

# Conservación y uso sustentable del cerdo pelón en Yucatán

## *Conservation and sustainable use of hairless pig in Yucatan*

ÁNGEL C. SIERRA-VÁSQUEZ<sup>1\*</sup>, JORGE R. ORTIZ-ORTIZ<sup>1</sup>, JORGE C. BOJÓRQUEZ-CAT<sup>1</sup>, MARICELA A. CANUL-SOLÍS<sup>1</sup>,  
JULIO R. TAMAYO-CANUL<sup>1</sup>, JULIO C. RODRÍGUEZ-PÉREZ<sup>1</sup>, JOSÉ R. SANGINÉS-GARCÍA<sup>1</sup>,  
MIGUEL A. MAGAÑA-MAGAÑA<sup>1</sup>, RUBÉN C. MONTES-PÉREZ<sup>2</sup> Y JOSÉ C. SEGURA-CORREA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> C.A. ITCON-CA-5. "Biotecnología y Genética en la Producción Pecuaria Tropical ITCON-CA-5",  
División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán.  
Avenida Tecnológico s/n, Conkal, Yucatán. C.P. 97345. Tels. 01 (999) 9-12-41-30, 9-12-41-31.

<sup>2</sup> C.A. UADY-CA-41. Reproducción y Mejoramiento Genético Animal en el Trópico.

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán, México.

\*Sitio web y correo electrónico: [www.itconkal.edu.mx](http://www.itconkal.edu.mx) \*e-mail: [sivaac2003@hotmail.com](mailto:sivaac2003@hotmail.com)

ENVIADO EL 30 DE JULIO DE 2015/ ACEPTADO EL 08 DE OCTUBRE DE 2015

## RESUMEN

El fin del trabajo es presentar los resultados del programa de conservación del cerdo pelón de Yucatán. Se recopilaron datos del sistema de traspatio usando un modelo de encuestas; se midieron 219 cerdos considerando variables cualitativas y cuantitativas. Se estudió el comportamiento productivo del crecimiento a la engorda, utilizando dietas integrales a base de plantas locales, se evaluó la calidad de la canal, cortes principales y perfil de ácidos grasos. También se estableció el nivel de heterocigosidad y las distancias genéticas entre poblaciones, de 52 muestras de cerdos, con microsatélites recomendados por la FAO/ISAG. Se evaluó el comportamiento sexual y calidad seminal en machos, los datos se analizaron utilizando estadística descriptiva y análisis de varianza. Del núcleo fundacional se registró la información genealógica y productiva, posteriormente se controló la reproducción para fomentar la multiplicación de la raza. El sistema de producción es de traspatio con índices productivos bajos. Son cerdos de color negro, orejas verticales y perfil recto, proporciones medias y poca aptitud cárnica. Son fuente de variabilidad genética y están muy relacionados los cerdos de Yucatán, Campeche y Quintana Roo. Su crecimiento es lento pero con carne de calidad, rústicos con un perfil de ácidos grasos favorables para el consumo humano. Se adaptan al entrenamiento y presentan buena calidad seminal. La población en Yucatán está en recuperación, porque hay interés comercial y se utilizan en programas sociales con fines de seguridad alimentaria. Es necesario continuar con la organización de productores, e implementar la conservación *ex situ* vía bancos de germoplasma.

**Palabras clave:** Cerdo local, programa de conservación, revalorización social, seguridad alimentaria

## INTRODUCCIÓN

La producción animal se ha concentrado siempre solamente en un número reducido de razas donde el 50% aporta el 90% de la producción que se destina al consumo. Hoy en día los recursos zoogenéticos pueden ser tan valiosos y útiles para el futuro de la seguridad alimentaria y el desarrollo rural; sin embargo, se desconoce el valor de la mayor parte de estos recursos por la falta de su utilización y conservación; cabe mencionar que la diversidad de estos recursos es única e irremplazable

## ABSTRACT

The purpose of the paper is to present the results of the conservation program for the hairless Yucatan pig. Backyard system data were collected using a survey model; 219 pigs were measured considering qualitative and quantitative variables. The productive performance of fattening growth utilizing diets of local whole plants was studied; carcass quality, prime cuts and fatty acids profile were evaluated, as well as the level of heterozygosity and genetic distances between populations by using 52 samples of pigs with microsatellites recommended by FAO/ISAG. Sexual behavior and semen quality in males were assessed; the data were analyzed using descriptive statistics and analysis of variance. The genealogical and productive information from the original nucleus was recorded, and reproduction was controlled to encourage the multiplication of the race. The production system is backyard type with low production rates. Pigs are black, with upright ears and straight profile, average proportions and little meat aptitude. They are a source of genetic variability and are closely related to pigs of Yucatan, Campeche and Quintana Roo. Their growth is slow but have good-quality meat; they rustic with a favorable fatty acid profile for human consumption. They adapt to training and have good semen quality. The population in Yucatan is recovering because there is commercial interest and pigs are used in social programs for food security purposes. It is necessary to continue with the producers' organization, and to implement *ex situ* conservation through gene banks.

**Key words:** Local pig, conservation program, social appreciation, food security

(Cardellino, 2005). Entre las amenazas a la diversidad genética se encuentran las guerras, las plagas y enfermedades, el éxodo hacia las ciudades, la intensificación de la agricultura y el recalentamiento del planeta, además del comercio mundial de material genético de especies exóticas de animales, pero la mayor responsable de la erosión genética es la escasa valorización que se tiene de los recursos animales locales. De acuerdo con la Lista Mundial de Vigilancia propuesta por la propia FAO, 1 350 de las 6 300 razas registradas corren peligro de extinción o se han extinguido ya porque

no se han valorado lo suficiente (FAO, 2012). Por ello, se crea el Plan Mundial de Acción, que es uno de los primeros acuerdos internacionales dirigido a frenar la erosión de la diversidad biológica y apoyar el uso sostenible, desarrollo y conservación de los recursos genéticos animales locales (Mariante, 2008). En el Sistema de Información sobre la Diversidad de los Animales Domésticos (FAO-DAD-IS, 2014) se reportan para México 114 razas distribuidas en 8 especies domésticas, de las cuales 9 son de cerdos, donde se encuentra el cerdo local; sin embargo, no en todos los casos se dispone de información suficiente en temas de censos, tendencias, caracterización, programas de conservación *in situ* y *ex situ*, entre otros, lo que demuestra una falta de organización para proteger la diversidad biológica del país, a pesar de algunos intentos que se han venido realizando en México (CONARGEN, 1998; Perezgrovas, Zaragoza y Rodríguez, 2011), y en otros países (CYTED, 1999; CONBIAND Iberoamérica, 2008). En este contexto, existen dos estrategias bien diferenciadas de conservación: *in situ* y *ex situ*. La primera aborda el conjunto de acciones orientadas a la preservación de un ecotipo, subespecie o especie concreta en su medio natural. Sin embargo, es recomendable apoyar estas acciones con otras estrategias donde el hombre participa más directamente, y en un contexto ambiental fuera del medio natural en el que, de forma normal, se desenvolvería la especie objeto de conservación. En este caso se trata de una conservación *ex situ* y comprende tanto las medidas de cría en cautividad en núcleos controlados, así como la conservación indefinida de material genético (espermatozoides, ovocitos, embriones o células somáticas) mediante tecnologías reproductivas. En este sentido, se cuenta ya con técnicas de reproducción asistida perfectamente establecidas y estandarizadas que incluyen la colecta, conservación y transferencia de embriones, la obtención y conservación de gametos (espermatozoides y ovocitos), la inseminación artificial, la fecundación *in vitro* y la inyección intracitoplasmática de espermatozoides (ICSI), todas como instrumentos clave de apoyo a las medidas tradicionales de conservación de las distintas especies, y en algunos

casos, la única alternativa de recuperación. Ante tal situación, la creación de un banco de germoplasma es fundamental para garantizar la preservación de especies en peligro de extinción o vulnerables y representa una seguridad ante posibles riesgos de desastres naturales, epizootias o fragmentación del hábitat.

El cerdo local de México incluye 3 genotipos: el cóscate o pata de mula, reportado ya extinto por algunos autores; el cuino, en estado crítico de extinción, y el cerdo pelón que se encuentra en recuperación (Sierra, Ortiz, Hernández, Canul, Sereno, Mariante et al., 2014), para este último existe un programa de conservación genética en funcionamiento para la península de Yucatán (Sierra, 2000). La producción sustentable en la ganadería contribuye a reducir el impacto ambiental y debe considerar indicadores económicos, medioambientales y sociales y su principio fundamental debe ser “menor consumo y mayor producción”. El impacto del cambio climático en la calidad del suelo y el agua afecta la seguridad alimentaria y favorece la aparición y expansión de algunas enfermedades. Por otro lado, el Banco Mundial afirma que 1 000 millones de personas viven en pobreza extrema en el mundo, por su parte el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval) menciona que 45% de la población que vive en la pobreza en México corresponde a niñas, niños y adolescentes. Ante este panorama la agricultura juega un papel crucial, no solo para garantizar la seguridad alimentaria, sino también para ser más flexible ante los efectos del cambio climático, por ello el modelo de producción actual deberá adecuarse para los nuevos retos del siglo XXI. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) reconoce que los recursos animales locales son los más capacitados para producir en modelos sustentables, porque dependen menos de los insumos agrícolas que normalmente se utilizan en la alimentación animal. El fin del presente trabajo es describir los resultados más importantes que se han conseguido durante la puesta en marcha del programa de conservación que se realiza en el cerdo pelón mexicano

de Yucatán, al mismo tiempo que se revaloriza su utilización en las comunidades rurales y con los productores organizados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se esquematiza de forma coherente el programa de conservación que se lleva a cabo en el cerdo pelón de la península de Yucatán (Figura 1). Dicho programa consta de 6 etapas íntimamente relacionadas unas con otras (Sierra, 2010):

**1ª. Estudio de la población.** Consistió en la recopilación de datos de interés; el trabajo se desarrolló con la participación de varias instituciones de Educación Superior e Investigación. Se realizó un monitoreo exhaustivo mediante visitas directas a los productores a los que se les aplicó un modelo de encuestas con preguntas semiestructuradas relacionadas con el sistema de producción de traspatio y características relevantes de los cerdos, además se utilizó el recurso de la fotografía. Con dicha información se seleccionaron cerdos pie de cría que cumplieron el estándar racial reportado en la literatura y sirvieron para fundar un núcleo de producción. Aplicadas las encuestas se procedió a capturar la información para su análisis estadístico descriptivo.

## 2a. Caracterización de la población.

Se dividió en 3 tipos: zoométrica, zootécnica y genética. En el estudio zoométrico se midieron animales mayores de un año de edad y de ambos sexos que fueron seleccionados mediante un muestreo aleatorio simple (Scheaffer, Mendenhall y Ott, 1987). Se midieron 25 variables de las que 8 fueron cualitativas y 17 cuantitativas, de estas últimas se construyeron los índices zoométricos; para ello se utilizó la metodología de medición propuesta por Romualdo (2001), para el análisis estadístico se emplearon diversas opciones del programa SAS (1996). En la caracterización zootécnica se estudió el comportamiento productivo de los cerdos durante su crecimiento, desarrollo y engorda, evaluando dietas que incluyeron diversos niveles de plantas forrajeras comunes en el trópico (*Brossimum alicastrum*, *Thitonia diversifolia*, *Mucuna pruriens*, *Moringa oleifera*). Al sacrificio se evaluó la calidad de la canal y carne mediante el rendimiento de la canal y cortes principales, y se determinó el perfil de ácidos grasos para la grasa subcutánea y el músculo gran dorsal. También se evaluó el comportamiento sexual y calidad seminal en los machos que fueron utilizados

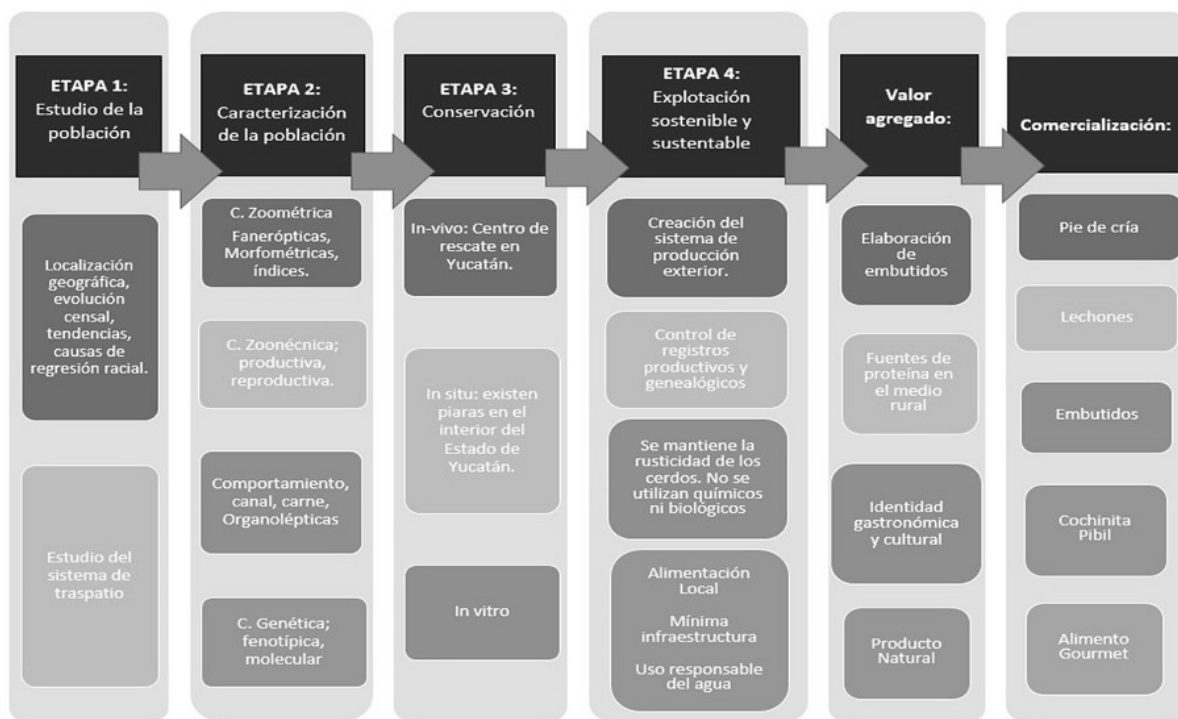


Figura 1. Programa de conservación y uso sustentable del cerdo pelón de Yucatán.

como sementales; los datos se analizaron utilizando estadística descriptiva y análisis de varianza. Para la caracterización genética se colectaron muestras de sangre de cerdos seleccionados en los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo. Se colectaron 5 ml de sangre por animal en tubos con EDTA K3 y se congelaron a -20 °C; la extracción de ADN y su análisis con marcadores moleculares tipo microsatélites mediante PCR se realizó en el laboratorio de la Universidad de Córdoba, España. Se estudiaron 10 microsatélites recomendados por la FAO/ISAG para estudios de diversidad genética (FAO, 1998). Se midió el nivel de heterocigosidad (esperada y observada) y distancias genéticas utilizando el programa TFPGA. (Miller, 1997)

**3a. Conservación de la población.** La conservación *ex situ* consistió en la creación de un núcleo de producción con cerdos reproductores que cumplieron el estándar racial; a la descendencia se le registró su información genealógica y productiva para mantener la máxima variabilidad genética con el mínimo incremento de consanguinidad por generación, de estos se constituyeron paquetes de cerdos (10 hembras y un macho en edad de reproducción) que fueron distribuidos a productores rurales de Yucatán y Quintana Roo mediante programas públicos gubernamentales y municipales, y a productores organizados mediante un programa de aparcería, según la calidad de los mismos. El núcleo se mantuvo abierto introduciendo hembras y machos pie de cría provenientes de productores cooperantes del programa de conservación; los machos candidatos a futuros sementales recibieron un adiestramiento para la monta al maniquí y colecta seminal. Para la conservación *in situ* el pie de cría que presentó la máxima variabilidad genética con la mínima consanguinidad se seleccionó para después distribuirlo entre los productores cooperantes del programa, quienes los producen en su medio natural.

**4ª. Explotación sustentable.** Se lleva a cabo con los productores y consiste en la evaluación de un sistema de producción sustentable que permite el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles, manteniendo

la rusticidad de los cerdos; actualmente este modelo se encuentra en estudio.

#### **5ª y 6ª. Valor agregado y comercialización.**

En el año 2000, que fue cuando se implementó por primera vez el programa de conservación del cerdo pelón en Yucatán, este no representaba ningún valor comercial y solo era utilizado por los productores de traspatio como fuente de ahorro y autoconsumo para la familia. Con el tiempo se ha revalorizado y se está comercializando en diversos rubros: lechones, pie de cría, canales y embutidos, aunque en baja escala. Una de las actividades más importantes del programa de conservación ha sido difundir los resultados obtenidos; como consecuencia de ello se ha venido comercializando pie de cría en los últimos 5 años a diferentes programas sociales con presupuesto municipal, estatal, federal e incluso internacional, con el objetivo de atender problemas de seguridad alimentaria; esta situación ha permitido la repoblación y reinserción de este recurso local en las zonas principalmente rurales de Yucatán, Quintana Roo y Campeche. También ha existido un interés especial del sector culinario y restaurantero por la calidad de la carne de este cerdo, especialmente en la Riviera Maya, Distrito Federal y Mérida, aunque hace falta mayor difusión y estudios en este rubro.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Estudio de la población: sistema de traspatio**

Los resultados encontrados muestran que los criadores de cerdo pelón en el estado de Yucatán generalmente no cuentan con estudios y predomina la participación de las mujeres mayas campesinas; la mayoría de edad avanzada pone en riesgo la continuidad de la actividad. Es una actividad complementaria junto a las labores del campo, donde los mismos productores se autoemplean y aprovechan los subproductos de la cosecha. No existe un manejo zootécnico adecuado, la alimentación consiste fundamentalmente en maíz (41,2%) y 88,5% de los productores proporciona algún tipo de forraje como complemento; en el aspecto sanitario, no es común la vacunación ni desparasitación



y los principales problemas son por parasitosis externas. Las características productivas y reproductivas se ilustran en el Cuadro 1 donde se aprecia una baja productividad.

### Caracterización de la población: caracterización morfológica

El 98,8% de los cerdos evaluados presentaron color de capa negra; en cuanto a la presencia de pelo, 92,3% osciló de ausente a escaso. El 41,2

**Cuadro 1.** Comportamiento productivo y reproductivo del Cerdo Pelón en el traspatio

VARIABLES	$\bar{X} \pm DS$
Edad al primer calor de las hembras (en días)	184,44 19,98
Tiempo transcurrido de la cerda en la aparición del celo al servicio (en horas)	16,24 5,91
Número de servicios que se le da a la hembra después de la aparición del celo	2,37 1,01
Número de partos por año	1,42 0,50
Número de lechones por parto	6,38 1,37
Edad al destete de los lechones(en días)	62,38 18,00
Número de lechones muertos durante la lactancia	1,74 1,05
Peso al destete (en kg)	7,20 1,87
Edad a la venta del cerdo (en meses)	12,83 4,22
Número de cerdos vendidos al año por productor	4,39 4,06
Número de cerdos sacrificados para autoconsumo	2,00 0,95

y 32,7% presentaron orientación de orejas tipo asiático e ibérico, respectivamente. También, 64,6% presentó perfil cefálico recto. Cuando se evaluó por sexo, peso vivo, perímetro torácico, perímetro abdominal y distancia entre encuentros fueron diferentes ( $p < 0,05$ ) a favor de los machos, mientras que para la variable distancia interisquiática la diferencia ( $p < 0,05$ ) favoreció a las hembras (Cuadro 2). En cuanto a los índices zoométricos, los cerdos presentaron proporciones dolicomorfas con tendencias mesomórficas y mesocefálicas. (Cuadro 3)

### Caracterización zootécnica: comportamiento productivo

Se evaluaron 3 dietas integrales: (25%) *Brosimum alicastrum*, (15%) *Thitonia diversifolia*, (25%) *Mucuna pruriens* y una control (concentrado comercial) en cerdos de 20-35 kg de peso vivo; en todas, el contenido de proteína cruda fue del 15%. Los resultados obtenidos durante 105 días de evaluación se muestran en el Cuadro 4; se aprecia que en la Ganancia Total de Peso (GTP), Ganancia Diaria de Peso (GDP), Consumo Promedio Diario (CPD) y Conversión Alimenticia (CA), no hubo diferencias significativas entre dietas.

**Cuadro 2.** Estadísticos Descriptivos en Variables Morfométricas diferenciados por sexo

Variables	Machos (n = 61)				Hembras (n = 158)			
	$\bar{x}$	SD	E.E.	C.V.	$\bar{x}$	SD	E.E.	C.V.
PV	74,33 <sup>a</sup>	22,80	2,92	30,68	56,11 <sup>b</sup>	18,92	1,51	33,72
LCF	30,79	3,33	0,43	10,81	28,75	3,69	0,29	12,84
LC	102,72	9,44	1,21	9,19	99,20	8,49	0,68	8,56
PT	97,27 <sup>a</sup>	15,35	1,97	15,78	88,39 <sup>b</sup>	20,09	1,60	22,73
PA	96,87 <sup>a</sup>	15,21	1,95	15,70	91,57 <sup>b</sup>	19,99	1,59	21,83
PC	15,53 <sup>a</sup>	3,57	0,46	22,98	13,65 <sup>b</sup>	2,378	0,19	17,42
LJ	30,84	3,56	0,46	11,55	28,79	3,57	0,28	12,39
LG	27,99	3,92	0,50	14,01	25,88	3,45	0,28	13,34
DL	81,43	9,00	1,15	11,05	78,91	7,02	0,56	8,90
AG	19,54	3,50	0,45	17,89	18,88	3,18	0,25	16,85
DB	23,46	4,38	0,56	18,67	21,21	3,71	0,30	17,51
DD	32,90	5,69	0,73	17,30	31,15	5,49	0,44	17,61
DE	23,33 <sup>a</sup>	4,39	0,56	18,83	20,75 <sup>b</sup>	4,05	0,32	19,53
AGR	68,14 <sup>a</sup>	10,38	1,33	15,23	64,60 <sup>b</sup>	7,48	0,60	11,58
ACR	63,16 <sup>a</sup>	8,52	1,09	13,50	59,22 <sup>b</sup>	6,89	0,55	11,64
DI	7,741 <sup>a</sup>	1,50	0,19	19,41	8,40 <sup>b</sup>	1,19	0,09	14,13

PV= peso vivo, LCF= longitud de cabeza, LC= longitud de cuerpo, PT= perímetro torácico, PA= perímetro abdominal, PC= perímetro de caña, LJ= longitud de jamón, LG= longitud de grupa, DL= diámetro longitudinal, AG= ancho de grupa, DB= diámetro bicostal, DD= diámetro dorsoesternal, DE= distancia entre encuentros, AGR= alzada a la grupa, ACR= alzada a la cruz, DI= distancia interisquiática.

**Cuadro 3.** Estadísticos descriptivos de índices zoométricos en general

VARIABLES	N	$\bar{X}$	D.E.	E.E.	C.V.
ICO	219	88,18	12,31	0,83	13,95
ITO	219	69,52	9,40	0,64	13,52
ICE	219	50,33	7,07	0,48	14,04
IPE	219	72,49	10,99	0,74	15,16
IPRO	219	132,87	12,91	0,87	9,72
IPRT	219	52,40	5,75	0,39	10,96
IPETR	219	31,75	4,70	0,32	14,82
IPELO	219	44,08	5,01	0,34	11,37
ICOMP	219	99,70	27,22	1,84	27,30

ICO= Índice corporal, ITO= Índice torácico, ICE= Índice cefálico, IPE = Índice pelviano, IPRO= Índice de proporcionalidad, IPRT= Índice pelviano relativa al tórax, IPETR= Índice pelviano transversal, IPELO= Índice pelviano longitudinal e ICOMP= índice de compacidad.

**Cuadro 4.** Comportamiento productivo de cerdos pelón alimentados con fuentes alternativas

Variable	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Ganancia total de peso	31,73	31,61	33,88	32,06
Ganancia diaria de peso (kg/ animal/día)	0,34	0,35	0,34	0,34
Consumo promedio diario (kg/animal/día)	1,26	1,26	1,27	1,24
Conversión alimenticia (kg)	3,75	3,83	3,79	3,75

T1= tratamiento comercial, T2= *Thitonia diversifolia*, T3= *Brossimum alicastrum*, T4= *Mucuna pruriens*.

Estos resultados permiten inferir que el cerdo pelón puede aprovechar dietas de menor calidad, por lo que se abre la posibilidad de utilizar otras alternativas de alimentación, como es el caso de las arbustivas forrajeras. El CPD de la *Thitonia diversifolia* mejoró cuando se ofreció en forma de harina y no afectó su respuesta sensorial, por lo que se podría recomendar como alternativa en

monogástricos. Por otra parte, Santos y Abreu (1995) obtuvieron resultados superiores en cerdos alimentados a base de dietas con cereales y la sustitución de forraje (*Brossimum alicastrum*) a niveles de (0, 10, 20 y 30) con consumo de 2,21, 1,80, 1,99 y 1,91 kg d<sup>-1</sup> respectivamente. Estos mismos autores confirman que los cerdos disminuyen su consumo y digestibilidad conforme se incrementa el nivel de inclusión, debido a su baja capacidad para aprovechar dietas fibrosas; sin embargo, la utilización del forraje es ventajosa desde el punto de vista económico y disponibilidad. Finalmente, el consumo de *Mucuna pruriens* resultó inferior al reportado por Trejo (2005), cuando comparó cerdos pelones con cerdos mejorados. Las dietas con *Mucuna pruriens* muestran menor digestibilidad, probablemente debido a sus altos contenidos de fenoles (Trejo, 2005). Lo anterior no debe ser una limitante para el uso de esta leguminosa como una alternativa de alimentación, siempre y cuando se someta a tratamiento térmico (Bressani, 1989; García y Bressani, 2006) como cualquier leguminosa.

En otro trabajo en cerdos pelón mexicano, de 20,44 ± 0,97 kg (peso definido para la etapa de crecimiento) utilizando harina de *Moringa oleifera* Lam con hojas completas y tallos tiernos menores de 1 cm de diámetro, donde los tratamientos consistieron en la inclusión de 0,20 y 40% de harina de moringa en la dieta, el nivel de inclusión de harina de moringa en la dieta no afectó (p > 0,05) la respuesta productiva; sin embargo, hubo efecto del sexo (p < 0,05) sobre la tasa de conversión de alimento.

**Cuadro 5.** Comportamiento productivo de cerdos alimentados con niveles crecientes de harina de moringa

Variable	Nivel de HM (%)			Sexo		EE
	0	20	40	MC	H	
Peso inicial, kg	19,82	20,89	20,63	20,41	20,48	0,57
Consumo, kg MS d <sup>-1</sup>	1,61	1,72	1,38	1,27	1,19	0,13
Consumo EM, Mcal d <sup>-1</sup>	5,09	5,23	3,79	4,70	4,70	0,38
Consumo P C, g d <sup>-1</sup>	253,50	263,50	226,10	245,50	249,90	21,60
Consumo FDN, g d <sup>-1</sup>	384,07	325,85	323,90	340,10	349,10	31,50
Ganancia, kg d <sup>-1</sup>	0,38	0,38	0,31	0,39	0,36	0,03
Ganancia de peso total, kg	25,10	24,20	23,50	23,50	25,00	0,27
Conversión de MS, kg kg <sup>-1</sup>	4,20	4,40	4,40	3,50	3,90	0,07
Peso final, kg	44,98	45,16	44,17	43,98	45,57	0,43
Estadía, días	66	60	73	71,10	62,50	5,02

MS= Materia seca, EM= Energía metabolizable, PC= Proteína cruda, FDN= Fibra Detergente Neutra, EE= Error estándar de la media, HM= Harina de moringa, MC= Macho castrado, H= Hembra.

### Calidad de la canal. Rendimiento (%)

Los cerdos que fueron alimentados con *Tithonia diversifolia*, *Brossimum alicastrum* y *Mucuna pruriens* cuando alcanzaron el peso vivo promedio de  $50,69 \pm 4,8$  kg fueron sacrificados. El promedio general del Rendimiento de la Canal (RC) fue de 77,17%. Hubo diferencia significativa entre los cerdos que consumieron concentrado comercial, *Brossimum a.*, *Mucuna p.* vs. los que consumieron *Thitonia d.* ( $p < 0,05$ ) (Figura 2). Estos resultados son superiores a los reportados por Díaz (2005) en cerdos pelón mexicano que fueron alimentados con 2,0 kg de morera, más 0,8 kg de salvado de trigo, más 0,02 kg de melaza, obteniendo 65% de rendimiento, pero inferior a los resultados de Sanbogal y Owen (1992) con 83% y peso al sacrificio de 92,2 kg en cerdos Zungo alimentados con base en una dieta de maíz y torta de soya; sin embargo, son superiores a los reportados por Revidatti, Capellari, Delgado y Prieto (2005) con 72,06% en cerdos criollos del nordeste de Argentina alimentados con recursos vegetales de su región. Por su parte, Marchello, Cook, Johnson, Slanger, Cook y Dinusson (1984) afirman que la inclusión de alguna materia prima debe ser en el nivel adecuado para que no se deteriore la canal, aunque el principal determinante del rendimiento es la adiposidad de la misma.

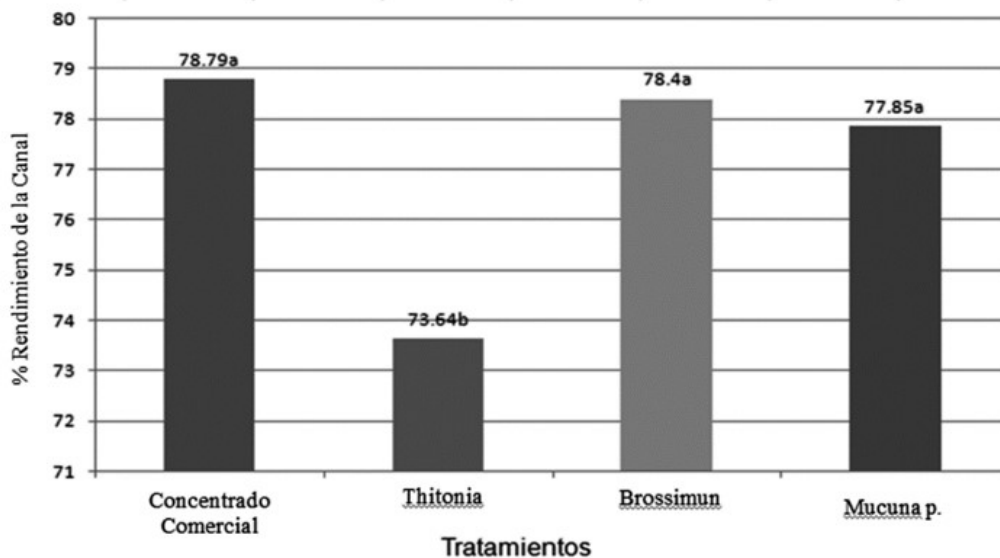
### Grasa dorsal

En el Cuadro 6 se observan los valores promedio de la segunda y tercera capa de grasa dorsal de la primera costilla, así como de la segunda y tercera capa de la grasa de la última costilla torácica y última vértebra lumbar, según las diferentes fuentes de alimentación (concentrado comercial, *Thitonia d.*, *Brossimum a.*, y *Mucuna p.*), donde no existió diferencia ( $p > 0,05$ ) entre dietas. La grasa dorsal observada fue inferior en las cuatro dietas a la reportada por Méndez, Becerril, Rubio y Delgado (2002) en cerdos pelón con peso vivo promedio de 115,33 kg alimentados a base de concentrado comercial, encontrando un espesor de grasa dorsal de  $5,2 \pm 1,3$ ;  $3,1 \pm 1,3$ ;  $3,8 \pm 1,3$  cm en la primera costilla, última costilla y última vértebra lumbar, respectivamente. Lo anterior indica que esta diferencia pudiera atribuirse al peso de sa-

**Cuadro 6.** Comportamiento de la grasa dorsal por efecto del tipo de dieta

Variable	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
<b>Grasa dorsal (mm)</b>				
G2C	22,39	19,75	20,89	21,07
G3C	21,53	20,50	20,92	21,50
G2U	15,70	13,67	14,46	15,70
G3U	15,28	13,78	14,67	15,28

G2C: 2a capa de grasa de la 1a costilla, G3C: 3a capa de grasa de la 1a costilla, G2U: Promedio 2a capa de la UCT (Última costilla torácica) y UVL (Última vértebra lumbar), G3U: Promedio 3a capa de la UCT y UVL.



**Figura 2.** Efecto del Rendimiento de la canal en el Cerdo Pelón Mexicano.

crificio y no al genotipo. Por su parte, los resultados observados en este estudio son superiores a los de González, Díaz, León, Vecchionacce, Blanco y Ly (2002), quienes incorporaron 54,2 y 57,7% de raíz de batata a la dieta durante el crecimiento y engorda en cerdos comerciales, haciendo posible reemplazar el 75% de los cereales y obteniendo un espesor de grasa dorsal de 4,46; 2,56 y 2,35 cm, para la primera costilla, última costilla y última vértebra lumbar, respectivamente, con un peso al sacrificio de 90 kg. Cabe destacar que tanto el genotipo como el manejo alimenticio son importantes en la deposición de la grasa de los cerdos. Enfield y Whatley (1961) mencionan que durante décadas ha habido un interés comercial por la carne magra y menos grasa en el cerdo.

En otro experimento evaluando la inclusión de diferentes niveles de harina de *Moringa oleifera* Lam (0; 20 y 40%) en la dieta de cerdos pelón sobre las características de la canal (Cuadro 7), se observó que no hubo efecto ( $p > 0,05$ ) del nivel de inclusión, excepto para el sexo ( $p < 0,05$ ) sobre el área de ojo de la chuleta, el promedio de la grasa dorsal en la primer vértebra, en la grasa dorsal promedio y en la grasa dorsal de la 10a costilla, siendo en las hembras donde se presentó el mayor porcentaje magro.

## Cortes primarios

La composición porcentual de las diferentes piezas se presenta en el Cuadro 8. Solo en la espaldilla de las dietas compuestas por *Tithonia d.* y *Brosimum a.* se encontró diferencia ( $p < 0,05$ ), presentando los rendimientos más bajos en la dieta con inclusión de *Mucuna p.* y la control. En un estudio con cerdos pelón de 105 kg de peso vivo en machos y de 107 kg en hembras, Merlos, Villagómez, Sánchez, Ayala, García, Guerrero et al. (2005) encontraron valores en machos y hembras en cabeza del lomo similares a los encontrados en el presente estudio para las dietas de *Tithonia d.*, *Brosimum a.* y dieta control, pero no en *Mucuna p.*; en pierna, en machos y en hembras los rendimientos fueron de 5,99 y 6,28%, que son comparables a los valores de todas las dietas del presente estudio; en Costillar encontraron 1,92% y 2,7%, que resultó inferior a todas las dietas del estudio; en cuanto al lomo (4,19%), fue similar a la dieta de *Mucuna p.* y con 3,64% fue similar a las demás dietas; la espaldilla 2,88% y 3,07% fue inferior a las encontradas en este trabajo. Por su parte, en cerdos ibéricos encontraron valores superiores al presente estudio, en jamón (25,55%) y paleta (14,65%). Cuando los cerdos se alimentaron con harina

**Cuadro 7.** Características de la canal de cerdos alimentados con niveles crecientes de harina de moringa

Variables	Nivel de HM (%)			Sexo		EE
	0	20	40	MC	H	
Canal completa, kg	32,25	32,08	30,65	31,71	31,61	0,74
Rendimiento de la canal, %	79,10	79,10	76,90	71,10	62,50	0,92
Canal izquierda caliente, kg	16,57	16,21	15,22	16,10	15,80	0,40
Canal izquierda fría, kg	16,43	16,03	15,01	15,90	15,60	0,43
Ojo de la chuleta, cm <sup>2</sup>	7,25	8,32	6,86	6,4	8,50	0,31
Longitud de la canal, cm	61,53	62,36	61,82	60,70	63,10	0,86
Longitud del costillar, cm	38,41	37,33	37,87	36,80	38,90	1,23
Cabeza, kg	2,49	2,53	2,56	2,41	2,65	0,17
Carpos y metacarpos, kg	0,31	0,34	0,34	0,31	0,35	0,01
Tarsos y metatarsos, kg	0,38	0,41	0,38	0,35	0,44	0,01
<b>Grasa dorsal</b>						
Primera vértebra torácica, mm	39,00	36,40	29,80	42,60	27,40	1,70
Última vértebra torácica, mm	23,90	23,80	21,60	26,10	20,10	2,30
Última vértebra lumbar, mm	25,70	25,60	23,10	29,00	20,70	2,40
Grasa dorsal promedio, mm	31,50	28,40	24,80	33,50	23,00	1,83
Grasa dorsal 10ª costilla, mm	33,90	34,90	27,80	37,70	26,70	2,56

EE= Error estándar de la media, HM= Harina de moringa, MC= Macho castrado, H= Hembra.



**Cuadro 8.** Porcentaje de cortes primarios en el Cerdo Pelón Mexicano

Dieta	Variable (%)				
	Cabeza de Lomo	Pierna	Espaldilla	Lomo	Costillar
<i>Tithonia d.</i>	2,68±0,50	8,90±0,40	5,01±0,12 <sup>b</sup>	3,40±0,08	6,19± 0,12
<i>Brosimum a.</i>	2,60±0,35	8,77±0,44	5,65±0,63 <sup>b</sup>	3,89±0,63	6,52± 0,68
<i>Mucuna p.</i>	3,01±0,90	10,29±2,70	7,40±0,34 <sup>a</sup>	4,06±0,27	5,37± 0,54
Dieta Control	2,00±1,50	8,93±1,90	7,88±0,90 <sup>a</sup>	3,17±1,90	3,43± 3,03

a, b Literales distintas en la misma columna indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).

de moringa en tres niveles distintos los valores medios de los cortes principales no se vieron afectados ( $p > 0,05$ ) por el porcentaje de inclusión, pero el peso del lomo fue significativamente superior en las hembras respecto a los machos ( $p < 0,05$ ). (Cuadro 9)

### Perfil de ácidos grasos. Músculo gran dorsal

La composición de ácidos grasos del músculo gran dorsal se presenta en el Cuadro 10. En este trabajo los ácidos grasos de la fracción lipídica encontrados fueron 6; 5 de ellos saturados y uno insaturado. De los saturados, los más comunes fueron el mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), mientras que insaturado más frecuente fue el ácido oleico (C18:1 *n*-9). El contenido de algunos ácidos grasos saturados mostró una tendencia a disminuir conforme aumentó el nivel de inclusión de harina de moringa en la dieta. La suma total de monoinsaturados en la carne fue de 25,5; 30,0 y 34,80% para la dieta control, y 20 y 40% de harina de moringa, respectivamente. Este resultado indica que el contenido de monoinsaturados en la carne se vio afectado por la dieta ( $p < 0,05$ ). Este efecto se explica por la composición de los ácidos grasos que provinieron de las dietas experimentales. Corino, Magni, Pagliarini, Rossi, Pasto-

relli y Chiesa (2002) señalan que la presencia de ácidos grasos monoinsaturados confiere alto valor nutricional a la carne de cerdos para los seres humanos. Los resultados del experimento concuerdan a lo reportado en cerdas de la craza Landrace×Large White alimentados con aceite de girasol y aceite de linaza (Botsoglou, Govaris, Ambrosiadis, Fletouris y Botsoglou, 2014). La inclusión de la harina de moringa en la dieta del cerdo pelón redujo en forma significativa el ácido undecanoate (C11:0) de la carne ( $p < 0,001$ ). Además, se encontró un incremento significativo ( $p < 0,05$ ) en el % de ácido oleico (C18:1 *n*-9). Se ha reportado que el % de ácido oleico (C18:1 *n*-9) de la carne depende en gran medida del contenido de este ácido graso en la dieta (Rey et al., 1997; Pérez, Ruiz, Tejeda y Antequera, 2009); y la importancia de su presencia en la carne se relaciona directamente con la calidad y el sabor de los productos cárnicos (Rey, López-Bote y Sanz-Arias, 1997; Rey, Daza, López-Carrasco y López-Bote, 2006); además, se ha evidenciado que el ácido oleico muestra beneficios para la salud al disminuir los niveles de colesterol (Estévez, Morcuende y Cava-López, 2003). El ácido linolénico (C18:3 *n*-3) y araquidónico (C20:4 *n*-6) del músculo gran dorsal se vieron afectados por la dieta ( $p < 0,05$ ); asimismo, en la carne el sexo influyó de manera significativa ( $p < 0,05$ ) sobre

**Cuadro 9.** Promedios de los cortes primarios de cerdos alimentados con niveles crecientes de harina de moringa

Variables	Nivel de HM (%)			Sexo		EE
	0	20	40	MC	H	
Punta de lomo, kg	0,77	0,81	0,71	0,73	0,82	0,04
Lomo, kg	0,71	0,76	0,63	0,59	0,81*	0,04
Espaldilla c/hueso, kg	2,34	2,33	2,24	2,20	2,41	0,06
Espaldilla s/hueso, kg	1,99	1,97	1,89	1,87	2,04	0,05
Pierna c/hueso, kg	2,93	2,93	2,91	2,81	3,04	0,09
Pierna s/hueso, kg	2,34	2,39	2,34	2,24	2,47	0,07
Costillar, kg	0,82	0,85	0,77	0,83	0,79	0,04

EE= Error estándar de la media, HM= Harina de moringa, MC= Macho castrado, H= Hembra.

Cuadro 10. Composición de los ácidos grasos (%) de la grasa intramuscular del músculo *Longissimus dorsi*

Variables	Dietas			Sexo	
	Control	20-HMO	40-HMO	Machos	Hembras
C9:0	1,26±0,29	0,66±0,29	0,83±0,29	0,98±0,21	0,85±0,26
C11:0	1,42±0,10 <sup>y</sup>	1,08±0,10 <sup>y</sup>	0,01±0,10 <sup>z</sup>	0,95±0,08	0,71±0,09
C12:0	1,07±0,27	1,39±0,27	1,34±0,27	1,35±0,20	1,18±0,24
C14:0	6,88±1,42	5,42±1,42	2,18±1,42	5,39±1,04	4,27±1,27
C16:0	29,79±2,36	27,81±2,36	27,98±2,36	26,98±1,73	30,07±2,11
C16:1 (n-7)	1,42±0,12	1,64±0,12	1,80±0,12	1,44±0,09 <sup>a</sup>	1,81±1,44 <sup>b</sup>
C18:0	15,56±3,48	15,70±3,48	19,79±3,48	15,25±2,54	18,78±3,11
C18:1 (n-9)	24,07±1,74 <sup>a</sup>	28,37±1,74 <sup>ab</sup>	32,99±1,74 <sup>b</sup>	30,44±1,27	26,52±1,56
C18:2 (n-6)	1,33±0,36	1,51±0,36	1,73±0,36	1,50±0,26	1,55±0,32
C18:3 (n-3)	1,56±0,23 <sup>a</sup>	2,11±0,23 <sup>b</sup>	2,14±0,23 <sup>b</sup>	1,50±0,17 <sup>a</sup>	2,10±0,20 <sup>b</sup>
C20:4 (n-6)	1,19±0,30	1,74±0,30 <sup>b</sup>	2,44±0,30 <sup>b</sup>	1,68±0,22	1,92±0,27
ΣSFA	56,01±3,21	52,08±3,21	52,15±3,21	50,94±2,34	55,89±2,87
Σ MUFA	25,50±1,75 <sup>a</sup>	30,07±1,75 <sup>ab</sup>	34,80±1,75 <sup>b</sup>	31,88±1,28	28,33±1,57
Σ PUFA	2,49±0,52	3,62±0,52	3,87±0,52	3,00±0,38	3,66±0,46
Σ P/S	0,04±0,01	0,06±0,01	0,07±0,01	0,06±0,01	0,06±0,01
Σ n-6	2,55±0,50	3,25±0,50	4,20±0,50	3,18±0,37	3,48±0,45
Σ n-3	1,56±0,23 <sup>a</sup>	2,11±0,23 <sup>b</sup>	2,14±0,23 <sup>b</sup>	1,50±0,17 <sup>a</sup>	2,10±0,20 <sup>b</sup>
Σ n-6 /n-3	2,12±0,23	1,54±0,231	2,13±0,23	2,00±0,17	1,86±0,21
Σh	26,56±1,78 <sup>a</sup>	32,00±1,78 <sup>ab</sup>	36,87±1,78 <sup>b</sup>	33,44±1,30	30,18±1,54
ΣH	37,76±2,82	34,62±2,82	31,51±2,82	33,74±2,06	35,53±2,53
h/H	0,78±0,13	0,92±0,13	1,23±0,13	1,05±0,10	0,86±0,12

a, b Literales diferentes entre dietas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ); a, b Literales diferentes entre sexo indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ); y, z Literales diferentes entre dietas indican diferencia significativa ( $p < 0,001$ ). Σh= Hipocolesterolemia (Suma de C18:1 (n-9), C18:2 (n-6), C18:3 (n-3)), ΣH= Hipercolesterolemia (Suma de C12:0, C14:0, C16:0).

el contenido del ácido alfa-linoléico, obteniendo valores más altos las hembras. Los cocientes de PUFA/SFA,  $n-6/n-3$  y h/H (hipocolesterolemia/hipercolesterolemia) son comúnmente usados para evaluar el valor nutricional y consumo saludable de la grasa de la carne (Orellana, Peña, García, Perea, Martos, Domenech et al., 2009). Los valores encontrados para Poliinsaturados/Saturados en este trabajo resultaron bajos a lo recomendado, mientras que la relación  $n-6/n-3$  estuvo dentro de lo recomendado. Los valores de h/H obtenidos en la carne variaron de 0,78 a 1,23 y no fueron afectados por la dieta ni por el sexo, sin embargo resultaron bajos respecto de los recomendados. (British Department of Health, 1994)

### Grasa subcutánea

La composición de los ácidos grasos en la grasa subcutánea se muestra en el Cuadro 11. En relación con el porcentaje de cada ácido graso saturado, no se observó efecto significativo por el tipo de alimentación ni por el sexo; sin em-

bargo, el total de la suma de los mismos disminuyó significativamente ( $p < 0,05$ ) a medida que se incrementó el nivel de harina de moringa. Estos valores son altos comparados con lo reportado para la grasa dorsal de la raza Cinta Senense alimentados con un concentrado comercial. (Pugliese, Bozzi, Campodoni, Acciaio-li, Franci y Gandini, 2005)

La grasa subcutánea de los cerdos que fueron alimentados con 40% de harina de moringa mostraron niveles más altos de ácido palmítico (C16:1  $n-7$ ), araquidónico (C20:4  $n-6$ ) ( $p < 0,01$ ), ácido alfa-linoléico (C18:3  $n-3$ ) y por consiguiente, mayor contenido de ácidos monoinsaturados ( $p < 0,05$ ), cuando se comparó con las dietas sin moringa y con 20% de harina de moringa. Asimismo, el sexo afectó los niveles del ácido palmítico (C16:1  $n-7$ ), linoléico (C18:3  $n-3$ ), araquidónico (C20:4  $n-6$ ) y ácidos poliinsaturados ( $p < 0,05$ ) de la grasa subcutánea, en favor de las hembras. Los valores encontrados para la relación poliinsaturados/saturados para la grasa subcutánea fueron bajos frente a lo

**Cuadro 11.** Composición de los ácidos grasos (%) de la grasa subcutánea

Variables	Dietas			Sexo	
	Control	20-HMO	40-HMO	MC	H
C11:0	0,31±0,06	0,34±0,06	0,32±0,06	0,34±0,05	0,30±0,06
C12:0	2,96±0,64	2,92±0,64	2,33±0,64	2,92±0,47	2,55±0,57
C14:0	21,43±4,87	18,39±4,87	16,38±4,87	17,63±3,56	19,84±4,36
C16:0	25,50±1,44	24,89±1,44	22,06±1,44	22,37±1,05	25,93±1,29
C16:1 (n-7)	0,23±0,09 <sup>x</sup>	1,21±0,09 <sup>y</sup>	1,93±0,09 <sup>z</sup>	0,92±0,06 <sup>a</sup>	1,33±0,08 <sup>b</sup>
C18:0	17,52±2,61	15,28±2,61	11,85±2,61	14,58±1,91	15,18±2,34
C18:1 (n-9)	15,99±2,77	20,44±2,77	24,91±2,77	22,52±2,02	18,37±2,48
C18:2 (n-6)	1,51±0,24	1,35±0,24	2,01±0,24	1,54±0,17	1,70±0,21
C18:3 (n-3)	2,16±0,29 <sup>a</sup>	2,46±0,29 <sup>ab</sup>	3,43±0,29 <sup>b</sup>	2,15±0,21 <sup>a</sup>	3,22±0,26 <sup>b</sup>
C20:4 (n-6)	1,36±0,16 <sup>y</sup>	1,47±0,16 <sup>y</sup>	3,99±0,16 <sup>z</sup>	2,01±0,11 <sup>a</sup>	2,54±0,14 <sup>b</sup>
ΣSFA	67,74±2,52 <sup>a</sup>	61,85±2,52 <sup>ab</sup>	52,96±2,52 <sup>b</sup>	57,87±1,84	63,83±2,25
Σ MUFA	17,21±2,87 <sup>a</sup>	23,13±2,87 <sup>ab</sup>	30,85±2,87 <sup>b</sup>	25,46±2,10	22,00±2,57
Σ PUFA	4,06±0,48	3,81±0,48	5,45±0,48	3,69±0,35 <sup>a</sup>	5,18±0,43 <sup>b</sup>
Σ P/S	0,05±0,01 <sup>a</sup>	0,06±0,01 <sup>ab</sup>	0,10±0,01 <sup>b</sup>	0,06±0,01	0,08±0,01
Σ n-6	2,87±0,33 <sup>y</sup>	2,82±0,33 <sup>y</sup>	6,01±0,33 <sup>z</sup>	3,55±0,24	4,25±0,29
Σ n-3	2,16±0,29 <sup>a</sup>	2,46±0,29 <sup>b</sup>	3,43±0,29 <sup>b</sup>	2,15±0,21 <sup>a</sup>	3,22±0,26 <sup>b</sup>
Σ n-6/n-3	1,44±0,17	1,22±0,17	1,77±0,17	1,63±0,13	1,32±0,15
Σh	19,67±2,96	24,26±2,96	30,36±2,96	26,22±2,16	23,31±2,65
ΣH	49,91±4,46	46,22±4,46	40,78±4,46	42,93±3,99	48,34±3,25
h/H	0,40±0,13	0,59±0,13	0,77±0,13	0,64±0,09	0,54±0,11

a, b Literales diferentes entre dietas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ); a, b Literales diferentes entre sexo indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ); x, y, z Literales diferentes entre dietas indican diferencia significativa ( $p < 0,001$ ). Σh= Hipocolesterolemia (Suma de C18:1 (n-9), C18:2 (-6), C18:3 (n-3)), ΣH= Hipercolesterolemia (Suma de C12:0, C14:0, C16:0).

recomendado, a diferencia del cocienten-6/n-3 que estuvo dentro de la relación normal. En tanto la dieta y el sexo no afectaron los valores de hipocolesterolemia/hipercolesterolemia de la grasa subcutánea; dichos valores resultaron inferiores cuando fueron comparados con lo obtenido para la carne, esta diferencia se debe a la mayor cantidad de ácidos grasos saturados encontrados en la grasa subcutánea.

### Caracterización genética

#### Heterocigosidad observada (Ho) y esperada (He) por poblaciones

El rango de alelos, Ho y He por población estudiada se presenta en el Cuadro 12. El rango de alelos fue muy similar entre poblaciones, encontrándose 8,1 para la población de cerdos de Campeche, hasta 8,9 para la población de cerdos de Yucatán. En cuanto a los valores de Ho, tanto la población de cerdos de Yucatán como la de Quintana Roo fueron muy parecidos (0,49); sin embargo, la población de cerdos de Campeche presentó los valores más altos

con 0,59. Cuando se analizaron los valores de He la población de cerdos de Yucatán presentó los valores más bajos con 0,518, mientras que los mejores valores correspondieron a la población de cerdos de Campeche con 0,64, resultando intermedio para los cerdos de Quintana Roo (0,59). Lemus-Flores, Ulloa-Arvizu, Ramos-Kuri, Estrada y Alonso (2001) encontraron valores de Ho de 0,66 y 0,28 en poblaciones de cerdo pelón de Tabasco y Veracruz, respectivamente; todos los demás valores obtenidos para las diferentes poblaciones de cerdos pelón coincidieron con los valores obtenidos para los cerdos en general de la península de Yucatán encontrados en el presente trabajo.

**Cuadro 12.** Niveles de heterocigosidad y rango de alelos por cada población estudiada

Población	N	Rango de alelos	Ho	D.S.	He	D.S.
CAMPECHE	10	8,10	0,593	0,054	0,640	0,174
QUINTANA ROO	11	8,20	0,494	0,050	0,599	0,240
YUCATÁN	31	8,90	0,496	0,029	0,518	0,262

N= número de muestra; D.S.= desviación estándar.

### Matriz de distancias genéticas de Nei entre poblaciones

En el Cuadro 13 se observan los valores de las distancias genéticas de Nei entre las tres poblaciones de Cerdo Pelón Mexicano estudiadas en la península de Yucatán. Los resultados indican que las poblaciones de Quintana Roo y Yucatán, genéticamente se consideran muy próximas, mientras que el grupo poblacional de Campeche estuvo más distante genéticamente. Por su parte, Lemus-Flores et al. (2001) al observar las distancias genéticas en 7 poblaciones de Cerdo Pelón Mexicano reportan mayor cercanía entre las poblaciones de Nayarit con Guerrero y Tabasco. Estos resultados se deben probablemente a la cercanía geográfica, lo que ocasiona posiblemente un intercambio de animales, proporcionando una distancia menor entre estos cerdos.

### Comportamiento sexual y calidad seminal de los sementales

El comportamiento de los reproductores durante el entrenamiento a la monta al maniquí (Figura 3) también es importante, toda vez que la respuesta de los sementales a la presencia de un potro puede ser diferente, lo que aumen-

taría los costos en los centros de inseminación con muchos verracos. Además, el correcto manejo es una característica a tener presente para el bienestar animal (Poto, Peinado, Rosique, Martínez y Barba, 2000). El estudio de la conducta sexual permite en el caso de los sementales de razas porcinas locales, diseñar alternativas de manejo que influyan sobre el bienestar y mejor aprovechamiento del animal con vistas a su utilización en el establecimiento de bancos de germoplasma o su posible uso en la inseminación artificial en programas de conservación genética. En el Cuadro 14 se aprecia que el Tiempo de Interés Sexual promedio fue de un minuto (0,985 mín.), debido a que esta variable es utilizada en los cerdos, este valor es muy bajo en relación con lo reportado para el cerdo ibérico con 7 minutos (Sereno, 2002). El Tiempo de Reacción (TR) fue de 2,02 minutos; al respecto, Poto et al. (2000) observaron en sementales Chato Murciano recién llegados a la pubertad (10 meses) un menor tiempo de reacción (3,5 segundos) frente a los adultos (9-65 segundos) con edades de 2-12 años, señalando que existe relación directa entre la edad y esta característica. En sementales púberes del cerdo Ibérico se ha reportado un tiempo de reacción de 5 minutos (Sereno, 2002). Por otro lado, para la variable Tiempo de Eyacuación (TE), el valor encontrado fue de 4,94 minutos, estos valores son inferiores a los observados por Leman y Rodeffer (1976) y Poto

Cuadro 13. Matriz de distancias genéticas de Nei (1972)

Población	CAMPECHE	QUINTANA ROO	YUCATÁN
CAMPECHE	-		
QUINTANA ROO	0,034	-	
YUCATÁN	0,064	0,057	-



Figura 3. Macho Cerdo Pelón previo a la colecta seminal.

**Cuadro 14.** Estadísticos descriptivos generales para las variables de comportamiento sexual de sementales

Variables	n	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	C.V.
PC <sup>1</sup> (kg)	10	63,10	35,00	100,00	24,00	38,00
TIS <sup>2</sup> (min.)	149	0,99	0,20	2,60	0,49	49,50
TR <sup>3</sup> (min.)	73	2,02	0,20	4,80	0,88	43,80
TE <sup>4</sup> (min.)	70	4,94	2,60	7,20	1,26	25,50

1 Peso corporal, 2 Tiempo de interés sexual, 3 Tiempo de reacción, 4 Tiempo de eyaculación, n = Número de observaciones.

et al. (2000), al encontrar tiempos de 5-6 y 5-8 minutos, respectivamente.

En lo que respecta a las variables de calidad seminal (Cuadro 15), se colectaron un total de 51 eyaculados provenientes de 6 verracos que respondieron satisfactoriamente al adiestramiento de la monta del maniquí. De manera general, se observan valores promedio para el volumen espermático (53,2 ml), número total de espermatozoides por eyaculado ( $12,6 \times 10^9$  espermatozoides) y morfoanomalias (5,5%); estos valores son inferiores a los observados para razas porcinas especializadas (Rozeboom, 2002). Estos valores también indican que el semen de los animales estudiados son aptos para utilizarlos en inseminación artificial, ya que se encuentran de manera general dentro de los rangos exigidos para inseminación en razas comerciales (MAGAPOR, 1999). La motilidad individual observada estuvo cercana al 85%. En lo que respecta al grado de variabilidad observamos valores en la motilidad individual, motilidad masal e integridad del acrosoma (6,3%, 20,9% y 0,95%, respectivamente), lo que muestra la estabilidad de estas variables. Por el contrario, en el porcentaje de formas anormales observamos una gran variación entre eyaculados (60,2%) debido a la naturaleza de la variable.

### Impacto social. De la indiferencia a la revalorización social

Durante el tiempo que lleva en funcionamiento el programa de conservación del cerdo pelón en Yucatán han intervenido directa e indirectamente: estudiantes de licenciatura y posgrado del Instituto Tecnológico de Conkal, investigadores de diferentes instituciones nacionales y extranjeras, instituciones diversas como: el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), el Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica (COSNET), la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria (DGETA), la Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST), la Fundación Produce Yucatán, A.C., la Fundación Quintana Roo Produce, A.C., la Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo-Subprograma XII-H (CYTED) y la Red de Conservación de la Biodiversidad de Animales Domésticos Iberoamericanos (Conbiand).

La revaloración del cerdo pelón ha impactado en grado tal que programas públicos, como los que impulsa la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación del Gobierno Federal, la Secretaría de Fomento Agropecuario y Pesquero del Gobierno del Estado de Yucatán, el Programa de Apoyo a las Culturas Municipales y Comu-

**Cuadro 15.** Estadísticos descriptivos de las variables seminales

Variables	n	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	C.V.
Volumen (ml)	51	53,20	8,00	120,00	26,20	49,20
Concentración espermática ( $\times 10^6$ )	51	271,00	27,50	480,00	125,50	46,30
Motilidad masal (0-4)	51	3,10	1,00	4,00	0,70	20,90
Motilidad individual (%)	51	80,40	65,00	85,00	5,10	6,30
Morfoanomalías (%)	51	5,50	2,00	16,00	3,30	60,20
Integridad del acrosoma (%)	51	99,10	97,00	100,00	0,94	0,95
Número total de espermatozoides ( $\times 10^9$ )	51	12,60	1,90	30,80	6,70	53,20

n = Número de eyaculados.



nitarias de la Dirección General de Culturas Populares del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes en coordinación con el Instituto de Cultura de Yucatán, el Programa Integral de Desarrollo Comunitario “Comunidad Diferente” del DIF-Gobierno del Estado de Yucatán, el Departamento de Desarrollo Económico del Ayuntamiento de Mérida, entre otros, han financiado proyectos sociales para apoyar a productores rurales mediante la donación de paquetes de animales para pie de cría, impartición de cursos y talleres de capacitación, con el fin de contribuir en la seguridad alimentaria de dichas comunidades (Cuadro 16). Esta situación ha permitido fomentar el trabajo comunitario destacándose el papel de las mujeres en 80% de los casos, mejorar la nutrición familiar a bajo costo, proporcionar un ingreso económico adicional, incrementar número de cerdos en la península de Yucatán y despertar un interés comercial cada vez mayor por este genotipo local como pie de cría o como alimento con características diferenciadas, por lo que empieza a ser de interés también en productores organizados. Ante ello, cobra importancia la porcicultura no convencional, que impacta directamente a los productores rurales de es-

casos recursos económicos, tal como la cooperativa “Integradora Nacional de Criadores de Cerdos Criollos, S.C. de R.L”, que se constituyó legalmente en noviembre de 2006. De los resultados obtenidos del programa de conservación se destaca la tecnología e innovaciones generadas, que servirán para diseñar un paquete tecnológico que se pueda aplicar en las diferentes regiones rurales de la península de Yucatán.

### Costos de alimentación

En el Cuadro 17 se muestra el costo promedio utilizado en la alimentación total por cerdos por dieta en un experimento, desde el peso vivo inicial ( $12 \pm 2$  kg) hasta el peso final que coincidió con el sacrificio ( $47,83 \pm 7,42$ ). Por cada cerdo alimentado con una dieta que utilizó como nivel de inclusión a la *Mucuna pruriens* se ahorraron \$85,20, y *Thitonia diversifolia* con \$14,14, con respecto a los que consumieron la dieta comercial. El costo promedio de alimentación con dietas no convencionales observadas en el presente trabajo resultaron menos baratas que las reportadas por González et al. (1997) cuando alimentaron cerdos mejorados y reemplazaron el maíz por el 100% de yuca amarga deshidratada y molida, con una disminución en el costo

**Cuadro 16.** Impacto social del programa de conservación del cerdo pelón

Comunidad	Estado	Beneficiarios		Tipo de Apoyo	Programa Social
		H	M		
Chulutan, Chemax	Yucatán		22	Pie de cría	DIF Yucatán
Xalau, Chemax	Yucatán		20	Pie de cría	DIF Yucatán
Chumbec, Sudzal	Yucatán	4	15	Asesoría	DIF Yucatán
Howitz, Tekax	Yucatán	14	11	Donación	IT Conkal
Chacmultun, Tekax	Yucatán		12	Donación	IT Conkal
San Luis, Tekax	Yucatán		16	Donación	IT Conkal
Acanceh	Yucatán	5	5	Aparcería	IT Conkal
Dzununcan, Mérida	Yucatán	6	1	Pie de cría	Ayuntamiento Mérida
Tixkagal, Mérida	Yucatán	1	4	Pie de cría	Ayuntamiento Mérida
Miguel Hidalgo	Q. Roo	2		Taller	FUQROOP
Buena Fe	Q. Roo		4	Pie de cría FUQROO	FUQROOP
Aron Merino	Q. Roo		5	Pie de cría	FUQROOP
Reforma	Q. Roo	6	10	Taller	FUQROOP

**Cuadro 17.** Costo promedio de alimentación por cerdo desde 12 hasta 47 kg de PV.

	Concentrado Comercial	<i>Thitonia diversifolia</i>	<i>Brissimon alicastru</i>	<i>Mucuna pruriens</i>
CPA	724,62	710,48	750,29	639,42

CPA= Costo promedio de alimentación en \$.

de alimentación del 23,56% comparada con su dieta convencional (harina de pescado, aceite de palma, sal, fosfato dicálcico) sin que afectara la ganancia diaria de peso, el consumo promedio diario y la conversión alimenticia. Pero cuando remplazaron nuevamente el 100% del corno de ocumo chino deshidratado y molido, disminuyó la ganancia diaria de peso, pero el costo de su ración fue 3,59% menor que la dieta convencional. Lo anterior, aunado a los resultados obtenidos en el presente trabajo, indica que aunque la disminución en los costos promedio de alimentación por cerdos fue mínima, se abre una posibilidad para seguir investigando en la sustitución parcial de cereales de importación por fuentes alternativas de alimentación, sobre todo en regiones tropicales.

## CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

El programa para la conservación del cerdo pelón en Yucatán puesto en funcionamiento en el año 2000 ha tenido avances importantes, que se reflejan en la recuperación de la raza, revalorización social y en el interés comercial que ha despertado. Por ello se utiliza ya como política pública a nivel estatal y municipal, como apoyo en la seguridad alimentaria del área rural. Sin embargo, es necesario continuar con el programa de conservación para atender las etapas pendientes, tales como: la implementación de la conservación ex situ vía banco de germoplasma y a la generación de un paquete tecnológico innovador.

El modelo innovador tiene dos vertientes:

- 1) Generar conocimiento tecnológico que permita recomendar un sistema de producción porcina sustentable, basado en la utilización de recursos propios, que contribuya en la conservación in situ y ex situ de la biodiversidad y de la seguridad alimentaria de las comunidades rurales, además de reducir el impacto ambiental con el uso del sistema alternativo y prescindir del excesivo uso de agua y la consecuente reducción de la contaminación de los mantos freáticos.

- 2) Generar información para los productores organizados que permita evaluar, conservar y multiplicar una especie local en peligro, que en este momento está siendo rescatada

y criada por productores rurales, pero sin el manejo genético adecuado. Al mismo tiempo, reducir los costos de producción en los conceptos de alimentación con el uso de especies vegetales locales que tienen una composición química tal que permite niveles aceptables de consumo y digestibilidad de la materia seca y proteína, con aceptable comportamiento productivo en los cerdos.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Tecnológico Nacional de México, Red CYTED-Conbiand Iberoamericana y Mexicana, al fondo Conacyt-SAGARPA, a la Fundación Produce Yucatán, a la Fundación Quintana Roo Produce, por el financiamiento recibido en diferentes proyectos que se han realizado para el programa de conservación del cerdo pelón en Yucatán.

## REFERENCIAS

- Botsoglou, E.; Govaris, A.; Ambrosiadis, I.; Fletouris, D. & Botsoglou, N. (2014). Effect of olive leaf (*Olea europea* L.) extracts on protein and lipid oxidation of long-term frozen n-3 fatty acids-enriched pork patties. *Meat Science*, 98, 150-157.
- Bressani, R. (1989). Revisión sobre la calidad del grano de frijol. *Archivo Latinoamericano de Nutrición*. 39: 419-442.
- British Department of Health. (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report of the cardiovascular review group, Committee on Medical Aspects of Food Policy. HMSO, London.
- Cardellino, R. (2005). Importancia de los recursos genéticos animales locales; perspectiva global. En: *Diálogo sobre Recursos Genéticos Animales en la Agricultura*. Memoria. Montelimar, Nicaragua. 16-21.
- Conbiand Iberoamérica. (2008). Red CYTED XII-H/Red Conbiand diez años de experiencia en la conservación y uso de los recursos zoogenéticos iberoamericanos. Recuperado el 15 de mayo de 2014. Proviene de <http://www.uco.es/conbiand/pdf/argentina2008.pdf>
- Conargen. (1998). Consejo Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios. Programa Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios. Memoria. México, D.F. 41 pp.
- Corino, C.; Magni, S.; Pagliarini, E.; Rossi, R.; Pastorelli, G. & Chiesa, L.M. (2002). Effects of dietary fats on meat quality and sensory characteristics of heavy pig loins. *Meat Science*, 60, 1-8.
- CYTED. (1999). Informe Anual de la Red XII-H. Recuperado el 15 de mayo de 2014. Proviene de: <http://www.uco.es/grupos/cyted>
- Díaz, Z.I. (2005). Estudio de la canal del cerdo pelón mexicano con una dieta no convencional. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico Agropecuario N° 2, Conkal, Yucatán, México. 99 pp.
- Enfield, F.D. & Whatley, J.A. (1961). Heritability of carcass length, carcass backfat thickness and loin lean area in swine. *J Anim Sci*. 20:631-634.
- Estévez, M., Morcuende, D., & Cava-López, R. (2003). Physico-chemical characteristics of *M. Longissimus dorsi* from three lines of free-range reared Iberian pigs slaughtered at 90 kg live-weight and commercial pigs: a comparative study. *Meat Science*, 64, 499-506.

- FAO. (1998). Secondary guidelines for Development of National Farm Animal genetic Resources Management Plans: Management of small populations at risk, FAO. Rome.
- FAO. (2012). Cada semana se pierden dos razas de animales domésticos. Recuperado el 15 de mayo de 2014. Proviene de: <https://es-es.facebook.com/notes/honrar-la-vida-amores-de-4-patas/cada-semana-se-pierden-dos-razas-de-animales-domesticos-un-nuevo-informe-lanza-1/380028765404086>
- FAO-DAD-IS. (2014). Sistema de Información sobre la Diversidad de los Animales Domésticos. Recuperado el 28 de mayo de 2014. Proviene de: <http://dad.fao.org/>
- García, E.C.L. & Bressani, R. (2006). Efecto de diversos tratamientos en la cocción del frijol *Mucuna* sobre el contenido de L-Dopa. Revista electrónica Scielo. Archivos Latinoamericanos de Nutrición.
- González, C.; Díaz, I.; León, M.; Vecchionacce, H.; Blanco, A. & Ly, J. (2002). Growth performance and carcass traits in pigs fed sweet potato (*Ipomoea batatas* [Lam.] L) root meal. Livestock Research for Rural Development. 14(6).
- González, C.; Vecchionacce, H.; Díaz, I.; & Ortiz, V. (1997). Utilización de harina cruda de raíz de yuca (*Manihot esculenta* C.) y harina cruda de cormos de ocumo chino (*Colocasia esculenta* C.) en la alimentación de cerdos. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5 (1), 277-279.
- Leman, A.D. & Rodeffer, H.E. (1976). Boar Management. Veterinary Record 98 (23), 457-459.
- Lemus-Flores, C.; Ulloa-Arvizu, R.; Ramos-Kuri, M.; Estrada, F.J. & Alonso, R.A. (2001). Genetic analysis of Mexican hairless pig populations. American Society of Animal Science. 79: 3021-3026.
- Magapor, S.L. (1999). Manual de Inseminación Artificial Porcina. Zaragoza, España. 31 pp.
- Marchello, M.J.; Cook, N.K.; Johnson, V.K.; Slinger, W.D.; Cook, D.K. & Dinusson, W.E. (1984). Carcass quality, digestibility and feedlot performance of swine fed various levels of sunflower seed. J Anim Sci. 58 (5): 1205-1210.
- Mariante, A. (2008). El plan de acción mundial de la FAO. Sobre los recursos zoogenéticos y su perspectiva de aplicación en Latino América y el Caribe. En: Memorias del IX Simposio Iberoamericano sobre conservación y utilización de recursos zoogenéticos. Mar del Plata, Argentina. 23-34.
- Méndez, M.R.D.; Becerril, H.M.; Rubio, L.M. & Delgado, S.E.J. (2002). Características de la canal del Cerdo Pelón Mexicano, procedente de Mizantla, Veracruz, México. Revista Vet. Méx. 33(1):27-37.
- Merlos, B.M.T.; Villagómez, Z.D.A.F.; Sánchez, C.D.R.; Ayala, V.M.A.; García, J.G.; Guerrero, Q.L.A. & Taylor, P.J.J., (2005). Calidad de la canal del cerdo peón mexicano (*Sus scrofa*) en un sistema de producción semitecnificado. XVI semana de la investigación científica. Avances en la investigación científica en el CUCBA.
- Miller, M.P. (1997). Tools for populations genetic analyses (TFPGA) v. 1.3. A Windows program for the analysis of alloenzyme and molecular population genetic data. Computer software distributed by author.
- Orellana, C.; Peña, F.; García, A.; Perea, J.; Martos, J.; Domech, V. & Acero, R. (2009). Carcass characteristics, fatty acid composition, and meat quality of Criollo Argentino and Braford steers raised on forage in a semi-tropical region of Argentina. Meat Science, 81, 57-64.
- Pérez, P.T.; Ruiz, J.; Tejada, J.F. & Antequera, T. (2009). Subcutaneous and intramuscular lipid traits as tools for classifying Iberian pigs as a function of their feeding background. Meat Science, 81, 632-640.
- Perezgrovas, R.; Zaragoza, L. & Rodríguez, G. (2011). 1ª Reunión de coordinación del grupo focal México de la red Conbiand. Informe Ejecutivo. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. México. 44 pp.
- Poto, A.; Peinado, B.; Rosique, M.; Martínez, M. & Barba, C. (2000). Comportamiento del cerdo chato murciano frente al maniquí en la sala de extracción de semen. Estudio preliminar de la libido. Archivos de Zootecnia 49 (185-186), 87-93.
- Pugliese, C.; Bozzi, R.; Campodoni, G.; Acciaioli, A.; Franci, O. & Gandini, G. (2005). Performance of CintaSenese pigs reared outdoors and indoors. 1. Meat and subcutaneous fat characteristics. Meat Science, 69, 459-464.
- Revidatti, M.A.; Capellari, A.; Delgado, B.J.V. & Prieto, P.N. (2005). Caracterización productiva del cerdo criollo del NEA basada en su performance en la faena. Comunicación científica y tecnológica. Universidad Nacional del Nordeste de Argentina.
- Rey, A.I.; Daza, A.; López-Carrasco, C. & López-Bote, C.J. (2006). Feeding Iberian pigs with acorns and grass in either free-range or confinement affects the carcass characteristics and fatty acids and tocopherols accumulation in *Longissimus dorsi* muscle and backfat, Meat Science, 73, 66-74.
- Rey, A.I.; Lopez-Bote, C.J. & Sanz-Arias, R. (1997). Effect of extensive feeding on  $\alpha$ -tocopherol concentration and oxidative stability of muscle microsomes from Iberian pigs. Animal Science, 65, 515-520.
- Romualdo, M.J.G. (2001). Caracterización morfoestructural del ovinio Pelibuey en el estado de Yucatán. En: Memorias CD del XII Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. DGETA. Conkal, Yuc.
- Rozeboom, K.J. (2002). Evaluating boar semen quality. Animal Science Facts. North State Carolina University College of Agriculture and Life Sciences. Recuperado el 15 de mayo de 2014. Proviene de: <http://mark.asci.ncsu.edu/Publications/factsheets/812S.pdf>
- Sanboga, O.R. & Owen, B.A.A. (1992) El cerdo Zungo. Boletín de información sobre recursos genéticos animales 9. FAO. 77-84.
- Santos, R.R.H. & Abreu, S.E.J. (1995). Evaluación nutricional de la *Leucaena leucocephala* y del *Brosimum alicastrum* y su empleo en alimentación en cerdos. Revista Vet. Méx. 26(1), 51-57.
- SAS. (1996). SAS User's Guide: statistics v. 6.3 Cary, North Carolina, USA.
- Scheaffer, R.; Mendenhall, W. & Ott, L. (1987). Elementos de muestreo. Grupo Editorial Iberoamérica. Méx, D.F. 321 pp.
- Sereno, J.R.B. (2002). Caracterización del cerdo ibérico por la aptitud sexual del macho. Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba, Córdoba, España. 157.
- Sierra, V.A. (2000). Conservación genética del cerdo pelón en Yucatán y su integración a un sistema de producción sostenible: primera aproximación. Archivos de Zootecnia, 49(187): 415-421.
- Sierra, V.A. (2010). Rescate y conservación del cerdo pelón en Yucatán. En: Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. Editores: Rafael Durán García y Martha Elena Méndez García.
- Sierra, V.A.; Ortiz, O.J.; Hernández, Z.J.; Canul, S.M.; Sereno, R.J.; Mariante, A. et al. (2014). Conservación y utilización sustentable del cerdo pelón en Yucatán, México. En: Las razas porcinas iberoamericanas: un enfoque etnozootécnico. Instituto Federal Baiano. Brasil. pp. 159-179.
- Trejo, L.W. (2005). Strategies to improve the use of limited nutrient resources in pig production in the tropics. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics. 85.