):215-228. A total of 48 gilts and 48 barrows were used to measure the effects on productive performance, carcass characteristics and meat quality in pigs exposed to different environments (temperate or tropical). Pigs were treated or not with exogenous recombinant porcine Somatotropin (STp, 3 mg pig⁻¹ × d⁻¹). Treatment, Location and Sex were considered as factors in a 2³ factorial arrangement of a completely randomized design. Pigs initial weight was 53.8 ± 2.11 kg, and performance was followed upon an average body weight of 104.2 ± 1.7 kg. Somatotropin reduced feed intake by 6 % (2.95 vs STp, 2.77 kg·d⁻¹, *P* < 0.005), but improved growth rate (0.82 vs STp, 0.94 kg·d⁻¹; *P* < 0.001). Efficiency of feed utilization was greater for pigs in the temperate environment (temperate, 0.317 vs 0.299; *P* < 0.004). Location and STp interacted for the yield of 5 primal cuts (*P* < 0.02): The STp effect was greater under tropical conditions (+ 14 %) than under the temperate environment (+ 7 %). Fat free lean tissue was increased by STp (10 %, *P* < 0.001). A higher environmental temperature (*i.e.*, tropical) is an important limitation of the productive response. However, the STp effects (to a lesser extent than in tropical) were noticed. It is suggested that STp effects on energy utilization should be considered in the promotion of muscular protein synthesis. It was clear that STp is a useful tool to correct factors that prevent greater protein deposition or the efficiency of the process in finishing pigs.

KEY WORDS: Finishing pigs, Somatotropin, Lean growth.

LITERATURA CITADA

1. Carrol JA, Buonomo FC, Becker BA, Matteri RL. Interactions between environmental temperature and porcine growth hormone (pGH) treatment in neonatal pigs. *Domest Anim Endocrinol* 1999;16(2):103-113.
2. Claus R, Weiler U. Endocrine regulation of growth and metabolism in the pig: a review. *Livest Prod Sci* 1994;(37):245-260.
3. Barb CR, Yan X, Azain MJ, Kraeling RR, Rampacek GB, Ramsay TG. Recombinant porcine leptin reduces feed intake and stimulates growth hormone secretion in swine. *Domest Anim Endocrinol* 1998;15(1):77-86.
4. NRC. National Research Council. *Metabolic Modifiers: Effects on the nutrient requirements of food-producing animals*. USA: National Academy of Sciences Press; 1994.
5. Bell AW, Bauman DE, Beermann DH, Harrel RJ. Nutrition, development and efficacy of growth modifiers in livestock species. *J Nutr* 1998;128 (Suppl 1):360S-363S.
6. Machlin LJ. Effect of porcine growth hormone on growth and carcass composition of the pig. *J Anim Sci* 1972;35(4):792-800.
7. Etherton TD, Wiggins JP, Evock CM, Chung CS, Rebhun JF, Walton PE, Steele NC. Stimulation of pig growth performance by porcine growth hormone: determination of the dose-response relationship. *J Anim Sci* 1987;64:433-433.
8. McLaren DG, Bechtel PJ, Grebner GL, Novakofski J, McKeith FK, Jones RW, Dalrymple RH, Easter RA. Dose response in growth of pigs injected daily with porcine somatotropin from 57 to 103 kilograms. *J Anim Sci* 1990;68:640-651.
9. Thiel LF, Beermann DH, Krick BJ, Boyd RD. Dose-dependent effects of exogenous porcine somatotropin on the yield, distribution, and proximate composition of carcass tissues in growing pigs. *J Anim Sci* 1993;71:827-835.
10. Reeds PJ, Burrin DG, Davis TA, Fiorotto MA, Mersman MJ, Pond WG. Growth regulation with particular reference to the pig. In: Hollis GR editor. *Growth of the pig*. 1st ed. Urbana, Illinois, USA: CAB International; 1994:1-30.
11. Campbell RG, Johnson RJ, King RH, Taverner MR. Effects of gender and genotype on the response of

SOMATOTROPINA PORCINA Y CONDICIONES CLIMÁTICAS

- growing pigs to exogenous administration of porcine growth hormone. *J Anim Sci* 1990;68:2674-2681.
12. Verstegen MW, van der Hel W, Henken AM, Huisman J, Kanis E, van der Wal P, van Weerden EJ. Effect of exogenous porcine somatotropin administration on nitrogen and energy metabolism in three genotypes of pigs. *J Anim Sci* 1990;68:1008-1016.
 13. Christon R. The effect of tropical ambient temperature on growth and metabolism in pigs. *J Anim Sci* 1988;66:3112-3123.
 14. Stahly TS, Cromwell GL. Effect of environmental temperature and dietary fat supplementation on the performance and carcass characteristics of growing and finishing swine. *J Anim Sci* 1979;49(6):1478-1488.
 15. Jessop NS. Aspects of cellular energetics. In: D'Mello JPF editor. *Farm animal metabolism and nutrition*. 1st ed. Wallingford, Oxon, U.K.: CABI Publishing 2000:149-160.
 16. Curtis SE. Potential side-effects of exogenous somatotropin in pigs. In: *Proceedings international symposium biotechnology for control of growth and product quality in swine: Implications and acceptability*. December 12 to 14 1988, Wageningen, The Netherlands. 1989
 17. Becker BA, Knight CD, Veenhuizen JJ, Jesse GW, Hedrick HB, Baile CA. Performance, carcass composition, and blood hormones and metabolites of finishing pigs treated with porcine somatotropin in hot and cold environments. *J Anim Sci* 1993;71:2375-2387.
 18. Alvarez ML, Loeza RC, Cuarón JAI. Niveles de energía y proteína en raciones para cerdos en desarrollo. 1. Influencia del medio ambiente y valor de incremento calórico. *Téc Pecú Méx* 1985; 49:29-41.
 19. Henry Yves. Recent developments in pig production systems: effects on carcass and meat quality. *Proceedings international workshop on the certification system for agroindustrial products and their quality: Fresh meat (bovine and pork) Cariplo Foundation for Scientific Research*. Cremona, Italia; 1992.
 20. Forcada MF. *Alojamientos para ganado porcino*. 1^a ed. Zaragoza, España: Mira Editores; 1997.
 21. Cervantes LJ. Crecimiento y composición corporal de cerdos alimentados con dietas ricas en melaza en dos zonas climáticas [tesis maestría]. Cuautitlán Izcalli, Edo. de México. Universidad Nacional Autónoma de México; 1991.
 22. Becker BA, Knight CD, Buonomo FC, Jesse GW, Hedrick HB, Baile CA. Effect of hot environment on performance, carcass characteristics, blood hormones and metabolites of pigs treated with porcine somatotropin. *J Anim Sci* 1992;70:2732-2741.
 23. INEGI. Instituto Nacional de Estadísticas Geografía e Informática. Página WEB: <http://www.inegi.gob.mx> información geográfica por entidad federativa. 2001.
 24. NRC. National Research Council. *Nutrient requirements of swine*. 10th ed. Washington, DC, USA: National Academy Press; 1998.
 25. NPPC. *Procedures to evaluate market hogs*. 2a. ed. revised. USA National Pork Producers Council. 1988.
 26. NAMP. National Association of Meat Purveyors. *The meat buyers guide*. 7^a ed. McLean, Virginia, USA. Litho USA; 1986.
 27. Norma mexicana para la evaluación de la carne de cerdo en canal. NMX-FF-81-1993-SCFI. *Diario Oficial de la Federación*. Tomo CDLXXVII No. 7. 1993.
 28. NPPC. *Fat-Free: Lean predictions equations, 1999 Results*. USA National Pork Producers Council; 1999.
 29. SAS. *Statistical Analysis System. SAS for Windows (Release 6.12)*. SAS Inst. Inc. Cary, North Carolina. 1996.
 30. McNamara JP, Brekke CJ, Jones RW, Dalrymple RH. Recombinant porcine somatotropin alters performance and carcass characteristics of heavyweight swine and swine fed alternative feedstuffs. *J Anim Sci* 1991;69:2273-2281.
 31. Serres H. *Manual of pig production in the tropics*. C.A.B. International 1996:16-34.
 32. Clapper JA, Clark TM, Rempel LA. Serum concentrations of IGF-1, estradiol 17-B, testosterone, and relative amounts of IGF binding proteins (IGFBP) in growing boars, barrows, and gilts. *J Anim Sci* 2000;78:2581-2588.
 33. Stahly TS, Cromwell GL, Aviotti MP. The effect of environmental temperature and dietary lysine source and level on the performance and carcass characteristics of growing swine. *J Anim Sci* 1979;49(5):1242-1251.
 34. Thomas FM, Campbell RG, King RH, Johnson RJ, Chandler CS, Taverner MR. Growth hormone increases whole-body protein turnover in growing pigs. *J Anim Sci* 1992;70:3138-3143.
 35. Lefaucheur L, Dividich J, Le-Mouroit J, Monin G, Ecolan P, Krauss D. Influence of environmental temperature on growth, muscle and adipose tissue metabolism, and meat quality in swine. *J Anim Sci* 1991;69:2844-2854.
 36. Lee KC, Azain MJ, Hausman DB, Ramsay TG. Somatotropin and adipose tissue metabolism: substrate and temporal effects. *J Anim Sci* 2000;78:1236-1246.

37. Cisneros F, Ellis M, McKeith FK, McCaw J, Fernando RL. Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. *J Anim Sci* 1996;74:925-933.
38. King RH, Campbell RG, Smits RJ, Morley WC, Ronnfeld K, Butler K, Dunshea FR. Interrelationships between dietary lysine, sex, and porcine somatotropin administration on growth performance and protein deposition in pigs between 80 and 120 kg live weight. *J Anim Sci* 2000;78:2639-2651.
39. Braña VD. Comparación de tres sistemas de formulación a proteína y aminoácidos en dietas para cerdos [tesis licenciatura]. México, D.F. Universidad Nacional Autónoma de México; 1994.
40. Boyd DR, Beermann HD. Manipulation of body composition. In: Leman DA editor. *Diseases of swine*. 7th ed. Iowa, USA: Iowa State University Press; 1992:909-921.
41. Klindt J, Buonomo FC, Yen JT. Administration of porcine somatotropin by sustained-release implant: growth, carcass, and sensory responses in crossbred white and genetically lean and obese boars and gilts. *J Anim Sci* 1995;73:1327-1339.
42. Davis TA, Reeds PJ. The roles of nutrition, development and hormone sensitivity in the regulation of protein metabolism: an overview. *American Society for Nutritional Sciences. J Nutr* 1998;(128):340S-341S.
43. Goodband RD, Nelssen JL, Hines RH, Kropf DH, Stoner GR, Thaler RC, Lewis AJ, Schrick BR. Interrelationships between porcine somatotropin and dietary lysine on growth performance and carcass characteristics of finishing swine. *J Anim Sci* 1993;71:663-672.
44. Steele NC, McMurtry JP, Campbell RG, Caperna TJ, Rosebrough, RW. Effect of dietary energy intake and exogenous porcine growth hormone administration on circulating porcine growth hormone concentration and response to human growth hormone-releasing factor administration in growing swine. *Domest Anim Endocrinol* 1995;12:293-298.