

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NAYARIT
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION



**“CRECIMIENTO Y CALIDAD DE LA CANAL DE
CERDOS PELON MEXICANO y YORK-LANDRACE EN
CONFINAMIENTO Y PASTOREO”**

TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRIA EN BIOLOGIA DE LA PRODUCCION AGROPECUARIA

PRESENTA:
MARCELINO BECERRIL HERRERA

ASESORES: DR. CLEMENTE LEMUS FLORES
DR. JOSE G. HERRERA HARO
DR. EVERARDO BECERRA BERNAL

COMPOSTELA, NAYARIT, MARZO DE 2004

Compostela, Nayarit; 21 de enero de 2004

M.V.Z. POMPILIO ARTEAGA NOCHEBUENA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA
P R E S E N T E . -

AT'n Dr. Clemente Lemus Flores
Subdirector de Posgrado e Investigación F.M.V.Z. UAN.

Los suscritos C. Dr. Clemente Lemus Flores, Dr. José Guadalupe Herrera Haro, Dr. Everardo Becerra Bernal, Dr. Arturo Aguirre Hernández; integrantes del consejo tutelar para revisar, ordenar y asesorar la tesis de Maestría en Ciencias del Posgrado en Biología de la Producción Agropecuaria, titulada: "CRECIMIENTO Y CALIDAD DE LA CANAL DE CERDOS PELON MEXICANO Y YORK-LANDRACE EN CONFINAMIENTO Y PASTOREO"

Que presenta ante el Honorable jurado calificador C.M.V.Z.

MARCELINO BECERRIL HERRERA

Comparecemos para manifestar que después de revisar su presentación y contenido, no existe inconveniente para continuar con los trámites legales de este proceso de obtención de Maestría en el área de Genética, por estar de acuerdo en los aspectos de forma y contenido.



ATENTAMENTE
CONSEJO TUTELAR



DR. CLEMENTE LEMUS FLORES

DR. JOSÉ GUADALUPE HERRERA H.



DR. EVERARDO BECERRA BERNAL



DR. ARTURO AGUIRRE HERNANDEZ

C.c.p.- Interesado



DEDICATORIA

A MIS PADRES:

NO SOLO APRENDI LO MÁS ESENCIAL DE USTEDES,
SINO MÁS DE LO QUE SOY CAPAZ DE DECIR.

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES:

Dr. Clemente Lemus Flores

Dr. José Guadalupe Herrera Haro

Dr. Everardo Becerra Bernal

Gracias por compartir sus conocimientos, experiencias e invadirme de grandes deseos de superación profesional y personal.

A HUGO, URIEL, JUAN Y EDUARDO:

Sin su amistad y apoyo no se hubiera recopilado la información necesaria para poder concluir este trabajo.

AL PERSONAL DOCENTE Y ADMINISTRATIVO DE LA FMVZ-UAN:

Gracias por esa enorme disponibilidad y deseos de ayudar, pero principalmente por su amistad.

A JULIETA, ALFONSO, ERENDIRA Y MARA:

Siempre me acuerdo de ustedes, gracias por llenarme de alegría.

**"CRECIMIENTO Y CALIDAD DE LA CANAL DE CERDOS PELON MEXICANO y
YORK-LANDRACE EN CONFINAMIENTO Y PASTOREO"**

INDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA . . . . .	.i
AGRADECIMIENTOS . . . . .	.ii
INDICE GENERAL . . . . .	.1
INDICE DE CUADROS . . . . .	.3
INDICE DE GRAFICAS . . . . .	.5
RESUMEN. . . . .	.6
SUMARY. . . . .	.8
1. INTRODUCCIÓN . . . . .	.10
1.1. HIPÓTESIS . . . . .	.12
1.2. OBJETIVOS . . . . .	.13
- 1.2.1. Objetivo general . . . . .	.13
1.2.2 Objetivos específicos . . . . .	.13
2. REVISIÓN DE LITERATURA. . . . .	.14
2.1 Antecedentes históricos del cerdo . . . . .	.14
2.2 Historia del cerdo Pelón Mexicano . . . . .	.14
2.3 Características fenotípicas del cerdo Pelón Mexicano. . . . .	.15
2.4 Sistemas de producción de la porcicultura . . . . .	.16
2.5 Crecimiento del ganado porcícola . . . . .	.18

2.6	Zoometría del cerdo	.24
2.7	Calidad de la canal	.26
2.8	Calidad de la carne	.28
3.	MATERIAL Y MÉTODOS	.47
3.1	Área de estudio	.47
3.2	Manejo del material experimental.	.47
3.3	Tipos de alimentación	.48
3.4	Estimación de los parámetros de crecimiento	.49
3.5	Caracterización morfométrica	.50
3.6	Determinación de la digestibilidad aparente ileal y fecal	.52
3.7	Evaluación y características de la canal	.54
3.8	Análisis estadísticos	.58
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	.60
4.1	Análisis Químico Proximal del Pasto Insurgente (<i>Brachiaria brizantha</i>)..	.60
4.2	Pesos Acumulados del CPM y Y-L	.61
4.3	Ganancias de peso del CPM y Y-L	.63
4.4	Consumo diario de alimento por etapas del CPM y Y-L	.66
4.5	Morfometría e Índices Zoométricos del CPM y Y-L	.70
4.6	Digestibilidad Aparente Ileal y Total del CPM y Y-L	.92
4.7	Calidad de la canal del CPM y Y-L.	.95
4.8	Calidad de la carne del CPM y Y-L.	.103
5.	CONCLUSIONES	.109
6.	LITERATURA CITADA	.111
7.	ANEXOS	.120

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Comparación de la composición de la canal de los cerdos Landrace, Ibéricos y Pelón Mexicano. . . . .	.24
Cuadro 2. Especificaciones para la absorción atómica. . . . .	.54
Cuadro 3. Especificaciones para la emisión de flama.. . . .	.54
Cuadro 4. Porcentajes de los nutrientes principales encontrados en el pasto Insurgente (<i>Brachiaria brizantha</i>) . . . . .	.60
Cuadro 5. Pesos acumulados cada 28 días del CPM y Y-L en condiciones de Confinamiento y pastoreo.. . . .	.61
Cuadro 6. Ganancia de peso del CPM y Y-L en condiciones de confinamiento y pastoreo. . . . .	.64
Cuadro 7. Promedio de consumo diario de alimento (kg) por etapas del CPM y Y-L en condiciones de confinamiento y pastoreo. . . . .	.66
Cuadro 8. Conversión alimenticia del CPM y Y-L en condiciones de confinamiento y pastoreo. . . . .	.68
Cuadro 9. Morfometría del CPM y Y-L a los 63 días en condiciones de confinamiento y pastoreo. . . . .	.70
Cuadro 10. Índices zoométricos del CPM y Y-L a los 63 días en condiciones de confinamiento y pastoreo. . . . .	.72
Cuadro 11. Morfometría del CPM y Y-L a los 91 días en condiciones de confinamiento y pastoreo. . . . .	.74

Cuadro 12. Índices zoométricos del CPM y Y-L a los 91 días en condiciones de confinamiento y pastoreo. . . . .	.76
Cuadro 13. Morfometría del CPM y Y-L a los 119 días en condiciones de confinamiento y pastoreo. . . . .	.78
Cuadro 14. Índices zoométricos del CPM y Y-L a los 119 días en condiciones de confinamiento y pastoreo. . . . .	.80
Cuadro 15. Morfometría del CPM y Y-L a los 147 días en condiciones de confinamiento y pastoreo. . . . .	.82
Cuadro 16. Índices zoométricos del CPM y Y-L a los 147 días en condiciones de confinamiento y pastoreo. . . . .	.84
Cuadro 17. Morfometría del CPM y Y-L a los 175 días en condiciones de confinamiento y pastoreo. . . . .	.86
Cuadro 18. Índices zoométricos del CPM y Y-L a los 175 días en condiciones de confinamiento y pastoreo. . . . .	.89
Cuadro 19. Digestibilidad aparente ileal y total del CPM y Y-L en condiciones de confinamiento y pastoreo. . . . .	.92
Cuadro 20. Calidad de la canal de los CPM y Y-L en condiciones de confinamiento y pastoreo. . . . .	.95
Cuadro 21. Peso de las vísceras y otros del CPM y Y-L en condiciones de confinamiento y pastoreo. . . . .	.100
Cuadro 22. Calidad de la carne del CPM y Y-L en condiciones de confinamiento y pastoreo. . . . .	.104

INDICE DE GRAFICAS

	Página
Gráfica 1. Crecimiento del CPM y Y-L en confinamiento y pastoreo. . . . .	.63
Gráfica 2. GPF del CPM y Y-L en condiciones de confinamiento y pastoreo. . . . .	.65
Gráfica 3. Consumo de alimento por etapas en el CPM y Y-L en confinamiento y pastoreo . . . . .	.67
Gráfica 4. Aumento de alzada a la cruz del CPM y Y-L en confinamiento y pastoreo. . . . .	.90
Gráfica 5. Aumento de longitud corporal del CPM y Y-L en confinamiento y pastoreo. . . . .	.91
Gráfica 6. Digestibilidad aparente ileal y total del CPM y Y-L en confinamiento Y pastoreo . . . . .	.94
Gráfica 7. Porcentajes de cortes primarios, grasa, visceras y otros de los Y-L y CPM en confinamiento y pastoreo. . . . .	.103
Gráfica 8. pH del lomo y pierna a los 45 minutos postmortem en CPM y Y-L. . . . .	.107
Gráfica 9. Porcentajes de retención de agua en el CPM y Y-L. . . . .	.107

RESUMEN



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

El presente trabajo se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, dependiente de la Universidad Autónoma de Nayarit, en el municipio de Compostela, Nayarit, se emplearon 6 cerdos de la raza Pelón Mexicano en condiciones de pastoreo, (CPMP) 7 cerdos Pelón Mexicano en condiciones de confinamiento total (CPMC), 7 cerdos York-Landrace en condiciones de pastoreo (YLP) y 15 cerdos York-Landrace en condiciones de confinamiento (YLC). Se estudio el crecimiento; morfometría; digestibilidad aparente ileal y total; rendimiento y calidad de la canal. Al evaluar las variables indicadoras del crecimiento, se observaron diferencias significativas entre razas ($P < 0.001$) y no con el sistema de alimentación, donde los cerdos York-Landrace superan al Cerdo Pelón Mexicano con una ganancia de peso equivalente a 46.37 kg. La ganancia diaria de peso en los animales YLC promedio 820 gr. y en los YLP 850 gr. mientras que en los CPMC fue de 265 gr. y 214 gr. para los CPMP. En lo que se refiere a conversión alimenticia, los YLC reportaron 3.07:1 y los CPMC 5.03:1. Los valores referentes a morfometría y corregidos por la covariable peso vivo, indican la presencia de diferencia significativas entre razas y entre sistemas de alimentación ($p < 0.001$); los YL resultaron ser animales con el tren posterior más alto (alzada a la cruz 69.66 cm. vs. alzada a la grupa de 71.29 cm.), longilíneos (87.73 cm. de longitud corporal) y en general con un desarrollo lineal de las regiones medidas; por otro lado los animales Y-L sometidos a condiciones de pastoreo reportan un incremento en el desarrollo óseo sustentado con la existencia de diferencia significativas en los perímetros de las cañas anteriores (YLC 16.221 vs. YLP 17.095). Para el caso del CPM las regiones evaluadas morfométricamente presentaron estadísticamente un desarrollo lineal inferior al de las razas mejoradas genéticamente; pero nos indicaron que el CPM es un animal que tienen el tren anterior más alto (alzada a la cruz 68.24 cm. vs. alzada a la grupa de 66.54 cm.), longilíneo (80.81 cm. de longitud corporal) y con gran circunferencia torácica (102.59 cm.), consecuencia de la deposición temprana de grasa dorsal; los animales de esta raza que pastorearon presentaron un incremento en el crecimiento del tejido óseo a nivel de las cañas posteriores (CPMC 10.10 vs. CPMP 10.853). Para la variable

digestibilidad ileal aparente existieron diferencias estadísticas entre razas y entre sistemas de alimentación: YLC 66.58%, YLP 57.84%, CPMC 52.38% y CPMP 15.19. Para la digestibilidad total aparente las diferencias estadísticas se dieron entre razas y solo en los CPM entre sistemas de alimentación: YLC 73.16%, YLP 75.51%, CPMC 80.25% y CPMP 29.88%. Los indicadores de la calidad de la canal mostraron diferencias estadísticas entre razas y sistemas de alimentación para las siguientes variables: rendimiento de cortes primarios (YLC 57.19%; YLP 53.57%, CPMC 35.34% y CPMP 39.44%); cobertura de grasa dorsal a nivel de la décima costilla (YLC 28.79 cm., YLP 23.53 cm., CPMC 36.26 cm. y CPMP 31.95 cm.); cobertura de grasa a nivel de última costilla (YLC 24.84 cm., YLP 16.98 cm., CPMC 35.47 cm. y CPMP 29.36 cm.) y cobertura de grasa a nivel de la última vértebra lumbar (YLC 30.61 cm., YLP 22.49 cm., CPMC 37.71 cm. y CPMP 31.02 cm.). Los animales de ambas razas mantenidas en condiciones de confinamiento alcanzaron los valores más altos y más bajos para las siguientes variables: peso canal caliente (YLC 73.08 kg y CPMC 59.57 kg), rendimiento en canal (YLC 77.14% y CPMC 61.01%) y peso de los cortes primarios (YLC 54.51 kg y CPMC 36.06 kg). Los animales de ambas razas en condiciones de pastoreo presentaron los valores más altos para la variable longitud de la canal (YLP 93.92 cm. y CPMP 69.40 cm.). En las variables de peso y longitud de la pierna las diferencias estadísticas solo se presentan entre razas. Para el peso y longitud de las vísceras, únicamente en el peso de las patas (YLC 1.45 kg, YLP 1.66 kg, CPMC 1.35 kg y CPMP 1.53 kg) y curvatura mayor del estómago (YLC 41.28 cm., YLP 47.41 cm., CPMC 46.32 cm. y CPMP 57.97 cm.). Las demás variables solo indican diferencias entre razas. En las variables evaluadas que indicaron la calidad de la carne (pH, color, marmoleo y capacidad de retención de agua) no se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos.

SUMMARY

The present study was performed out in the Ability of Veterinary Medicine and Zootechnical, clerk of the Autonomous University of Nayarit, in the municipality of Compostela, Nayarit, 6 pigs of the race Hairless Mexican were used under pasturing conditions (CPMP), 7 pigs Hairless Mexican under conditions of total confinement (CPMC), 7 pigs York-Landrace under pasturing conditions (YLP) and 15 pigs York-Landrace under confinement conditions (YLC). One studies the growth; morfometer; digestibility apparent ileal and total; yield and carcass quality. When evaluating the indicative variables of the growth, significant differences were observed among races ($P < 0.001$) and not with the feeding system, where the pigs York-Landrace they overcome the pig Hairless Mexican with a gain of equivalent weight to 46.37 Kg. The daily gain of weight in the animal YLC average 820 gr. and in the YLP 850 gr. while the CPMC was of 265 gr. and 214 gr. for the CPMP. In what refers to nutritional conversion, the YLC reported 3.07:1 and the CPMC 5.03:1. The relating values to morfometer and corrected by the covariable weight live, they indicate the presence of significant differences among races and among feeding systems ($P < 0.001$); the YL turned out to be animal with the highest later train (run off with to the cross 69.66 cm. vs. run off with to the croup of 71.29 cm.), longitudinal animal (87.73 cm. of corporal longitude) and in general with a lineal development of the measured regions; on the other hand the animals YL subjected to pasturing conditions they report an increment in the bony development sustained with the existence of significant differences in the perimeters of the previous canes (YLC 16.221 vs. YLP 17.095). For the case of the CPM the regions evaluated morfometer presented an inferior lineal development statistically to that of the races improved genetically; but they indicated us that the CPM is an animal that has the highest previous train (run off with to the cross 68.24 cm. vs. run off with to the croup of 66.54 cm.), longitudinal animal (80.81 cm. of corporal longitude) and with great thoracic circumference (102.59 cm.), consequence of the early deposition of dorsal fat; the animals of this race that pastured presented an increment in the growth from the bony fabric to level of the later canes (CPMC 10.10 vs. CPMP 10.853). For the variable digestibility apparent ileal statistical

differences existed among races and among feeding systems: YLC 66.58%, YLP 57.84%, CPMC 52.38% and CPMP 15.19%. For the apparent total digestibility the statistical differences were given among races and only in the CPM among feeding systems: YLC 73.16%, YLP 75.51%, CPMC 80.25% and CPMP 29.88%. The indicators of the carcass quality showed statistical differences between races and feeding systems for the following variables: yield of primary cuts (YLC 57.19%; YLP 53.57%; CPMC 35.34% and CPMP 239.44%); covering of dorsal fat at level of the tenth rib (YLC 28.79 cm; YLP 23.53 cm; CPMC 36.26 cm. and CPMP 31.95 cm.); covering of fat at level of last rib (YLC 24.84 cm., YLP 16.98 cm., CPMC 35.47 cm. and CPMP 29.36 cm.) and covering of fat at level of the last lumbar vertebra (YLC 30.61 cm., YLP 22.49 cm., CPMC 37.71 cm. and CPMP 31.02 cm.). The animals of both races maintained under confinement conditions reached the highest and lower values for the following variables: weigh hot carcass (YLC 73.08 kg and CPMC 59.57 kg), carcass yield (YLC 77.14% and CPMC 61.01%) and the weight primary cuts (YLC 54.51 kg and CPMC 36.06 kg). The animals of both races under pasturing conditions presented the highest values for the variable carcass length (YLP 93.92 cm. and CPMP 69.40 cm.). In the variables of weight and length of the leg the alone statistical differences are presented among races. For the weight and viscera length, only for the weight of the paws (YLC 1.45 kg, YLP 1.66 Kg, CPMC 1.35 Kg and CPMP 1.53 Kg) and bend bigger than the stomach (YLC 41.28 cm., YLP 47.41 cm., CPMC 46.32 cm. and CPMP 57.95 cm.). The alone other variables indicate differences among races. In the evaluated variables that they indicated the quality of the meat (pH, color, marmoleo and capacity of retention of water) statistical differences were not presented among treatments.



1. INTRODUCCION

México es un país que ocupa el décimo octavo lugar a nivel mundial como productor de carne de cerdo y el segundo en Latinoamérica, cuyo valor representa el 26% del total de carnes producidas. Durante el período de 1990 a 1997 la producción creció a una tasa anual de 3.1%, obteniendo en el año 2000 un millón de toneladas de carne, siendo la disponibilidad per cápita de carne de cerdo de alrededor de 12 kg anuales. La porcicultura se ubica como la principal actividad ganadera demandante de granos forrajeros, y ocupa el tercer lugar en la demanda de pastas de oleaginosas (Gómez, 2001). Actualmente se considera como la número uno en cuanto al tonelaje de carne anual consumida, aportando un total de 85.2 millones de toneladas (FAO, 1998).

De las estimaciones del inventario total mundial de cerdos, aproximadamente 25%-35% es aportado por genotipos locales (FAO, 1994), no bien definidos, pero seguramente producto de cruzas indeterminadas de las principales razas y en menor número de razas locales poco difundidas o deficientemente caracterizadas, pero que indudablemente constituyen un reservorio genético que debería formar parte de los bancos de germoplasma, y ser utilizados en programas de cruzamiento con las razas actuales para incorporar genes de interés a la industria porcícola, como los relacionados con el síndrome de estrés porcino, grasa subcutánea rica en ácidos grasos insaturados, resistencia a enfermedades y factores de tolerancia a condiciones climáticas extremas (Lemus, 1999; Lemus, 2000; Rubio, 2000).

Los cerdos indígenas mexicanos son conocidos con los nombres genéricos de Pelón Mexicano y Cuinos, sin embargo, dichos cerdos no son muy comerciales y tienen un precio de venta en pie muy bajo, debido a un exceso de grasa dorsal que se tiene que descontar al momento de la comercialización, ocasionando una disminución del 30 al 40% en el precio de mercado en comparación con las razas mejoradas (Cenobio, 1993; Méndez, 1997; Lemus, 1999), aún cuando, se ha comprobado que el consumo de productos de este cerdo no conlleva perjuicios contra la salud ya que

su grasa esta constituida principalmente por ácidos grasos insaturados (Rubio, 2000, Pérez, 1999).

En la actualidad existe una absorción genética de este animal por razas mejoradas que hace peligrar su existencia, consecuencia de un cruzamiento deliberado de las hembras con sementales mejorados de otras razas, bajo la premisa de un supuesto incremento en la producción (Chupin, 1994) en pocas generaciones, lo cual no ha ocurrido en las condiciones en que se explota el Pelón Mexicano. Por lo anterior, son indispensables los estudios genéticos que prevengan la extinción de esta raza y el establecimiento de programas de preservación.

Considerando la importancia de caracterizar el comportamiento productivo del Cerdo Pelón Mexicano en dos sistemas de alimentación y definir los rasgos distintivos de la raza, en la región del Pacífico mexicano, se propuso la presente investigación.

1.1. HIPÓTESIS

El sistema de alimentación del cerdo Pelón Mexicano modifica su comportamiento productivo, rendimiento y calidad final de la canal, en comparación con la crucea York-Landrace.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Estudiar el comportamiento productivo en la etapa de crecimiento, rendimiento y calidad de la canal del cerdo Pelón Mexicano en comparación con la craza York-Landrace, en dos sistemas de alimentación: confinamiento y pastoreo.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Evaluar la ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo de alimento, y describir las curvas de crecimiento del cerdo Pelón Mexicano y York-Landrace en dos sistemas de alimentación: confinamiento y pastoreo.
- 2) Comparar las medidas morfométricas en las poblaciones de cerdo Pelón Mexicano y York-Landrace.
- 3) Analizar la digestibilidad aparente ileal y fecal en el cerdo Pelón Mexicano y York-Landrace, en dos sistemas de alimentación.
- 4) Comparar el rendimiento y calidad de la canal del cerdo Pelón Mexicano con York-Landrace, en dos sistemas de alimentación.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL CERDO

La domesticación del cerdo está ligada con el momento en que el hombre se volvió sedentario, fue un fenómeno socioeconómico antes que biológico. Mientras los hombres eran nómadas, los cerdos permanecían en estado salvaje (López, 1999). En México no existía el cerdo antes de la llegada de Colón a tierras americanas; fueron los conquistadores españoles quienes lo trajeron a América (Aragón, 1960). Una vez terminada la conquista de Tenochtitlan, los conquistadores emprendieron la integración de la agricultura y la ganadería, con lo que comenzaron a aclimatar en la Nueva España toda clase de productos agrícolas y ganaderos que entonces se conocían en España y que se encontraban parcialmente establecidos en las Antillas.

El primer ganado, propiamente dicho, que se introdujo en la Nueva España en grandes cantidades, inmediatamente después de terminada la conquista de México – Tenochtitlan, fue el cerdo; el cual es de fácil transporte, se multiplica mucho en poco tiempo, toda su carne es aprovechable, y salada se conserva indefinidamente en cualquier clima (Mateyzanz, 1965).

2.2 HISTORIA DEL CERDO PELÓN MEXICANO

El cerdo Pelón Mexicano descende de cerdos de tipo Ibérico (*Sus scrofa baeticus*), Céltico (*Sus scrofa celticus*) y Napolitano, llevados a México después de la conquista y provenientes de Cuba y Jamaica, siendo los primeros animales domésticos llevados a la Nueva España por su facilidad para transportarlos y alimentarlos. Estos se mezclaron entre sí y con cerdos de tipo asiático (*Sus vittatus*) perdiéndose o diluyéndose los grupos originales y distribuyéndose por todo el territorio, principalmente por las regiones costeras del sur de México. Actualmente se localiza en las costas al sur del trópico de cáncer, comprendiendo los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo y en el litoral del Pacífico en los estados de Nayarit, Colima, Jalisco, Michoacán, Guerrero,

Oaxaca y Chiapas. También en el estado de Puebla se han identificado poblaciones indígenas que crían cerdos de raza Pelón Mexicano (Flores, 1976).

El cerdo Pelón Mexicano fue el único criado en México hasta finales del siglo pasado. A principios de este siglo constituía el 95% de los inventarios porcícolas, pero al inicio de la década de los sesentas su población sólo ascendía a dos millones de ejemplares que representaban cerca del 30% de la población, aunque en la actualidad su población ha descendido drásticamente (Flores, 1978; Kato, 1995).

2.3 CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS DEL CERDO PELÓN MEXICANO

El cerdo Pelón Mexicano es de color negro - grisáceo, piel fina, escasa cantidad de cerdas o pelos y mucosas visibles de color negro (Escamilla, 1988). Es un cerdo de perfil subcóncavo; cabeza de tamaño regular y alargada; con frente algo estrecha; cara larga; ojos de color negro; hocico estrecho; orejas amplias y caídas que llegan hasta la mitad de la cara y a veces tapan los ojos; su cuello es corto, ancho y musculoso, con gran papada y está bien implantado al tronco. Son de pecho angosto y de espaldas bien implantadas al tronco pero algo descarnadas (Castellanos, 1984); la línea del dorso es sensiblemente recta y tiene la grupa ligeramente inclinada. El jamón es pequeño, descarnado y las costillas poco arqueadas. Las extremidades largas y más musculadas en las regiones superiores, con la pezuña de color negro intenso. La cola está bien implantada, es larga y dirigida hacia abajo, mide de unos 15 a 20 cm de largo (Cárdenas, 1966; Robles 1967). Algunos animales presentan un gen dominante que origina sindactilia, lo que deriva en una variedad conocida como Pata de Mula (Lemus, 1999).

Las canales obtenidas de estos animales son grasosas, lo que indica un metabolismo con mayor síntesis de lípidos que otras especies. El depósito de grasa ocurre como consecuencia de un consumo excesivo de energía al finalizar su crecimiento y llegar a la etapa adulta. Este tipo de canales son muy apreciadas en el Sureste de México, como en la Península de Yucatán para la realización de guisos típicos (Castellanos, 1984). Son animales de gran rusticidad, adaptados a las

condiciones del medio ambiente en que viven y son explotados en las comunidades rurales en forma poco tecnificada (Robles, 1967; Cenobio, 1993). Las hembras son prolíficas, tienen un menor número de tetas que las razas mejoradas, producen crías que en su mayoría alcanzan la edad del destete y su total desarrollo (Tello, 1990).

2.4 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE LA PORCICULTURA

En México coexisten tres grandes estratos de producción, el tecnificado, el semitecnificado y el de traspatio. En el sistema tecnificado se utilizan las tecnologías empleadas en las naciones más desarrolladas en porcicultura, el grado de integración vertical y horizontal es total; se disponen de fábricas de alimentos balanceados, sistemas automatizados de formulación de raciones, e inclusive, de plantas procesadoras de oleaginosas. Las medidas de bioseguridad son estrictas para controlar las principales enfermedades; se cuenta con rastros, especialmente Tipo Inspección Federal (TIF). Se estima que la participación de este sistema en el mercado doméstico es aproximadamente del 50% (Kato, 1995).

En el sistema semitecnificado se utilizan diversos grados de tecnificación, y generalmente su productividad es reducida; en muchas ocasiones, el pie de cría es similar al del sistema tecnificado, sin embargo, las instalaciones y las medidas zoonosanitarias no son adecuadas; se emplean alimentos balanceados comerciales, con lo que se aumentan los costos de producción; la industrialización se realiza en rastros municipales o privados. La participación de este sistema en el mercado doméstico se ubica en el 20% (Kato, 1995).

En la mayor parte del territorio mexicano predomina una ganadería marginal, denominada de traspatio o de autoabastecimiento, que varía en número y componentes de especies explotadas en interrelación con los recursos socio-biológicos de cada región. (Nájera, 1989). La porcicultura rural de autoconsumo aprovecha la rusticidad, prolificidad y poder de adaptación de los cerdos autóctonos; es considerada una fuente de abasto de carne en zonas donde no operan los canales de comercialización formales (Castellanos, 1984; Flores, 1992; Martínez,

1992). El sacrificio se realiza en mataderos o in-situ. Se estima que esta porcicultura aporta el 30% a la producción nacional.

La porcicultura rural en México, se caracteriza por el empleo escaso de capital, ya que las instalaciones para los animales son adaptaciones o extensión de la propia vivienda y con frecuencia los animales andan sueltos y con un manejo tradicional; los cerdos se alimentan a partir de desperdicios de cocina, diversas especies de hierbas, maíz y salvadillo; escasa o nula aplicación de medidas sanitarias; utilización mínima de productos veterinarios y sin una selección sistemática o programas de cruzamiento dirigidos (Berdugo, 1990; Berdugo, 1987; Góngora, 1986; Odriozola, 1969; Pérez 1985). Este tipo de producción ha sido muy popular en casi todo el país. Los alojamientos, cuando existen, consisten en empalizadas donde se guarecen los animales durante la noche, durante el día se encuentran en libertad (Flores, 1976 y Cárdenas 1966). A pesar de esto, la porcicultura de traspatio constituye una fuente importante de proteína animal, de ingresos y única forma de ahorro de un estrato amplio de la población urbana y rural de bajos ingresos (Berdugo, 1990; Berdugo, 1987; Hernández, 1990). Dicho modelo de producción rural, origina camadas poco numerosas, de bajo peso al nacer, lento crecimiento, con tendencia grasa, bajo rendimiento en canal y alto riesgo de zoonosis (Méndez, 1997), la cual puede verse favorecida por la convivencia entre el hombre y los animales si estos no son criados en condiciones adecuadas. En muchas regiones del país el cerdo no es confinado y esto ha llegado a constituir un problema de salud pública, sobre todo, cuando no existen hábitos ni educación sanitaria de la población, la cual defeca al aire libre y utiliza los cerdos como virtual servicio de limpieza (Méndez, 1997).

En México la porcicultura rural de traspatio cuenta con pequeños núcleos de cerdos cuya raza se ha denominado Pelón Mexicano, que juegan un papel importante en este tipo de ganadería (Hernández, 1999; Becerril, 1999). Estos cerdos están orientados a la producción de grasa, utilizada en la preparación de alimentos. Son animales rústicos, bien adaptados al medio, buenos medradores y

aprovechan gran cantidad de plantas forrajeras, raíces, tubérculos e insectos (Flores, 1976; Robles, 1967; Díaz, 1994).

La explotación extensiva del cerdo es uno de los pocos sistemas de producción en que la relación entre animal y ambiente es completa, por la eficiencia de la especie en el aprovechamiento de recursos y la alta calidad de los productos obtenidos del animal, principalmente curados o madurados, además, cobra importancia por la creciente demanda de productos naturales que tiene actualmente el consumidor.

En las últimas tres décadas, la estructura de los sistemas de producción porcícola ha tenido una gran evolución, pasando de la explotación tradicional a una actividad verdaderamente industrial, integrada a un proceso económico complejo y centrada más en los elementos constitutivos del capital que en el bienestar de los animales que la sustentan. Esta actividad ha modificado seriamente las condiciones de vida de los animales, propiciando su confinamiento y una elevada densidad poblacional (Sánchez, 2000).

La producción de carne de cerdo se orienta actualmente hacia la selección de animales de crecimiento rápido, y con altos porcentajes de carne magra, tierna y sávida; así, el actual cerdo de 100 kg es sacrificado a los 155 días de edad, con rendimientos de la canal del 70 al 80%. Resultados semejantes se consiguen solo con el control simultáneo de la nutrición y ambiente.

2.5 CRECIMIENTO DEL GANADO PORCÍCOLA

Como ya se ha mencionado previamente, los cerdos indígenas de México presentan un crecimiento inferior en comparación con las razas porcícolas mejoradas genéticamente. Actualmente se sabe que el crecimiento animal es el resultado de innumerables procesos biológicos que son regulados por genética y mediadores ambientales del metabolismo. El genotipo o arreglo genético del animal establece el límite superior para el crecimiento de los órganos corporales o tejidos. Factores

ambientales tales como el régimen nutricional del animal determina el grado en que estos límites genéticamente definidos son obtenidos. (Stahly, 1992)

El patrón de crecimiento de los animales tiene forma sigmoideal (Bridges, 1986). Las ganancias de peso corporal se incrementan durante la fase inicial del crecimiento, hay una meseta durante la fase de finalización (engorda) y entonces declina a medida que el animal se acerca al peso de madurez. Sin embargo, la velocidad de maduración de los órganos individuales y tejidos en el cuerpo difieren (Black, 1988). Organos internos como el tracto gastrointestinal, hígado, corazón, son de maduración temprana, por lo que alcanzan su madurez antes de que el animal alcance su peso final. El orden de maduración de los componentes mayores corporales es: esqueleto, músculo y tejido adiposo, respectivamente. Los patrones de crecimiento de los órganos y tejidos difieren entre los genotipos de una especie determinada. Generalmente los genotipos que tienen grandes pesos corporales crecen más rápido y contienen más músculo y hueso, y menos tejido adiposo al alcanzar el peso de mercado.

Dentro de un mismo genotipo, los pesos corporales a la maduración, músculo y contenido óseo, son mayores para machos enteros, menores para los machos castrados e intermedios para las hembras (Walstra, 1980 y Whittemore, 1983). Debido a las diferencias en la composición de estos tejidos, la velocidad y el patrón de la proteína corporal y el depósito de grasa también difieren entre genotipos de cerdo y sexos (Stahly, 1992).

Los nutrientes específicos que requiere el animal dentro de un genotipo y sexo para satisfacer su capacidad genética para tejido magro (músculo con 10% de grasa) o depósito de proteína, depende primeramente del consumo de nutrientes relativo a las necesidades para mantenimiento del animal, la digestibilidad de los nutrientes y la eficiencia en el uso de los nutrientes digeridos en los procesos metabólicos (como mantenimiento y depósitos de proteína y grasa) del animal (Stahly, 1992).

El patrón de consumo voluntario varía entre los diferentes genotipos (Bark, 1988). Posterior a una reducción en el consumo de alimento de 1 a 2 semanas después del destete, el consumo de energía de un cerdo, en un ambiente termoneutro, se incrementa linealmente hasta alcanzar un máximo, que es 4 a 5 veces superior al de mantenimiento de 30 a 80 Kg de peso corporal, para posteriormente disminuir de 2.6 a 3.2 veces al de mantenimiento de 100 a 110 Kg de peso. Los genotipos de cerdos que tienen baja capacidad para depositar tejido magro (asociado con animales de maduración temprana) consumen más alimento en la fase inicial de crecimiento y logran el máximo de consumo de energía con relación al mantenimiento a pesos corporales más ligeros (30 a 50 kg). Cerdos con capacidad mayor para depositar tejido magro (madurez tardía) exhiben consumo de alimento máximo a pesos corporales mayores (60 a 80 Kg) y muestran una reducción menor en el consumo de alimento a medida que se acercan al peso de mercado. Estos periodos de máximo consumo energético en los diferentes genotipos parecen estar asociados con los pesos de máximo depósito de tejido magro (Stahly, 1992).

Dentro de un mismo genotipo, el patrón y nivel de consumo voluntario también varía entre sexos. Los machos castrados exhiben el consumo más alto con la mayor diferencia entre sexos, lo cual se observa entre los 30 y 60 Kg de peso corporal. A medida que el macho castrado se acerca al peso de mercado, muestra una reducción más aguda en el consumo de alimento (sobre las necesidades de mantenimiento) relativo a la hembra y al macho, tal que el consumo diario entre sexos son similares a 100-100 Kg. Otra vez este patrón de consumo coincide con el patrón de maduración temprana y tardía de los cerdos castrados vs. hembras y machos enteros, respectivamente (Stahly, 1992).

La digestibilidad de energía y proteína de la dieta parece ser muy independiente del patrón genético del cerdo en animales que reciben iguales cantidades de alimento, de 10 a 90 kg (Fernández, 1986; Hofstetter, 1986 y Wenk, 1986). En los estudios citados, los cerdos diferían en su capacidad de crecimiento de tejido magro debido a la raza (Large white vs. Denish Landrace), el tipo de selección (alto crecimiento y

baja grasa vs. bajo crecimiento y alta grasa) o sexo (macho entero vs. hembra vs. macho castrado) pero mostraban digestibilidades de energía similares. No obstante la digestibilidad entre genotipos permitió consumir alimento a voluntad, con diferencias de 1 a 3%, debido a diferencias en el consumo de alimento a un peso corporal específico. Esta hipótesis se basa en la relación que se establece al incrementar una unidad en el consumo de alimento, equivalente a una vez el mantenimiento, la digestibilidad aparente de energía y proteína se reducen de 1.2 a 2.6 %, respectivamente (Kirchgessner, 1986). Con base a lo anterior, una digestibilidad más baja tendrá lugar en los cerdos con madurez temprana y tardía con un peso de 30-50 y 60-80 Kg., respectivamente. Similarmente, la digestibilidad de nutrientes sería inferior entre 0.5 y 1.2% en el cerdo castrado comparado con la hembra a 40-80 Kg., debido en parte al mayor consumo voluntario del cerdo castrado (Stahly, 1992).

El apetito del cerdo es potencial; puede absorber hasta 4.5% de su peso vivo de materia seca, mientras los demás animales domésticos no pasan de 3 a 3.5%. El cerdo es un animal que gana más peso por día durante el cebamiento, en proporción con su peso vivo (López, 1999).

Considerándose el cerdo Pelón Mexicano una raza rústica y explotada bajo un sistema de pastoreo poco tecnificada, los forrajes representan una alta proporción en su dieta diaria (Cenobio, 1993 y Chel, 1983). Estos son una fuente de proteína que el animal ingiere, además del poco grano que se le puede proporcionar (Cárdenas, 1966 y Cenobio, 1993). Por eso es capaz de utilizar en su dieta materiales toscos en mayor proporción que otras razas.

Chel *et al*, (1983) determinaron en el cerdo Pelón Mexicano la capacidad de utilización digestiva de harina de alfalfa. Las dietas estuvieron compuestas con base en sorgo y pasta de soya; a esta dieta se incorporó harina de alfalfa en niveles de 0, 20, 40 y 60%. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y digestibilidad de la

dieta en los tratamientos con 0 y 20% de inclusión de harina de alfalfa. Antes de alcanzar 20 kg los animales pudieron consumir la dieta con 40% de alfalfa sin detrimento de la ganancia de peso y conversión alimenticia. La incorporación de 40 o 60% de harina de alfalfa produjo una disminución en la ganancia de peso y en la conversión alimenticia, quizá por una disminución en la digestibilidad de la materia seca atribuida a la incorporación de la harina de alfalfa. En efecto, dicha digestibilidad fue de 84.7, 83.0, 62.5 y 54.2% para las dietas con 0, 20, 40 y 60% de alfalfa respectivamente. Se concluye que el cerdo Pelón Mexicano es capaz de utilizar niveles de 20% de alfalfa en la dieta sin sufrir deterioro en cuanto a sus parámetros de crecimiento y composición corporal, comparados con animales alimentados con una dieta testigo.

Los forrajes se han utilizado en la alimentación de los cerdos, principalmente para hembras gestantes. En México se ha empleado experimentalmente con éxito la alfalfa y el ensilaje de maíz. (Chel, 1983). Se ha establecido que los cerdos son capaces de utilizar los nutrientes de los forrajes, principalmente por dos vías:

- 1) Mediante la masticación, ya que extraen los jugos que contienen los componentes nutritivos.
- 2) En el intestino ciego se produce una fermentación bacteriana de la fibra cruda produciendo como metabolito final, ácidos grasos volátiles.

Algunas fuentes de fibra han sido empleadas en la dieta del Pelón Mexicano en crecimiento, con resultados poco satisfactorios, el cual no parece ser capaz de digerir niveles mayores de fibra. La escasa ganancia de peso encontrada en estos animales puede ser atribuida, parcialmente, a una intensa síntesis de tejido adiposo (López, 1999).

Por otra parte, se han realizado trabajos de investigación con relación a los procesos digestivos del cerdo Criollo Cubano. Se ha hablado de que los cerdos Criollos están adaptados al consumo de alimentos de valor nutritivo relativamente pobre. Sin

embargo, estos planteamientos se basan más en especulaciones que en datos confiables. Los estudios realizados por los autores cubanos Dieguez *et al.* (1995) y Ly *et al.* (1998) indican la ausencia de diferencias en el peso del tracto gastrointestinal entre cerdos criollos y cerdos mejorados y en la capacidad de digerir dietas altas en fibra. Ly *et al.* (1999) encontraron evidencias de una mayor habilidad del cerdo criollo para digerir dietas ricas en grasa, lo cual ha sido señalado en cerdos Ibéricos (Freire *et al.*, 1997). Con relación a la utilización del nitrógeno se ha encontrado (Ly, 1999, comunicación personal) una retención de nitrógeno menor en los cerdos criollos que en los mejorados. En general, los resultados sugieren que los procesos digestivos de los cerdos criollos cubanos presentan algunos patrones *sui generis*, lo cual puede ser no solamente motivo de interés circunstancial, sino de ajustes del cerdo criollo cubano en sistemas de producción muy sostenibles (Rico *et al.*, 2000).

La digestión de las sustancias grasa en los monogástricos depende de la naturaleza de la sustancia grasa, longitud de la cadena de sus ácidos grasos, grado de insaturación y estructura de los glicéridos. Flanzky *et al.* (1968) observaron que la digestibilidad de los ácidos grasos de la dieta disminuye al aumentar la longitud de la cadena y Hamilton y MacDonald (1969) descubrieron que los ácidos grasos insaturados son más digestibles que los saturados (Ordóñez, 1992).

Flanzky (1969) observó que la digestibilidad en el cerdo disminuye al aumentar la cantidad de grasa suministrada con la dieta, lo que originaba a su vez una disminución de la relación de ácidos grasos saturados/ácidos grasos insaturados de los lípidos corporales; esto es de gran importancia, ya que la grasa influye poderosamente en las propiedades organolépticas de la carne y aquella porción está en relación inversa con las características deseables de la misma (Ordóñez, 1992).

En el caso del cerdo, la grasa de la dieta se asimila y deposita casi sin sufrir modificaciones, por lo que la dieta influye enormemente en la composición de la grasa (Ordóñez, 1992).

En términos generales, los animales de especies diferentes presentan siempre las mismas fracciones lipídicas, las concentraciones de cada una de ellas varía con la especie. Aunque de unas razas a otras pueden existir diferencias en el porcentaje en proteínas, diámetro de las fibras musculares y fuerza de cizalla de la carne, etc., las variaciones más amplias se observan en el contenido en grasa, que siempre es mayor en los animales que han sido sometidos a una menor selección genética. En el caso particular del cerdo Ibérico, este aspecto es de destacar, ya que es un animal adipogénico que acumula un contenido de grasa excesivo en comparación con otras razas mejoradas, como Large White y Landrace (Ordóñez, 1992).

Becerril *et al.* (1999) observaron que el cerdo Pelón Mexicano presenta un comportamiento semejante al cerdo Ibérico, en lo referente a un mayor depósito de grasa en comparación con las razas porcinas modernas o mejoradas genéticamente.

Cuadro 1. Comparación de la composición de la canal de los cerdo Landrace, Ibéricos y Pelón Mexicano

	Cerdo Landrace	Cerdo Ibérico	Cerdo Pelón Mexicano
Músculo (%)	53	31.4	39.9
Grasa (%)	30	51.6	41.1
Hueso (%)	9	13.2	15.9

(Adaptado de Becerril, 1999)

2.6 ZOOMETRÍA DEL CERDO

La zoometría es la rama de la zootecnia que estudia las medidas de las diversas regiones corporales susceptibles de poderse tomar, aplicándolas a las relaciones existentes entre éstas y el valor económico de su explotación (Flores, 1992; Cárdenas, 1966). Se puede conocer por medio de ella, las directrices productivas de los individuos y su inclinación hacia determinada producción zootécnica (López, 1999; Cárdenas, 1966). Los instrumentos que se usan para tal fin, son variados: cinta métrica, bastón hipométrico, báscula y finalmente el uso de escalas graduadas para aquellos animales más nerviosos (Flores, 1985).

Entre las medidas corporales que se pueden determinar en el ganado porcícola destacan por su importancia las siguientes:

- **Alzada a la cruz.** Es la altura del animal, medida desde el suelo hasta la cruz. La alzada es un carácter racial, constituye una de las bases étnicas de clasificación adoptadas en algunos países de Europa. Dicha medida corporal está influenciada por la edad del animal, por la raza y el sistema de explotación a que están sometidos los cerdos, varía según el crecimiento del animal (Cárdenas, 1966; Flores, 1992; López, 1999).
- **Alzada a la grupa.** Para tomar esta medida, el cerdo debe estar bien parado, con los aplomos posteriores normales y en un piso plano. Esta medida es importante para saber qué tren se encuentra más alto, es decir conocer la dirección de la línea dorsal del cuerpo (Cárdenas, 1966).
- **Longitud del tronco.** Está determinada por la longitud del tórax, lomo y grupa. Se mide de la punta de la espalda a la punta de la nalga; otra forma de medición es desde la nuca hasta el nacimiento de la cola. Esta medida está también influenciada por la edad del animal y se estabiliza hasta que llega al estado adulto; las condiciones de la explotación tienen poca influencia en su determinación (Cárdenas, 1966).
- **Perímetro torácico.** Es el valor de la circunferencia torácica tomada detrás de la espalda. Es la medida corporal más influenciada por la alimentación, fundamental para calcular el peso vivo, así como para conocer la forma y tamaño del tronco (Cárdenas, 1966).
- **Perímetro de la caña.** Es importante para el estudio morfológico del cerdo, ya que expresa el valor de su desarrollo esquelético con mayor exactitud (Flores, 1985).

- **Peso vivo.** Este factor está determinado por la edad, la alimentación y la raza, se utiliza para conocer el desarrollo del animal y se relaciona con el aprovechamiento de la alimentación.

Los índices zoométricos se utilizan para determinar las proporciones del desarrollo entre las distintas regiones corporales y son relaciones morfológicas de referencia, en las cuales la intensidad de algún carácter queda referido a la presentada por otro considerado como base, equiparándolo a 100 y con el cual se comparan las demás medidas realizadas (Flores, 1985).

La medida a la cual se refieren las otras medidas corporales es la alzada a la cruz, por ser de todas ellas la que menor variación presenta. En la determinación de un índice, la medida menor se multiplica por 100 y se divide entre la alzada o entre el carácter que presenta menor variación, según el índice de que se trate. Los porcentajes obtenidos serán más altos cuando mayor sea la diferencia entre dos medidas estudiadas. Por otra parte, hay que tomar en consideración que tanto las medidas como los índices serán acordes a la edad y a la alimentación que haya recibido el animal (Flores, 1985).

En el caso particular del cerdo, tanto las medidas como los índices no han tenido todavía mucha importancia, debido en parte a su ciclo económico de poca duración y a la dificultad de realizar las determinaciones, los existentes han servido para clasificar las distintas razas (Cárdenas, 1966; Flores, 1985).

2.7 CALIDAD DE LA CANAL

Se entiende por canal al cuerpo del animal sacrificado, desangrado, sin pelo, eviscerado (pudiendo permanecer los riñones y la grasa interna), con la piel y extremidades, abierto a lo largo de la línea media (esterno-abdominal); con la articulación atlanto-occipital separada y con la cabeza adherida por los tejidos blandos al resto del cuerpo. En general, la canal del cerdo se encuentra formada por músculos, grasa y los huesos. Por consiguiente la canal se compone por la carne

magra del cuerpo, ya sea comestible o músculos; por los tejidos conjuntivos del músculo, incluidos los tendones; por la grasa en sus diversas localizaciones; por los cartílagos; nervios; vasos sanguíneos y huesos. La aceptación general de ciertas medidas como las más deseables, han ayudado a establecer metas e ideales hacia los cuales todos los sectores de la industria pueden trabajar (Aguilar, 1996; Chorné, 1996).

Evaluación de la canal porcina:

La calidad de una canal está determinada por la cantidad y calidad de la carne que proporciona (Quiroga, 1994).

Mediciones Subjetivas:

1. Sexo
2. Edad fisiológica. Normalmente los cerdos van al matadero e edad temprana, (promedio 6 meses).
3. Dentición (Primer Encuentro sobre la tecnología de la carne porcina, 1988).

Mediciones objetivas (Cuantificables):

1. Peso vivo al sacrificio y Peso canal (Quiroga, 1994).
2. Rendimiento porcentual (Cuarón, 1993; Becerril, 1999).
3. Largo de la canal (Chorné, 1996).
4. Área del músculo *Longissimus dorsi* (Área del ojo del lomo). (Chorné, 1996).
5. Espesor de la grasa dorsal (Primer Encuentro sobre la tecnología de la carne porcina, 1988).
6. Rango visual del músculo de la canal (conformación) (Sistema USDA) (Chorné, 1996; United States Department of Agriculture, 1968).
7. Grasa intermuscular (Primer Encuentro sobre la tecnología de la carne porcina, 1988).
8. Emplumado (Primer Encuentro sobre la tecnología de la carne porcina, 1988).

9. Marmoleo o marmolización (Primer Encuentro sobre la tecnología de la carne porcina, 1988).
10. Color (Primer Encuentro sobre la tecnología de la carne porcina, 1988).
11. Composición de la canal (Swatland, 1991).

2.8 CALIDAD DE LA CARNE

La carne es una parte importante de la dieta humana, ya que es el más concentrado y asimilable de los alimentos nitrogenados y es una buena fuente de proteína de gran valor biológico; estimula el metabolismo por su alto contenido proteico, es decir, ayuda al organismo a producir energía y calor; es una fuente de vitaminas solubles en agua, especialmente tiamina; algunos minerales, sobre todo hierro; además de lípidos altamente energéticos, incluyendo ácidos grasos esenciales. (Gracey, 1989 y Chorné, 1995).

Abascal (1998) menciona que la calidad de la carne en el porcino está determinada por un conjunto de factores muy diversos, entre los cuales se menciona la conformación corporal del cerdo, que refiere el rendimiento en canal, y las características de la carne y grasa producidas, expresadas en su consistencia, color, olor y sabor. Finalmente se menciona el valor nutritivo de los productos obtenidos.

Oliver (s/a) indica que la calidad de la carne en el porcino puede definirse básicamente en relación a su color, exudado, firmeza, nivel de veteado y la composición en ácidos grasos. Todas estas características afectarán a su calidad como materia prima y a sus características nutricionales y sensoriales.

Chorné (1996) define a la calidad de la carne fresca de cerdo, como la combinación de factores que proveen un producto comestible, nutritivo y saludable, después de su proceso y almacenamiento; en condiciones de proceso debe ser atractiva en apariencia, apetitosa y palatable después del cocimiento. Además la calidad debe ser consistente. El valor nutritivo es básico para la calidad de la carne de cerdo.

En cualquier definición referente a la calidad de la carne de porcino, existen tres conceptos constantes: el sabor, el valor nutritivo y su homogeneidad.

La carne debe presentar un color brillante, una superficie libre de exudado y una consistencia firme. La carne debe presentar un buen olor después del proceso de cocción, así como un sabor agradable y una textura característica (Maya, 1995).

El valor nutritivo depende del aporte de proteínas que contengan y de una combinación adecuada de aminoácidos esenciales con disponibilidad biológica, vitaminas hidrosolubles, minerales y lípidos de alta energía (Maya, 1995).

La homogeneidad se refiere a la seguridad que pueda proporcionar el producto para su consumo humano, la cual dependerá del estado de salud del animal, las técnicas de manejo antes y después del sacrificio, así como de un buen manejo y refrigeración de la canal (Maya, 1995).

La calidad comestible es la sensación física y estética causada por la carne en el transcurso de la masticación (Preston y Willis, 1986); es decir, carne sin defectos, que cumplan las especificaciones y que reúna o supere las expectativas del consumidor o del importador (Rubio, 1996). Es fundamental la verificación sanitaria de la carne, puesto que el consumo de carne contaminada puede causar enfermedades que incluso podrían llegar a causar la muerte (Rubio, 1996; Maya, 1995; Charné, 1996). El conocimiento de la fisiología y bioquímica del músculo es imprescindible para la calidad del producto cárnico.

Las características y criterios que se utilizan para determinar la calidad comestible de la carne son: aroma, sabor, color, jugosidad, suavidad, edad del animal, métodos de alimentación, sanitarios y tecnológicos, tratamientos después del sacrificio y cambios físicos y químicos (*rigor mortis*); estando todos afectados por los métodos en la producción (Preston, 1986; Gracey, 1989 y Rubio, 1996).

A diferencia de otros aspectos de la calidad de la carne, los cuales pueden ser medidos objetivamente, la calidad comestible depende de métodos subjetivos, mediante catadores entrenados para reconocer y evaluar blandura, jugosidad, y sabor de la carne, o catadores de consumidores que indican solamente la aceptabilidad en general (Preston, 1986).

Parece que entre los aspectos más importantes a considerar por los industriales en la calidad de la carne fresca son:

- Producto atractivo: adecuado color y frescura, y baja pérdida de fluidos.
- Producto palatable: bajo contenido de grasa visible, alto grado de suavidad, alto grado de jugosidad y excelente sabor.
- Producto sano: libre de contaminación microbiana, adecuada vida de anaquel y libre de sustancias residuales (Hofman, 1994).

La carne de cerdo está constituida por agua, proteínas y grasa, aunque también posee pequeñas cantidades de otras sustancias como las nitrogenadas no proteicas, carbohidratos, ácido láctico, minerales, vitaminas, etc. La composición química de la carne de cerdo puede variar dependiendo de diversos factores intrínsecos (raza, edad, sexo, parte de la canal considerada) y de factores extrínsecos, entendiéndose por éstos el hábitat, manejo, alimentación.

Entre los intrínsecos, la raza es uno de los factores que más influye en la composición de la carne (Ordóñez, 1992). Es claro que existe una relación estrecha entre el gen del estrés porcino y la presencia de canales Pálidas, Suaves y Exudativas (PSE), por otro lado existe una gran variación en la suavidad y el sabor de la carne de diferentes razas porcinas.

Los factores ambientales contribuyen de manera importante a los problemas de calidad de la carne de cerdo, al minimizar el estrés antes del sacrificio podemos

reducir la aparición de canales con baja calidad, es posible reducir la incidencia de PSE si se reduce el ejercicio y la agitación de los animales causada por un manejo inadecuado de los mismos (Ordóñez, 1992).

Algunos expertos consideran que la calidad de la carne de cerdo está siendo modificada como resultado de un énfasis exagerado en la selección de animales más magros y musculosos. Existe la sospecha de que algunos productos en exhibición están presentando una coloración desagradable, y que el consumidor considera que algunos productos cocidos elaborados con carne de cerdo son secos y sin jugo (Ordóñez, 1992).

De los factores extrínsecos, el de mayor importancia es la alimentación; influye de forma inmediata en las cualidades de la carne obtenida en una determinada explotación, de tal forma que al aumentar el contenido de carbohidratos o grasa en la dieta se favorece el engrasamiento de las canales, mientras que no tiene efecto en la composición proteica. (Ordóñez, 1992; Becerril, 1999).

El efecto de la alimentación sobre el color y la textura de los tejidos animales es más evidente en la grasa que en el músculo. El color amarillo de la grasa es debido al consumo de hievas y está relacionado con la presencia de caroteno, un pigmento que en el organismo animal se transforma en vitamina A y que es abundante en la hieva joven.

En los cerdos alimentados con desperdicios desarrollan una grasa blanca y poco atractiva, de sabor insípido; su blandura se debe a un insuficiente contenido en grasa en los tejidos grasos, aunque endurece al acumularse en mayor cantidad. Esta grasa blanca hace la canal más difícil de trozar, causa gran merma al freirla y contiene una gran proporción de ácidos grasos insaturados que permiten un enranciamiento más precoz.

La alimentación en los cerdos con harina de pescado produce una grasa de color amarillo pardo, una característica conocida como enfermedad de la grasa marrón, atribuible a un pigmento ácido causado por la presencia excesiva de ácidos grasos insaturados (Gracey, 1989).

Es la grasa el componente más afectado por la alimentación tanto desde el punto de vista cuantitativo como desde un punto de vista cualitativo. La grasa animal está compuesta por distintos tipos de lípidos, aunque predominan los lípidos neutros que se localizan, en forma de triglicéridos, en los depósitos de tejido adiposo y asociados a los septos de tejido conectivo laxo que se encuentran entre los haces musculares (grasa intramuscular) formando lo que se conoce como veteado o marmolización. Otro tipo de lípidos, aunque sean minoritarios, ejercen funciones muy importantes como los fosfolípidos y otros lípidos polares, que contribuyen a la estructura y funcionalidad de las membranas celulares y algunas hormonas y vitaminas que están implicadas en funciones metabólicas (Ordóñez, 1992).

Chang-Han y Yeon Hee (1982) realizaron un trabajo en el que se compara el contenido en grasa total y los porcentajes de lípidos neutros y fosfolípidos de las carnes de distintas especies de abasto, puede observarse que el cerdo y el cordero son los que contienen una mayor proporción de grasa, con un 5.25 y 6.6%, respectivamente. Mientras que las carnes de vaca, pollo, conejo y pavo presentan niveles más bajos (entre 2 y 3.2%). Igualmente el cerdo y el cordero son los que contienen un porcentaje mayor de lípidos neutros (4.9 y 6.1%, respectivamente). En el resto de las especies, esta fracción alcanza siempre valores inferiores al 3%. Sin embargo, el porcentaje de fosfolípidos de todas ellas es bastante similar, entre el 0.07 y el 0.1% de la carne, lo que representa entre el 1.2 y 2.4% del total lipídico (Ordóñez, 1992).

Los ácidos grasos que se encuentran formando parte de los lípidos difieren en la longitud de su cadena de átomos de carbono y en el tipo de enlace que une estos átomos. La gran mayoría de los ácidos grasos de origen animal tienen un número

par de átomos de carbono (4-24), aunque también se encuentran en pequeños porcentajes los de cadena impar (entre 15 y 21 átomos de carbono). Los ácidos grasos saturados suelen tener de 12 a 20 átomos de carbono y los insaturados de 14 a 22. Los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados presentan habitualmente configuración *cis*, aunque la forma *trans* también se ha descrito pero es mucho más rara. Igualmente, las grasas animales poseen normalmente ácidos grasos de cadena lineal, aunque en muy pequeña proporción se han identificado formas ramificadas, de los que se han detectado los isómeros *iso* y *anteiso*. Todo lo indicado permite deducir que en las grasas animales existe una gran diversidad de ácidos grasos, pero sólo contienen cantidades relativamente grandes de unos pocos que, en el caso de la grasa porcina son, entre los saturados, el mirístico, el palmítico y el esteárico, y, como insaturados el palmitoleico, el oleico, linoleico y el linolénico. Estos son los que habitualmente reflejan las tablas de composición de ácidos grasos (Ordóñez, 1992).

Flores (1985), recoge en un trabajo el efecto de la composición en ácidos grasos en la consistencia de la grasa de cerdo. Los ácidos grasos insaturados, con un punto de fusión bajo, le comunican a la grasa una textura blanda y los saturados una mayor firmeza. Entre los ácidos grasos mayoritarios, parece ser que la concentración de esteárico es el que más afecta a la consistencia medida mediante el punto de fusión en capilar abierto. En cambio, el ácido oleico, el insaturado que se encuentra en mayor proporción en la grasa, se correlaciona escasamente con la consistencia (Ordóñez, 1992).

Se han realizado numerosos trabajos sobre la determinación e influencia de la alimentación sobre la composición de la grasa de cerdo Ibérico. Así Osorio *et al.* (1983) estudiaron la composición de la grasa en diferentes localizaciones, encontrando diferencias significativas entre ellas. Dobao *et al.* (1986) y Bello (1988) aplicaron la temperatura de deslizamiento encontrando diferencias entre cerdos alimentados con bellota y pienso. Díaz *et al.* (1986) y Díaz (1987) estudiaron las diferencias en la composición de ácidos grasos entre cerdos blancos y cerdos Ibéricos alimentados con pienso y pienso-bellota, el porcentaje de oleico fue mayor

en los cerdos alimentados con pienso-bellota (58.4%) que cebo (51.5%) y blancos (49.5%); el palmítico mostró valores superiores en los cerdos Ibéricos alimentados con pienso (27.6%), intermedio en los blancos (23.5%) e inferior en los de pienso-bellota (18.4%); por otra parte el linoleico presentó cantidades superiores en los cerdos blancos (11.2%) frente a los cerdos Ibéricos de pienso (5.1%) y de pienso-bellota (6.4%). Flores *et al.* (1988) encontraron que el porcentaje de palmítico es inferior en montanera, pero apenas se diferencia entre recebo y cebo; el oleico, mostró en este estudio, porcentajes superiores en los cerdos alimentados en montanera (53.94%) y similares en recebo (46.62%) y cebo (46.70%), estos datos se reflejaron también en las relaciones saturados/insaturados (Ordóñez, 1992).

Es importante destacar que conforme se aumenta el peso vivo al que se realiza el sacrificio, aumenta el porcentaje de piezas grasas y disminuye el de magras (National Association of Meat Purveyors, 1988), este comportamiento se observa en cualquier animal adulto que ha sido sometido a una dieta rica en energía, en donde algunos tejidos dejan de crecer y por lo tanto esa energía de exceso se acumula en forma de grasa, es decir, la composición de la ración alimenticia es decisiva: raciones ricas en proteínas favorecen el crecimiento y desarrollo muscular; raciones ricas en carbohidratos y con abundantes lípidos en animales adultos desvían el metabolismo hacia el ahorro, favoreciendo los depósitos adiposos (Aparicio, 1987).

En la canal se pueden encontrar cuatro tipos de grasa: la grasa intermuscular, la subcutánea, la intramuscular y la interna (Navarro, 1996).

Existen dos teorías que describen cronológicamente la forma natural de depositar la grasa en el ganado (Navarro, 1996).

- A. La grasa que se deposita primero es la interna, seguida por la subcutánea; después vendría la intermuscular y finalmente la intramuscular.

B. En primer lugar se deposita la grasa interna, seguida por la intermuscular, posteriormente la subcutánea y finalmente la intramuscular.

Este proceso representa un problema, ya que se depositan primero las grasas indeseables pues no contribuyen o contribuyen negativamente a la calidad de la carne, y se depositan al final las grasas que ayudan a mejorarla (Navarro, 1996).

Grasa interna. Es aquella que se deposita alrededor de los órganos y en las cavidades torácica y abdominal. Sirve para la protección de dichos órganos y suele ser la que tiene mayor contenido de ácidos grasos volátiles saturados. Aunque esta grasa directamente no afecta la calidad de la carne, es de suma importancia para su clasificación y la predicción de su rendimiento (Navarro, 1996).

Grasa intermuscular. Es la que se deposita entre los músculos. Es la más indeseable pues no aporta a la calidad de la carne, normalmente es una grasa que se recorta. Además afecta en forma negativa la apariencia del corte, ya que con ella presente se verá grasoso el corte y el consumidor no estará dispuesto a pagar grasa a precio de carne; pero si se retira quedará un vacío entre los músculos que constituyen el corte, lo que afecta su apariencia y forma natural (Navarro, 1996).

Es importante mencionar que estudios recientes demuestran que las cantidades excesivas de grasa intermuscular, permiten que los productos cárnicos tipo ibérico (jamón y paletillas tipo serrano) maduren de manera paulatinamente, adoptando una serie de características organolépticas muy deseadas. Algunas razas porcinas en las que se manifiesta una deposición considerable de grasa intermuscular son el cerdo Ibérico, cerdo Pelón Mexicano y Cuiños (Navarro, 1996).

Grasa subcutánea. Es aquella que se deposita entre la piel y el músculo. Normalmente se deposita primero en las extremidades y al final en el lomo. El

papel de la grasa subcutánea es la suavidad de la carne; es importante ya que aísla la canal, reduciendo la velocidad de enfriamiento cuando esta en refrigeración. Este aislamiento con el frío disminuye el acortamiento por el frío (el cual endurece la carne) y permite una mayor autólisis del músculo (Navarro, 1996).

La cobertura de grasa subcutánea reduce las pérdidas de agua durante el almacenamiento y distribución de la carne; desafortunadamente para formularla hay que sobrealimentar al animal para favorecer que deposite la grasa (Navarro, 1996).

En cuanto al sabor, se dice que una capa de grasa subcutánea de hasta 7.8 mm, puede coadyuvar al sabor sólo si es acompañada de la cantidad adecuada de grasa intramuscular (Navarro, 1996).

Grasa intramuscular. Se conoce popularmente como marmoleo, aunque hay que mencionar que el marmoleo es sólo la parte visible de la grasa intramuscular. Esta grasa es la que sin duda tiene mayores efectos en cuanto a la calidad de la carne (Navarro, 1996). La grasa intramuscular es un componente propio de la carne que contribuye a definir de manera decisiva su calidad; por lo que se considera que la calidad de la canal se basa principalmente en el contenido en grasa de la misma (Díaz, 1994). En la actualidad, dado el interés de los consumidores por la dieta, no sólo es importante el contenido total de grasa sino su composición y la influencia de ésta sobre la salud. Además, la grasa influye también en la calidad tecnológica y sensorial a través de su estabilidad y del aroma. Se puede concluir que el conocimiento profundo de la composición de la grasa en los diferentes tejidos que componen la canal, así como sus cambios durante los procesos tecnológicos es fundamental para la producción de carne y productos cárnicos de mayor calidad (Díaz, 1994).

Para explicar cómo influye la grasa intramuscular en la suavidad de la carne, se formularon cuatro teorías al respecto. Estas son (Navarro, 1996):

- a) Teoría del bocado. Que afirma que la grasa intramuscular disminuye la masa por unidad de volumen al sustituirse proteínas por lípidos, por lo que hay una menor densidad, dando la sensación de suavidad.
- b) Teoría de la fuerza. Que dice que si se aumenta la grasa intramuscular en el permiso y/o endomisio, las membranas de tejido conjuntivo se hacen más delgadas y frágiles.
- c) Teoría de la lubricación. Sostiene que la grasa intramuscular lubrica las fibras y fibrillas musculares, por lo que aumenta la jugosidad y la sensación de suavidad.
- d) Teoría de la seguridad. Los altos niveles de grasa intramuscular ayudan a prevenir la pérdida de agua y por lo tanto el endurecimiento de la carne.

Medición y estimación de la calidad

La identificación de un producto de calidad representa ciertos problemas. Uno de ellos, es la variación que existe en cuanto a la calidad y que esta no puede ser detectada en el animal vivo. Aún después del sacrificio continúa siendo difícil establecer la calidad de una canal intacta y no es hasta que la canal es separada en cortes primarios que las diferencias en calidad se vuelven aparentes.

El pH es un importante indicador de la calidad de la carne cruda. Además, en años recientes, la medición de la conductividad eléctrica (CE) en la carne ha cobrado gran importancia, particularmente por no ser un método difícil de utilizar. La influencia de la CE en enfriamiento, transportación y corte de las canales puede ser negligente, si el enfriamiento no fue lo bastante rápido en un almacén con temperatura de 7°C.

Los métodos potenciales para la estimación de la calidad de las diferentes etapas de producción de carne y su procesamiento son:

En animal:

- Prueba de halotano
- Biopsia
- Ultrasonido
- Termografía infrarroja
- Termografía computacional

En canal:

- Conductividad eléctrica
- Color
- Reflexión de la luz
- Calibre de músculo y grasa
- Ultrasonido
- Resonancia electromagnética
- Tomografía computacional
- Análisis Imagen de Video (VIA)

En carne:

- pH
- Conductividad eléctrica
- Color
- Capacidad de retención de agua
- Rigor mortis*
- Textura
- Marmoleo
- Análisis clínico y microbiológico

En productos cárnicos:

- Análisis químico

- Tipo de grasas
- Análisis sensorial
- Electroforesis
- pH
- Actividad de agua
- Estabilidad de la emulsión

Existe un sistema adoptado por el Consejo Nacional de Porcicultores de México que identifica en forma subjetiva las variaciones en la calidad de la carne de cerdo, este sistema utiliza cuatro categorías de calidad (Maya, 1995):

1. Pálido, Suave y Exudativo (PSE).
2. Rojizo – rosáceo, suave y exudativo (RSE).
3. Rojizo – rosáceo, firme y no exudativo (RFN).
4. Rojo oscuro o morado muy firme y seco (DFD).

La categoría RFN se considera como la que tiene las características ideales de calidad. Esta clasificación utiliza diferentes apreciaciones visuales. Para estimar la calidad final de carne de cerdo se utilizan los siguientes parámetros:

- **Color.** Esta determinado por la concentración de un pigmento que forma parte de las proteínas. Este pigmento se llama "Heme" y las dos proteínas que lo contienen en el organismo son la hemoglobina, que transporta el oxígeno de los pulmones a las células y la mioglobina, que almacena el oxígeno de las masas musculares.

El color de la carne no sólo depende de la concentración de mioglobina en los músculos, sino de la afinidad de ésta por el oxígeno. La mioglobina pierde la afinidad por el oxígeno a medida que avanza la edad del animal. También existen diferencias relacionadas con la especie y el tipo de músculo. La carne de cerdo (rosa) contiene 2 mg/ml de mioglobina, la de cordero (rojo claro) 6 mg/ml y la de res (rojo cereza) 8 mg/ml.

La coloración es más fuerte en los músculos de mayor actividad como los extensores anteriores que en los de menos actividad relativa, como el músculo largo del dorso y el de los lomos (Lawrie, 1979; Prince, 1994). Otros factores determinantes de la cantidad de mioglobina son el plano y la naturaleza de la nutrición. Cuando el plano de la nutrición es elevado, o la dieta es pobre en hierro, disminuye la concentración de mioglobina. El factor determinante de la cantidad de mioglobina más difícil de comprender es el responsable de la variabilidad observada dentro de un mismo músculo, en el que la concentración de mioglobina puede diferir en varios cientos a distancia de un solo centímetro (Lawrie, 1979).

El color de mioglobina y hemoglobina se obtiene por la presencia de hierro, pero tanto cuando el animal está vivo como en carne de la canal y procesada, el color puede variar de acuerdo con las combinaciones que sufre el pigmento "Heme". En el músculo, el covalente ferroso (Fe^{2+}) al oxidarse le da un rojo claro a la mioglobina (oximioglobina), al perder el oxígeno y combinarse con el dióxido de carbono (CO_2) tendrá un color rojo oscuro (carboximioglobina), la reducción por intervención de agua, le da un color púrpura a la carne (mioglobina reducida) y la carne curada para jamón, con la adición de óxido nítrico (NO) tendrá un color rosa. Las combinaciones de la mioglobina con el hierro en forma iónica (Fe^{3+}) dan por resultado, al combinarse con un hidroxilo OH (metamioglobina) de color café, con SH (sulfomioglobina) color verde, con CN (cianomioglobina) de color rojo y con H_2O_2 (peroximioglobina) de color verde (Seymour, 1997).

La mayor afinidad de la mioglobina por el oxígeno en los animales jóvenes hacen que la carne de cerdo sea más blanca entre más corta sea la vida del animal. En algunos mercados esto lo hace más atractiva para las amas de casa. Sin embargo, la conservación del color blanco o rosa de la carne de cerdo depende de muchos factores, en especial, la conservación del producto, de la carne en la cadena de comercialización (Seymour, 1997).

- Firmeza. Una consistencia blanda y exudativa generalmente es acompañada por un color pálido (PSE) sin embargo esta condición también se puede presentar con un color rojizo que es considerado como normal (RSE) (Maya, 1995).

La superficie de la carne no debe de presentar ningún tipo de exudado y debe tener una consistencia firme característica. En los casos donde existe una consistencia blanda y exudativa es muy probable que exista una pobre retención de líquidos y un acortamiento excesivo durante la elaboración de productos cárnicos.

- Marmoleo. Se conoce como marmoleo a la presencia de grasa visible en el músculo. La presencia de cierta cantidad es necesaria para que la carne tenga cierto sabor y jugosidad. Sin embargo, cuando el marmoleo se presenta en cantidades excesivas el resultado es un producto que aparece grasoso a la vista y que tiende a tener más calorías, por lo que se tiene que evitar un marmoleo excesivo en la carne.
- pH. La acidez de la carne es otra medida que determina sus características organolépticas; durante el sacrificio, el abastecimiento de oxígeno a los músculos cesa, con lo que la glucólisis postmortem ocurre anaeróticamente al degradarse el glucógeno en ácido láctico y ATP, lo que provoca una disminución del pH (SEGHERS, 1998).

La acidificación del músculo tiene influencia en las propiedades estructurales de la carne: textura, capacidad de retener agua, resistencia a microorganismos y el color. La carne con un pH alcalino no se conserva bien, favoreciéndose en ella el desarrollo microbiano (Corral, 1996).

Se ha tratado de determinar la relación entre el pH de los músculos a los 45 minutos post-mortem y la calidad de la canal, este método ha demostrado un 45% de efectividad para predecir a cuál de los cuatro grupos pertenece una

canal 24 horas post-mortem (PSE, RSE, RFN ó DFD). La medición de pH 45 minutos post-mortem es mucho más exacta para detectar a las canales que serán firmes y secas, estas canales siempre tendrán un pH mayor a 6.4. Sin embargo, la mayoría de las mediciones de pH tienen un rango de 5.8 a 6.4, y en este rango tienen un 50% de posibilidades de tener una buena o mala calidad. Hoy en día el pH por sí mismo no es un buen indicador de calidad.

Recientemente estudios franceses han encontrado un gen mayor (*RN*) que modifica el pH final de la carne. Su nombre viene del Rendimiento Napole que es la relación entre el peso cocido y fresco de 100 g del músculo *Semi-membranosus*.

El gen *RN* disminuye enormemente el rendimiento Napole y se encuentra presente en animales de la raza Hampshire. Esta raza presenta frecuentemente un pH final muy bajo produciendo una carne ácida o efecto Hampshire. Existe una alta correlación entre el potencial glucolítico del músculo y el rendimiento Napole. Por otra parte se ha encontrado una menor concentración de proteína en el músculo de los animales Hampshire. Lógicamente, la medida del pH muscular es la vía para detectar los problemas de la carne ácida (Diestre, 1991; Honde, s/a).

Las reducciones del pH también afectan la capacidad de retención de agua de la carne. Las pérdidas de agua por goteo en la carne cruda o durante su cocción reciben castigos económicos sobre la calidad del producto por pérdida de peso y deterioro (SEGHERS, 1998).

El patrón y el límite de la caída del pH producen dos condiciones de calidad extremas PSE (pálido, suave, exudativo) y DFD o DCB (seca, dura y oscura), ambas consideradas de mala calidad, influyendo en su aparición el factor conocido como estrés.

El PSE se caracteriza por una conversión rápida de glucógeno del músculo a ácido láctico cuando existen altas temperaturas corporales, lo que provoca un

estado de acidez en el músculo después del sacrificio, de los 20 a 30 min. post-mortem, de un valor de 7 del animal a valores de 5.6 y menores aún. La temperatura muscular ($>40^{\circ}\text{C}$) origina en combinación con el pH bajo la desnaturalización de la proteína muscular del sarcoplasma y de las membranas celulares del músculo. Debido a la absorción y reflexión de dicha proteína desnaturalizada la musculatura aparenta ser más clara y las paredes celulares presentan mayor permeabilidad. Normalmente, sólo ocurre en los músculos del lomo y jamón de los cerdos, en ocasiones se ve en los músculos oscuros de la espalda y en algunos músculos de vacuno, corderos, pollos y pavos (Corral, 1996; Mc Kee, 1998).

El DFD o DCB es causado por un vaciamiento del glucógeno muscular previo a la matanza. El glucógeno es metabolizado formando ácido láctico como producto final, el cual causa disminución del pH en el músculo (6.34). Este glucógeno muscular puede ser vaciado por el estrés asociado con actividad, excitación emocional o agudos cambios en las condiciones ambientales. El llenado de los depósitos de glucógeno en músculo vivo requiere descanso e ingesta de alimento por el animal (Corral, 1996; Bernal, 1996).

- Conductividad eléctrica. La capacidad de la carne para retener cargas eléctricas, como un instrumento para predecir la calidad de la carne de cerdo no ha tenido mucho éxito, ya que existe un error muy grande cuando se ha aplicado a gran escala. .
- Capacidad de retención de agua. Para Hamm el término capacidad de retención de agua se define como la propiedad de una proteína cárnica para retener el agua tanto propia como añadida, cuando se somete a un proceso de elaboración (tratamiento térmico, extrusión, etc). Otros autores distinguen la capacidad de retención de agua como la capacidad de retener únicamente el agua propia y a la capacidad de retener el agua añadida la definen como capacidad de ligar agua. Uno de los factores más importantes de la calidad de la carne es la capacidad de

retención de agua (WHC). Una disminución de la WHC es un indicador de un sin fin de desventajas:

- Pérdida de peso durante el almacenamiento, transporte y exhibición en el mercado.

- Envase poco atrayente.

- Disminuye el rendimiento y calidad de los productos procesados.

- Disminuye la jugosidad.

- Disminuye la suavidad.

- Se pierden nutrientes.

Las pérdidas de peso se producen en toda la cadena de distribución y transformación, desde el oreo hasta el cocido, y suponen pérdidas económicas que pueden alcanzar al 4-5% del peso inicial, siendo común en la actualidad pérdidas del 1.5-2%.

La calidad de los elaborados crudos también está en relación muy estrecha con el poder de retención de agua de la carne, que condiciona su mayor o menor aceptación de la sal. Las carnes exudativas dan productos más salados, más duros y más pálidos, que los apartan de sus caracteres normalizados, depreciándolos comercialmente. El problema existe también en los elaborados cocidos, aunque tiene menor importancia. Así pues, en jamón curado tipo español, interesa que la capacidad de retención de agua sea relativamente baja, pues durante el curado se pierde gran cantidad de agua. Por el contrario, en productos cocidos tipo jamón York interesa que la materia prima tenga una capacidad de retención de agua bastante grande.

El agua del músculo se encuentra en una proporción de un 70% en las proteínas miofibrilares; 20% en las sarcoplásmicas y 10% en el tejido conectivo.

En la década de los 70's Fennema lanzó una teoría (la más aceptada) que supone que el agua está unida al músculo de tres formas diferentes:

1. Agua de constitución: 5% del total; forma parte de la misma carne y no hay forma de extraerla.
2. Agua de interfase: está unida a la interfase proteína - agua. Esta agua de interfase se subdivide en agua vecinal, más cercana a la proteína, formando dos, tres o cuatro capas; y agua multicapa, la cual está más alejada de las proteínas.
3. Agua normal: que se subdivide en dos modalidades, agua ocluida, (aquella que está retenida en el músculo envuelta en las proteínas gel); y agua libre (es aquella que se libera cuando se somete la carne a un tratamiento térmico externo).

La capacidad de retención de agua depende de dos factores fundamentales, el tamaño de la zona H, que es el espacio donde se retiene el agua, y la existencia de moléculas que aporten cargas y permitan establecer enlaces dipolo-dipolo con las moléculas de agua.

Después del sacrificio, la capacidad de retener líquidos es muy grande, debido a que el pH es aproximadamente de 7, y a que no ha formado el complejo de actomiosina. A medida que nos acercamos al *rigor mortis* el glucógeno se transforma en ácido láctico (por glicólisis anaerobia), lo que baja el pH hasta el punto isoelectrónico de las proteínas, con lo que la capacidad de retención de agua es mínima. Al cesar el aporte de ATP se forma el complejo de actomiosina, disminuyendo el espacio libre. Con el tiempo hay una

degradación de proteínas miofibrilares que elevan el pH (Abascal, 1998; Alarcón, 1999, Maya; 1996; Salazar, 1999).

Los estudios actuales de calidad utilizan medidas simultáneas de pH, absorción de color, liberación de líquidos, temperaturas, etc. Para estas pruebas lo más recomendable es utilizar cualquiera de los jamones o de los lomos, ya que estos músculos tienen un acceso relativamente fácil en la canal intacta (Mejía, 1995).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Area de estudio

Los dos grupos de cerdos utilizados en el experimento provienen del pie de cría de Cerdo Pelón Mexicano y York-Landrace, de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Autónoma de Nayarit ubicada en el kilómetro 3.5 de la carretera de cuota Compostela – Chapallilla del municipio de Compostela; localizada geográficamente al suroeste del estado de Nayarit, entre los 21° 17' 48" de latitud norte y los 104° 54' de longitud oeste, a una altura de 880 m.s.n.m.; el clima es semicálido subhúmedo (Acw) con lluvias en verano y 22° de temperatura media anual (SPP, 1981). Del resultado de los cruzamientos del pie de cría se seleccionaron 33 animales, 12 cerdos de la raza Pelón Mexicano y 21 cerdos York-Landrace.

3.2 Manejo del material experimental

En la presente investigación se emplearon hembras y machos castrados, previo a su selección los animales recibieron el mismo manejo que en la granja porcina "Las Beatas", de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Autónoma de Nayarit.

Una vez que los animales cumplieron la edad de 63 días, se distribuyeron aleatoriamente a cada tratamiento:

- o Tratamiento 1: Cerdo Pelón Mexicano en condiciones de confinamiento total y dieta balanceada a libre acceso.
- o Tratamiento 2: Cerdo Pelón Mexicano en condiciones de pastoreo y dieta balanceada a libre acceso.
- o Tratamiento 3: York-Landrace en condiciones de confinamiento total y dieta balanceada a libre acceso.
- o Tratamiento 4: York-Landrace en condiciones de pastoreo y dieta balanceada a libre acceso.

Es importante destacar que los grupos de cerdos que permanecieron en condiciones de pastoreo, fueron introducidos a una pradera de pasto insurgente (*Bracharia brizantha*), por periodos de aproximadamente 7 horas diarias (9:00 am a 4:00 pm). Con la finalidad de proteger a los animales de depredadores y de condiciones climáticas adversas eran encerrados durante la noche en corrales ubicados dentro de la misma pradera, donde tenían acceso libre al alimento y agua.

La duración del período de tratamiento fue de 4 meses.

Los animales se comenzaron a sacrificar a una edad de 6 meses, (edad cercana a la pubertad y al punto de inflexión); con un peso que variaba según el tipo de alimentación que se les proporcionó; se estimó la velocidad de crecimiento y la influencia del tipo de dieta en la misma.

Una vez concluidos todos los sacrificios se realizaron comparaciones entre animales, según la raza y sistema de alimentación, para determinar la existencia de diferencias sobresalientes entre ellos.

3.3 Tipo de alimentación

En los cuatro meses que comprendió cada tratamiento, se utilizaron dos tipos de alimento balanceado, de acuerdo a las necesidades fisiológicas de los animales:

- a) **Etapa de crecimiento:** los animales recibieron un alimento balanceado con 17% de proteína y 3100 Kcal de energía metabolizable; dicha etapa comprendió los dos primeros meses, es decir de los 2 meses de edad hasta los 4 meses de vida.
- b) **Etapa de finalización:** esta etapa comprendió los dos últimos meses y finalizó a los 175 días; el alimento suministrado contenía 14% de proteína y 3100 kcal de energía metabolizable.

El alimento que se empleó fue balanceado tomando como base el grano de sorgo y un suplemento comercial (marca Santa Paula) con 36% de proteína.

3.4 Estimación de parámetros de crecimiento

Se midieron los valores individuales correspondientes a peso vivo inicial y peso vivo final, ganancia de peso (diaria, por período y final), consumo de alimento (por período y total) y conversión alimenticia (por período). Los períodos fueron de 28 días.

Para determinar el peso vivo inicial, todos los animales de 63 días de edad fueron pesados antes de someterse a los distintos tratamientos.

El peso vivo final se determinó pesando al animal a los 175 días de edad.

Para obtener la ganancia de peso cada 28 días, al peso final del período se les restó el peso inicial del mismo y se dividió entre el número de días entre pesadas

$GP1 = \text{Peso a los 91 días} - \text{Peso a los 63 días} / \text{número de días.}$

$GP2 = \text{Peso a los 119 días} - \text{Peso a los 91 días} / \text{número de días.}$

$GP3 = \text{Peso a los 147 días} - \text{Peso a los 119 días} / \text{número de días.}$

$GP4 = \text{Peso a los 175 días} - \text{Peso a los 147 días} / \text{número de días.}$

La ganancia de peso final (GPF), se obtuvo restando el peso inicial de la engorda al peso final de la misma y dividiéndolo entre el número de días entre pesadas.

Durante los cuatro períodos que duraron los diferentes tratamientos se midió el consumo de alimento y se determinó el consumo de alimento por período y total.

La conversión alimenticia se obtuvo al dividir los kilogramos de alimento consumidos en un período entre los kilogramos de peso que ganaban los animales en el mismo período, estimando con ello los kilogramos de alimento que requirió un cerdo por cada kilogramo de ganancia de peso.

3.5 Caracterización morfométrica del cerdo Pelón Mexicano y York-Landrace

A partir de los 63 días de edad, y por períodos de 28 días se realizaron mediciones zoométricas de los animales, cuya finalidad fue caracterizar tanto al cerdo Pelón Mexicano como a la cruce York-Landrace; las medidas obtenidas fueron las siguientes:

- a) Longitud de la trompa: Distancia que hay de la comisura del labio a la punta de la nariz.
- b) Alzada a la cruz: Es la altura del animal, medida desde el suelo hasta la parte media de la cruz.
- c) Alzada a la grupa: Corresponde a la altura del tren posterior del animal, medida desde el suelo hasta la parte media de la grupa.
- d) Longitud del animal a la nuca: Es la longitud que hay de la articulación atlanto-occipital a la base de la cola o primera vértebra coccígea.
- e) Longitud del animal a la espalda: Longitud lateral del animal que equivale a la distancia que hay de la punta de la nalga al borde anterior de la escápula o punta del hombro.
- f) Perímetro torácico: Es el valor de la circunferencia torácica tomada detrás de la espalda.
- g) Perímetro de la caña anterior: Corresponde a la circunferencia de la parte más delgada del hueso metacarpo.
- h) Perímetro de la caña posterior: es la circunferencia de la parte más delgada del hueso metatarso.

Todas las medidas antes mencionadas se registraron en centímetros, utilizando una cinta métrica flexible.

Con la información anterior se calcularon los siguientes índices zoométricos:

a) Índice de Proporcionalidad o índice de cortedad relativa del cuerpo (IP).

$$IP = \frac{\text{Alzada a la cruz} \times 100}{\text{Longitud cuerpo}}$$

b) Índice corporal torácico (ICT).

$$ICT = \frac{\text{Longitud cuerpo} \times 100}{\text{Perímetro tórax}}$$

c) Índice corporal (IC).

$$IC = \frac{\text{Longitud cuerpo} \times 100}{\text{Alzada cruz}}$$

d) Índice metacarpo torácico o dactilo torácico anterior (IMTA).

$$IMTA = \frac{\text{Perímetro caña anterior} \times 100}{\text{Perímetro tórax}}$$

e) Índice metatarso torácico o dactilo torácico posterior (IMTP).

$$IMTP = \frac{\text{Perímetro caña posterior} \times 100}{\text{Perímetro tórax}}$$

f) Índice de espesor relativo de la caña anterior (IERA).

$$IERA = \frac{\text{Perímetro caña anterior} \times 100}{\text{Alzada cruz}}$$

g) Índice de espesor relativo de la caña posterior (IERP).

$$IERP = \frac{\text{Perímetro caña posterior} \times 100}{\text{Alzada cruz}}$$

b) Índice de peso relativo (IPR).

$$IPR = \frac{\text{Peso.vivo} \times 100}{\text{Alzada.cruz}}$$

3.6 Determinación de la digestibilidad aparente ileal y fecal del cerdo Pelón Mexicano y York-Landrace

En los 5 días previos al sacrificio de los animales, se añadió óxido crómico (Cr_2O_3) al alimento, cuya función fue actuar como un marcador no digestible y no absorbible. La dosis empleada de dicho marcador fue de 0.25% en una presentación en polvo (Stein, 1999).

Posterior al sacrificio se recolectaron muestras de contenidos intestinales de la parte final del intestino delgado (íleon) y de la parte final del intestino grueso (recto), en las cuales se cuantificó la concentración de óxido crómico y se comparó con la suministrada en el alimento, y con el uso de la siguiente fórmula se determinó la digestibilidad ileal:

$$DI_a = [(D_{Cr} - F_{Cr}) / (D_{Cr})] * 100$$

Donde:

DI a = Digestibilidad ileal aparente.

D_{Cr} = Concentración de óxido crómico en la digesta ileal (mg/Kg.).

F_{Cr} = Concentración de óxido crómico en el alimento (mg/Kg.).

Para determinar la digestibilidad aparente fecal la fórmula a emplear fue la siguiente:

$$DF_a = [(DI_a - DFE_a) / (DI_a)] * 100$$

Donde:

DF a = Digestibilidad fecal aparente.

DI_a = Concentración de óxido crómico en la digesta fecal (mg/Kg.)

DFE_a = Concentración de óxido crómico en el alimento (mg/Kg.).

Es importante mencionar que la concentración de óxido crómico en el alimento y contenido intestinal fue determinada mediante la técnica de absorción atómica con ayuda de un espectrofotómetro modelo Spectr AA 50 Varian; ubicado en las instalaciones de la Facultad de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit.

Para determinar la concentración de óxido crómico en las muestras de contenido intestinal y alimento, se realizó el siguiente manejo:

- 1) Secado de las muestras de contenido intestinal en una estufa Novatech mod. HS 1800 a una temperatura de 70° C, por un período de tiempo de 24-48 horas.
- 2) Molido de las muestras secas en un mortero.
- 3) Digestión de 0.25 g de muestra seca y molida con 7 ml de ácido sulfúrico y 10 ml de peróxido de hidrógeno, a una temperatura de 440° C; en los Digesdahl Hach. Posteriormente las muestras digeridas eran aforadas a 100 ml con agua destilada.
- 4) Realización de una curva patrón, con diluciones conocidas cuya equivalencia era de 0, 5, 10, 15 y 20 ppm de cromo.
- 5) Calibración del espectrofotómetro, de acuerdo a las especificaciones que establece el manual del usuario (Flame Atomic Absorption Spectrometry Analytical Methods, 1989):

Cuadro 2. Especificaciones para la absorción atómica

Corriente de lámpara	7 mA
Combustible	Acetileno
Soporte	Aire
Estequiometría	Reducida

Cuadro 3. Especificaciones para la emisión de la flama

Longitud de onda	425.4 nm
Ancho del corte	0.1 nm
Combustible	Acetileno
Soporte	Oxido nitroso

- 6) Cuantificación de la concentración de óxido crómico en las muestras de contenido ileal, rectal y alimento; previamente digeridas en el espectrofotómetro de absorción atómica.

3.7 Evaluación y características de la canal del cerdo Pelón Mexicano y York-Landrace

Con la finalidad de determinar el rendimiento, calidad de la canal y de la carne; después del sacrificio (a los 6 meses de edad), se registraron las siguientes medidas:

- a) Longitud de la canal: Distancia comprendida entre la parte media del borde anterior de la primera costilla a la sínfisis isqueo-pubiana.
- b) Profundidad del tórax: Distancia que hay de la parte más baja del esternón a la parte media del dorso.
- c) Longitud del jamón: Distancia existente de la tuberosidad isquiática a la articulación tibio - tarsiana.
- d) Grasa dorsal a nivel de la 1ra. costilla: Espesor de grasa dorsal a nivel de la 1ra. costilla.

- e) Grasa dorsal a nivel de la 10a. costilla: Espesor de grasa dorsal existente entre la 10 y 11a. costilla.
- f) Grasa dorsal a nivel de la última costilla: Espesor de grasa dorsal a nivel de la última costilla.
- g) Grasa dorsal a nivel de la 5ta. vértebra lumbar: Espesor de grasa dorsal a nivel de la quinta vértebra lumbar.
- h) Profundidad del ojo de la chuleta: Entre la 10ª y 11ª. Costilla y con ayuda de un vernier se determinó en centímetros la profundidad del músculo *Longissimus dorsi*.
- i) pH muscular: Transcurridos 45 minutos post sacrificio, se midió el pH del músculo del lomo y pierna, utilizando un potenciómetro marca HANNA HI 8314.
- j) Color de la carne: La carne se clasificó subjetivamente de acuerdo a su coloración, comparándola con una escala estándar de acuerdo a la NPPC (National Pork Producer Council, 1991), se distinguen 5 colores: Pálido, Ligeramente rosa, Rosa grisáceo, Rojo claro y Rojo oscuro.
- k) Capacidad de retención de agua: La cual determinó el porcentaje de agua retenida por un corte (lomo) durante dos periodos de tiempo (48 y 96 horas) a una temperatura constante (4°C).
- l) Marmoleo: Entre la 10a. y 11a. costilla se clasificó de manera subjetiva el grado de marmoleo en el músculo *Longissimus dorsi*. Según la NPPC (National Pork Producer Council, 1991), se distinguen cinco grados de marmoleo: Nulo, Ligero, Moderado, Abundante y Muy abundante.

- m) **Peso al sacrificio:** Previo al sacrificio se determinó el peso vivo de los animales.
- n) **Peso de la canal caliente:** Corresponió al peso de la canal 45 minutos después de concluido el sacrificio.
- o) **Peso de cortes primarios sin grasa caliente:** Se tomó el peso de los cortes inmediatamente después del sacrificio, se eliminó toda la grasa posible, incluyendo la interna y subcutánea.
- p) **Longitud del Intestino delgado:** Comprendió la longitud de las tres porciones del intestino delgado: duodeno, yeyuno e ileon.
- q) **Longitud del intestino grueso:** Abarcó la longitud del colon y recto, sin tomar en cuenta la longitud del ciego.
- r) **Longitud del ciego:** Corresponió la distancia existente de la válvula ileocecal al extremo del ciego.
- s) **Peso del Hígado:** Inmediatamente después del sacrificio, se registró el peso del mismo.
- t) **Peso del Corazón:** Comprendió únicamente el peso de ambos ventrículos, atrios y aurículas.
- u) **Peso de los pulmones:** Se pesaron por separado y sin considerar a la tráquea.
- v) **Curvatura mayor del estómago:** Corresponió a la distancia que hay del cardias al piloro, siguiendo la curvatura estomacal.
- w) **Peso de la cabeza:** Se registró el peso de las mismas una vez que se separó del cuerpo del animal sacrificado.

- x) **Peso de las patas:** Se registró el peso de las cuatro extremidades en conjunto.
- y) **Peso de la grasa y piel:** Posterior al sacrificio se pesó el total de la grasa subcutánea en conjunto con el peso de la piel.
- z) **Rendimiento al matadero de la canal:** Para evaluar el rendimiento se midió la relación existente entre el peso de la canal y el peso vivo de los animales antes del sacrificio. El rendimiento se calculó como: $\text{Rendimiento al matadero} = (\text{PCC}/\text{PVS}) \cdot 100$.
- aa) **Rendimiento de cortes primarios sin grasa caliente:** El rendimiento se calculó dividiendo el peso de los cortes primarios en caliente entre el peso vivo al sacrificio y multiplicándolo por 100.
- bb) **Peso de la pierna:** Se registró el peso individual de las mismas.
- cc) **Puntuación muscular:** (Sistema USDA United State Department of Agriculture, 1968): Método en donde se compararon y clasificaron las canales enteras de los animales, de acuerdo al desarrollo o conformación muscular de las mismas; se minimizaron los efectos de la gordura cuando se estuvieron verificando los rangos de músculo.
- **Rango 1.-** Delgado, la canal es de forma angular. Las piernas y los hombros son acintados y angostos en apariencia y les falta bulto y anchura. El radio de músculo-hueso es pequeño.
 - **Rango 2.-** Intermedio, la canal será intermedia entre los rangos 1 y 3. La mayoría de las canales se encuentran en estos rangos.
 - **Rango 3.-** Ancha, la apariencia de la canal es abultada. Las piernas y hombros son significativamente gruesos (como resultado de mayor cantidad de músculo, no de grasa) que la región lumbar. Tienen forma convexa y el radio de músculo-hueso es elevado.

5.8 Análisis estadísticos

Los resultados obtenidos, fueron analizados mediante un Diseño completamente al azar con covariable y arreglo factorial 2² cuyo modelo fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \beta (X_i - \bar{X}) + E_{ijk}$$

$$i = 1, 2$$

$$j = 1, 2$$

Donde:

- Y_{ijk} = Variable respuesta (medidas zoométricas, rendimiento en canal, etc.)
 μ = Media general
 A_i = Efecto del factor A al nivel i. (1. Raza Pelón Mexicano y 2. York-Landrace)
 B_j = Efecto del factor B al nivel j. (1. confinamiento y 2. pastoreo)
 $(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción AB al nivel i, j
 β = Coeficiente de regresión.
 X_i = Covariable
 \bar{X} = Media general de la covariable
 E_{ijk} = Error aleatorio en la repetición k, nivel j de B y nivel i de A.

Los resultados fueron analizados según el modelo propuesto y mediante los siguientes procedimientos:

- 1) Se elaboraron curvas de crecimiento de los genotipos estudiados y Análisis de Varianza de acuerdo al modelo, incluyendo la covariable.
- 2) En las medidas zoométricas se empleó un Análisis de Varianza por etapas utilizando el peso inicial como covariable en cada etapa.
- 3) Los resultados de digestibilidad ileal y fecal aparente se usó un Análisis de Varianza sin covariable.

- 4) La información recopilada referente al rendimiento y calidad de la canal se analizó con ayuda de un Análisis de Varianza con covariable igual al peso al sacrificio.

En el caso de las variables que correspondían a Marmoleo, Color y Puntuación muscular se empleó una X^2 .

Por último el pH y la Capacidad de retención de Agua se analizaron con un Análisis de Varianza.

Para determinar la existencia de diferencias estadísticas en las medias de los tratamientos de las variables evaluadas se utilizaron contrastes ortogonales y en algunos casos la prueba de Tukey.

El programa de computación empleado en la realización de los análisis estadísticos fue SAS (1996).

4. RESULTADOS y DISCUSION

El cuadro 4 muestra los porcentajes de los nutrientes principales que fueron encontrados en el pasto insurgente (*Brachiaria brizantha*) y su comparación con el porcentaje de los mismos de acuerdo a lo que se señala en la literatura (Latin American Tables of Feed Composition University of Florida, 1974).

Es importante mencionar que los análisis bromatológicos se realizaron en el Laboratorio de Nutrición de la F.M.V.Z. de la U.A.N., de acuerdo a lo establecido por la metodología tradicional (Tejada, 1983).

Cuadro 4. Porcentajes de los nutrientes principales encontrados en el pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha*).

Nutriente	Pasto Insurgente de la	Pasto Insurgente según
	F.M.V.Z. U.A.N.	Literatura
	Media \pm Desv. Est.	Media
Humedad (%)	66.937 \pm 0.340	74.8
Cenizas (%)	8.896 \pm 0.341	11.7
Fibra Cruda (%)	38.545 \pm 1.648	32.7
Extracto Etéreo (%)	2.360 \pm 0.042	2.7
Proteína (%)	10.728 \pm 0.038	8.9

Como se puede observar en dicho cuadro, los porcentajes de los nutrientes encontrados son muy semejantes a lo señalado en la literatura; aunque distingue la diferencia encontrada en el porcentaje de humedad; el cual como se sabe depende en gran parte de la época del año y edad del forraje.

En base a los pesajes realizados a los cerdos cada 28 días, se realizó un análisis de varianza para el Peso Acumulado; dado que los animales que conformaban los diferentes tratamientos tenían un peso inicial diferente, se adicionó en el Diseño Completamente al Azar con arreglo Factorial 2², una covariable, la cual correspondió al peso del animal al inicio de cada etapa. En el cuadro 5, se muestran las medias

corregidas y el error estándar de la media de los pesos acumulados cada 28 días que se registraron en los 4 tratamientos.

Para resaltar las diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos evaluados se empleó un análisis de contrastes ortogonales.

Cuadro 5. Pesos acumulados cada 28 días del CPM y Y-L en condiciones de confinamiento y pastoreo.

Variable	Peso a 63 días (kg)	Peso a 91 días (kg)*	Peso a 119 días (kg)*	Peso a 147 días (kg)*	Peso a 175 días (kg)*
	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM
Y-L en confinamiento N=15	15.236 ± 1.59	15.236 ± 1.59	48.684 ± 0.76	64.427 ± 1.00	94.490 ± 1.73
Y-L en Pastoreo N=7	20.571 ± 1.59	26.214 ± 1.65	47.887 ± 1.24	65.833 ± 1.49	84.347 ± 2.69
CPM en Confinamiento N=7	11.171 ± 0.63	24.163 ± 1.22	38.210 ± 1.15	62.519 ± 1.63	83.357 ± 3.00
CPM en Pastoreo N=6	7.550 ± 0.60	23.564 ± 1.74	42.675 ± 1.57	60.686 ± 1.88	76.642 ± 3.61
Contrastes Ortogonales	Probabilidad (α)				
CPM (C,P) vs Y-L (C,P)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Y-L (P) vs Y-L (C)	0.0001	0.0676	0.1368	0.0829	0.7486
CPM (P) vs CPM (C)	0.0174	0.0383	0.3809	0.2354	0.0787

Ajustados por el peso inicial

Los resultados obtenidos indican que hay diferencias significativas estadísticamente, observándose una diferencia marcada entre las dos razas, en todas las pesadas realizadas los cerdos Yolk-Landrace (Y-L) presentan un aumento de peso superior a los Cerdos Pelón Mexicano (CPM). Por otro lado entre los dos tipos de alimentación

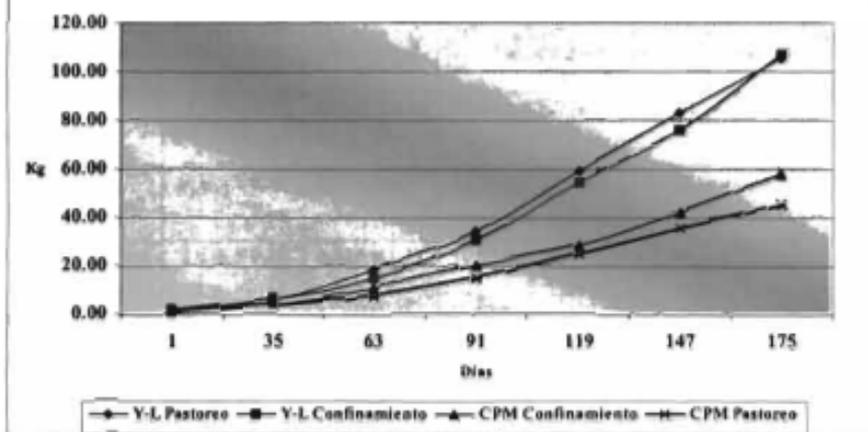
empleados en el experimento, también se observan diferencias, en el caso de los cerdo Y-L, es en la primer pesada en donde son más evidentes; mientras que en el caso del CPM, en las dos primeras pesadas se observan las diferencias más marcadas entre los dos tipos de alimentación empleados en dicha raza.

Sin embargo se puede resaltar que las ganancias de peso entre razas sí originan diferencias estadísticas, es decir los tipos de alimentación empleados en dicho experimento no influyeron estadísticamente en contraste con los genotipos empleados en el mismo.

La gráfica 1, ejemplifica de manera más notoria los contrastes existentes en las ganancias de peso de las dos razas empleadas, en dicha gráfica se están empleando los valores reales que se obtuvieron en las pesadas, es decir no son los valores ajustados por la covariable. Como se puede observar al final del experimento los cerdos Y-L en confinamiento fueron los que obtuvieron el mayor peso vivo, seguidos por los Y-L en pastoreo, los CPM en confinamiento y finalmente los CPM en pastoreo.

Ambas razas presentaron prácticamente un crecimiento lineal, aunque después de los 63 días, hay una notoria diferencia para las dos razas en las pendientes de las líneas de tendencia.

Gráfica 1. Crecimiento del CPM y Y-L en confinamiento y pastoreo



En el cuadro 6 se muestran las medias y desviaciones estándar para las variables ganancias de peso, ganancia diaria de peso que obtuvieron los animales en cada periodo equivalente a 28 días; además de mostrar la ganancia de peso final, es decir cuántos kilogramos ganaron los animales en los 4 meses que permanecieron en experimentación.

Las ganancias de peso por periodo se sometieron a un análisis de contrastes ortogonales con la finalidad de identificar las diferencias significativas entre los diferentes tratamientos evaluados.

Cuadro 6. Ganancias de peso del CPM y Y-L en condiciones de confinamiento y pastoreo.

Variable	GP1 (kg)	GP2 (kg)	GP3 (kg)	GP4 (kg)	GPF (kg)
	Med \pm EEM	Med \pm EEM	Med \pm EEM	Med \pm EEM	Med \pm EEM
Y-L en confinamiento N=15	15.340 \pm 0.99	24.136 \pm 1.02	20.980 \pm 0.65	31.373 \pm 1.17	91.896 \pm 3.03
Y-L en Pastoreo N=7	13.757 \pm 0.80	25.328 \pm 1.26	23.50 \pm 1.82	22.271 \pm 1.92	84.857 \pm 4.37
CPM en Confinamiento N=7	9.185 \pm 0.36	8.214 \pm 0.73	13.50 \pm 0.60	15.50 \pm 2.80	46.40 \pm 3.22
CPM en Pastoreo N=6	7.616 \pm 0.80	9.916 \pm 1.17	10.91 \pm 1.52	8.10 \pm 1.06	37.60 \pm 2.59
Contrastes Ortogonales	Probabilidad (α)				
CPM (C,P) vs Y-L (C,P)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Y-L (P) vs Y-L (C)	0.0383	0.3809	0.2354	0.0787	0.1538
CPM (P) vs CPM (C)	0.0676	0.1368	0.0829	0.7486	0.1631

Como se puede observar los cerdos Y-L en confinamiento presentaron la mayor ganancia de peso (31.373) en el último periodo, el cual equivale a la edad de 5 a 6 meses de vida, lo anterior es justificable con el hecho de que un cerdo alrededor de dicha edad comienza a depositar en mayor escala y más rápido la grasa dorsal principalmente, por lo que los aumentos de peso a partir de la edad antes mencionada son principalmente debidos al acumulo de grasa y no desarrollo de masas musculares. En el caso de los cerdos Y-L en pastoreo, no se observa una ganancia de peso tan grande en el último periodo, lo que se le atribuye al constante ejercicio, ya que en la pradera tenían mayores posibilidades de caminar, hozar e incluso escarbar; es decir la actividad física y el consumo del forraje debieron afectar la composición final de la canal.

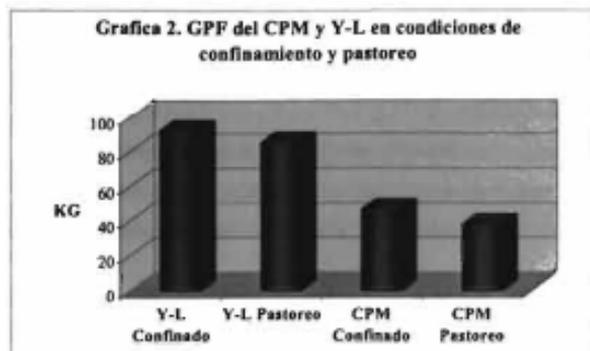
Es muy importante de destacar que el CPM en confinamiento, también presenta la mayor ganancia de peso en el último periodo, lo que se justifica de la misma forma

que en el caso de los cerdos Y-L en confinamiento, la deposición de grasa se comienza a incrementar, generando más peso. Los CPM en pastoreo al final obtuvieron la ganancia de peso más inferior reportada a lo largo del experimento (8.10 kg), la cual es incluso la única estadísticamente diferente al compararla con los CPM en confinamiento. En el último período los CPM en pastoreo mostraron un incremento en su actividad física, generado principalmente por la presencia de celos, por lo que también se afectó el consumo de alimento y como consecuencia la ganancia de peso.

Como es de esperarse las ganancias diarias de peso dependieron de las ganancias de peso que se generaron en cada una de las etapas, las cuales fueron equivalentes a 28 días.

Los contrastes ortogonales indican que existen diferencias estadísticas entre razas y que los sistemas de alimentación empleados en dicho experimento no están influyendo estadísticamente en las variables evaluadas, es decir dichas diferencias son únicamente numéricas.

En la gráfica 2 se muestra de forma más ilustrativa las ganancias de peso final que obtuvieron los animales (valores sin ajustar), como se puede observar, a final de cuentas, los cerdos Y-L en condiciones de confinamiento fueron quienes obtuvieron la ganancia de peso final más alta, aunque no es diferente estadísticamente con los animales de la misma raza pero en condiciones de pastoreo.



En el caso de los CPM, los animales en confinamiento presentaron una mayor ganancia de peso en relación con los animales de la misma raza pero en condiciones de pastoreo. Como es de esperarse existen diferencias estadísticas entre ambas razas.

Los valores promedio del consumo diario de alimento por etapas de los 4 tratamientos se muestran en el cuadro 7.

**Cuadro 7. Promedio de consumo diario de alimento (kg)
por etapas del CPM y Y-L en condiciones de confinamiento y pastoreo**

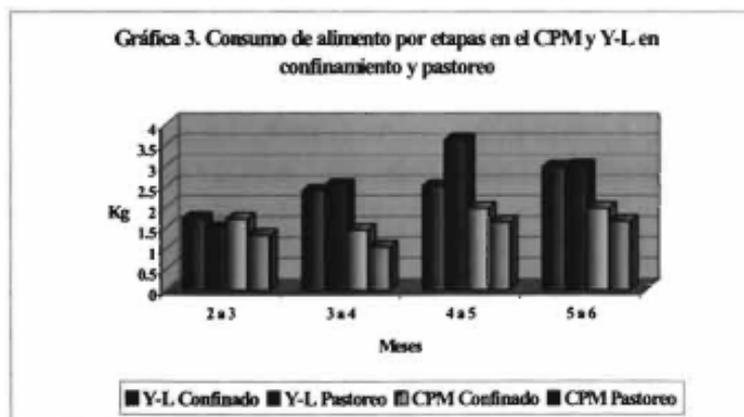
Etapa	Y-L en	Y-L en	CPM en	CPM en
	Confinamiento	Pastoreo	Confinamiento	Pastoreo
	N=15	N=7	N=7	N=6
2 a 3 meses	1.726	1.484	1.712	1.315
3 a 4 meses	2.378	2.525	1.444	1.040
4 a 5 meses	2.496	3.617	1.964	1.632
5 a 6 meses	2.961	2.994	1.972	1.653

Como se puede observar, el consumo depende principalmente de la raza, ya que los cerdos Y-L consumieron una mayor cantidad en comparación a los cerdos de raza CPM. Aunque es importante destacar que las dos razas de animales que estuvieron en condiciones de confinamiento, en la primer etapa prácticamente consumieron una cantidad muy semejante de alimento. Los Y-L en pastoreo en la etapa que va de 4 a 5 meses consumieron una cantidad superior de alimento en comparación con los otros grupos, lo anterior se atribuye a que el constante ejercicio que realizaban en el interior de la pradera les estimulaba el consumo.

Los animales CPM en pastoreo siempre tuvieron un consumo inferior en comparación con los animales de la misma raza mantenidos en confinamiento, esto se justifica porque dichos animales siempre presentaron una mayor habilidad para

consumir pasto en grandes cantidades y a cualquier hora del día; es decir el alto consumo de forraje les limitaba el consumo de alimento por las tardes.

La representación gráfica del promedio de consumo diario de alimento en las respectivas etapas, se muestra en la gráfica 3.



Con la información que representa la ganancia de peso y consumo de alimento, se lograron determinar las conversiones alimenticias de los animales que se mantuvieron en condiciones de confinamiento, es decir cuántos kilos de alimento son necesarios para que se gane un kilogramo de peso. En los animales que pastorearon no se determinaron las conversiones alimenticias, dado que no se estimó el consumo de pasto insurgente. Los resultados de las distintas conversiones por etapas y tratamientos se muestran en el cuadro 8. Para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos se empleó la prueba de Tukey.

Cuadro 8. Conversión alimenticia del CPM y Y-L en condiciones de confinamiento.

Variable	Y-L en	CPM en
	Confinamiento	Confinamiento
	N=15	N=7
Variable	Med \pm EEM	Med \pm EEM
C.A. 1	3.394 \pm 0.31 ^B	5.270 \pm 0.22 ^A
C.A. 2	2.835 \pm 0.13 ^B	5.193 \pm 0.51 ^A
C.A. 3	3.372 \pm 0.11 ^A	4.126 \pm 0.19 ^A
C.A. 4	2.694 \pm 0.10 ^A	5.569 \pm 2.17 ^A

^{A, B} Medias con diferente superíndice en la misma línea son diferentes significativamente ($p < 0.05$).

Como se puede observar, los animales CPM presentaron a lo largo de todo el experimento una conversión alimenticia más alta en comparación con los cerdos Y-L, es decir, necesitan consumir una mayor cantidad de alimento para poder ganar un kg de peso vivo, lo cual es atribuible a cuestiones genéticas, ya que los animales CPM no han sido sometidos a programas de mejoramiento genético por lo que la mayoría de sus parámetros productivos están muy por debajo de los de cualquier raza porcina mejorada.

El consumo promedio diario de alimento a lo largo de todo el experimento para los cerdos Y-L en confinamiento fue de alrededor de 2.38 kg, con una conversión alimenticia global de 3.07 y una ganancia diaria de peso de 820 gr; resultados que no varían con lo que señala Fuller (1984), citado por English, *et al.* (1992), donde cerdos de la misma raza con un consumo diario de alimento en promedio de 2.4 kg, presentaron una conversión alimenticia de 3.12 y una ganancia diaria de peso de 780 gr. Por otro lado Buxadé (1999), también muestra valores muy semejantes, conversión alimenticia de 3.02 y ganancia diaria de peso de 794 gr.

Los cerdos Y-L en pastoreo obtuvieron los siguientes valores globales: consumo diario de alimento concentrado de 2.65 kg y una ganancia diaria de peso de 757.25 gr. Fuller (1984), indica que cerdos con un consumo de alimento de 2.6 kg al día tendrían una conversión alimenticia de 3.12 y una ganancia de peso al día de 850 gr; se puede ver que los cerdos Y-L en pastoreo están ligeramente debajo del promedio establecido, pero hay que considerar que no son datos obtenidos con el mismo sistema de alimentación y manejo. Por lo que se puede afirmar que el sistema de producción esta correlacionado con los parámetros productivos, además que influye en la calidad de la canal.

Al comparar las ganancias de peso final que obtuvieron los cerdos Pelón Mexicano, con otros trabajos realizados previamente, podemos decir que las obtenidas en la presente investigación son superiores a las reportadas por Plata (2000) y Cabello (1969): la ganancia de peso final para los CPM en confinamiento fue de 46.40 ± 8.54 kg, los CPM en pastoreo ganaron 37.60 ± 5.79 kg (ambos en climas semicálido); Plata (2000) reporta una ganancia de 45.93 ± 8.01 kg (en clima semicálido) y 26.01 ± 10.02 kg (en clima cálido) para cerdos criados en confinamiento, y 29.24 ± 7.77 kg (en clima cálido) para cerdos criados en condiciones semi-intensivas; por último Cabello (1969) reportó una ganancia de peso de 32.25 kg (en clima cálido). Por lo tanto se puede decir que los CPM dan una mayor ganancia de peso cuando no son sometidos a condiciones de estrés calórico, a pesar de tener una resistencia natural a los climas calurosos.

En lo referente a la conversión alimenticia, los CPM de la presente investigación presentan mejores valores que los reportados por Plata (2000); Cabello (1969); Romano, *et al.* (1980); Tello y Cisneros (1990); Vásquez, *et al.* (1972).

Los resultados de las medidas morfométricas a los 63 días, se resumen en el cuadro 9.

Cuadro 9. Valores ajustados por la covariable (peso), referentes a morfometría del CPM y Y-L. a los 63 días en condiciones de confinamiento y pastoreo

Variable	Alzada cruz (cm)	Alzada grupa (cm)	L. Espalda (cm)	L. Nuca (cm)	Per caña ant. (cm)	Per caña post. (cm)	L. trompa (cm)	Per. Tórax (cm)
Y-L en confinamiento N=15	Med ± EEM 41.00 ± 0.42	Med ± EEM 40.53 ± 0.40	Med ± EEM 49.89 ± 0.98	Med ± EEM 52.58 ± 0.68	Med ± EEM 10.55 ± 0.10	Med ± EEM 10.55 ± 0.11	Med ± EEM 6.68 ± 0.20	Med ± EEM 54.85 ± 0.62
Y-L en Pastoreo N=7	39.85 ± 0.70	39.42 ± 0.68	47.40 ± 1.63	51.98 ± 1.10	10.32 ± 0.16	10.35 ± 0.18	6.55 ± 0.21	54.28 ± 1.04
CPM en Confinamiento N=7	35.55 ± 0.69	37.33 ± 0.67	45.45 ± 1.61		9.42 ± 0.16	9.67 ± 0.18	6.78 ± 0.34	53.62 ± 1.03
CPM en Pastoreo N=6	37.65 ± 0.93	38.46 ± 0.90	51.32 ± 2.17	51.95 ± 1.64	9.63 ± 0.22	9.62 ± 0.24	5.50 ± 0.22	51.26 ± 1.39
Contrastes	Probabilidad (α)							
Ortogonales								
CPM vs Y-L	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	0.2570	0.0001
Y-L pasto vs Y-L confinado	0.1032	0.0956	0.2878		0.1014	0.0745	0.7783	0.0454
CPM pasto vs CPM confinado	0.6834	0.2974	0.5871	0.0001	0.2708	0.0745	0.0628	0.0074

Es importante mencionar que con la finalidad de reducir la variación de las variables evaluadas, en el modelo del diseño experimental (Diseño completamente al azar con arreglo factorial 2X2), se agregó una covariable que fue el peso vivo de los animales en cada etapa; cuando la covariable resultó significativa, se ajustaron los diferentes valores de las variables evaluadas; prácticamente en todos los valores referentes a la morfometría, el peso vivo del animal influye en éstas, pero no resulta así para los índices morfométricos. Las diferencias estadísticas entre los tratamientos se analizaron empleando contrastes ortogonales.

Como se puede apreciar en el cuadro, los cerdos de la raza Y-L en condiciones de confinamiento y pastoreo obtuvieron valores superiores que los cerdos CPM, es decir, se encuentran diferencias entre razas, pero no se dan dentro de una misma raza, lo cual se justifica porque a la edad de 63 días fue cuando los animales se sometieron a los diferentes tratamientos, por lo que aún no se detecta una influencia del sistema de alimentación en el comportamiento productivo de los animales. Incluso en el caso de algunas variables como es la longitud de la trompa no se encontraron diferencias significativas entre razas y tipos de alimentación evaluados.

Los índices zoométricos están indicando la relación existente entre dos medidas morfométricas, pero expresada en porcentaje. Los índices morfométricos que se pudieron calcular con la morfometría evaluada a los 63 días se resumen en el cuadro 10.

Cuadro 10. Índices zomométricos del CPM y Y-L a los 63 días en condiciones de confinamiento y pastoreo

Variable	I. Proporcionalidad	I. Corporal Torácico	I. Corporal	I. Metacarpo Torácico	I. Metatarso Torácico	Esp. Relat. C. Anterior	Esp. Relat. C. Posterior	Peso Relativo
Y-L en confinamiento N=15	Med ± EEM 82.44 ± 2.02	Med ± EEM 91.71 ± 2.35	Med ± EEM 122.37 ± 2.94	Med ± EEM 19.26 ± 0.21	Med ± EEM 19.28 ± 0.21	Med ± EEM 25.73 ± 0.35	Med ± EEM 25.75 ± 0.34	Med ± EEM 35.98 ± 1.09
Y-L en Pastoreo N=7	82.43 ± 2.25	90.53 ± 2.52	122.07 ± 3.12	18.95 ± 0.24	19.11 ± 0.31	25.55 ± 0.23	25.75 ± 0.23	43.31 ± 2.30
CPM en Confinamiento N=7	80.02 ± 3.42	82.62 ± 3.65	126.30 ± 5.28	17.56 ± 0.32	17.97 ± 0.34	26.85 ± 0.34	27.48 ± 0.36	33.49 ± 1.49
CPM en Pastoreo N=6	75.44 ± 2.60	95.91 ± 2.33	133.37 ± 4.75	18.87 ± 0.25	18.68 ± 0.30	26.20 ± 0.41	25.93 ± 0.34	22.93 ± 1.05
Contrastes Ortogonales	Probabilidad (α)							
CPM vs Y-L	0.0882	0.5372	0.0670	0.0026	0.0079	0.0297	0.0155	0.0001
Y-L pasto vs Y-L confinado	0.9981	0.7389	0.9496	0.3436	0.6332	0.7094	0.9994	0.0010
CPM pasto vs CPM confinado	0.2986	0.0092	0.2864	0.0055	0.1602	0.3135	0.0154	0.0006

En lo referente al índice de proporcionalidad se observa la relación entre altura de los miembros anteriores y longitud corporal, y aunque no se presentan diferencias significativas entre tratamientos, los CPM presentaron un valor inferior. Uno de los índices que llama la atención es el referente al índice corporal, el cual plantea la relación entre longitud del cuerpo y altura de los miembros anteriores, en él se observa que los valores calculados para CPM superan numéricamente a los obtenidos por los Y-L, aunque sin diferencias significativas; lo anterior es un indicativo del ritmo de crecimiento de los animales, es decir, hasta los 2 meses de edad, la tasa de crecimiento entre las dos razas evaluadas es semejante y al ir aumentando la edad dicha tasa comienza a presentar diferencias notorias en lo referente al acumulo de peso; es de destacar que algo similar se comentó al inspeccionar el gráfico 1.

En lo referente a los índices restantes, se puede apreciar que las diferencias estadísticas se presentan dentro de una misma raza e incluso entre los sistemas de alimentación empleados.

Por lo que respecta al peso relativo, prácticamente todos los contrastes resultaron diferentes significativamente, a excepción de la comparación de CPM en confinamiento contra Y-L en confinamiento; el valor más alto lo alcanzaron los cerdos Y-L en pastoreo y el más bajo los CPM en las mismas condiciones.

Los valores correspondientes a la morfometría de los 91 días, se encuentran en el cuadro 11.

Cuadro 11. Valores ajustados por la covariable (peso), referentes a morfometría del CPM y Y-L a los 91 días en condiciones de confinamiento y pastoreo

Variable	Alzada cruz (cm)	Alzada grupa (cm)	L. Espalda (cm)	L. Nuca (cm)	Per caña ant. (cm)	Per caña post. (cm)	L. trompa (cm)	Per. Tórax (cm)
Y-L en confinamiento N=15	Med ± EEM 49.70 ± 0.42	Med ± EEM 47.76 ± 0.76	Med ± EEM 60.43 ± 1.14	Med ± EEM 67.40 ± 0.70	Med ± EEM 12.77 ± 0.13	Med ± EEM 12.78 ± 0.12	Med ± EEM 7.81 ± 0.25	Med ± EEM 66.28 ± 0.66
Y-L en Pastoreo N=7	47.86 ± 0.68	49.95 ± 1.24	60.11 ± 1.84	66.83 ± 1.13	13.33 ± 0.21	13.20 ± 0.19	7.97 ± 0.40	64.09 ± 1.07
CPM en Confinamiento N=7	47.21 ± 0.63	48.49 ± 1.15	58.54 ± 1.71	61.75 ± 1.05	10.59 ± 0.19	10.97 ± 0.18	8.24 ± 0.37	69.55 ± 0.99
CPM en Pastoreo N=6	47.38 ± 0.87	48.89 ± 1.57	55.32 ± 2.34	60.48 ± 1.44	11.68 ± 0.26	11.69 ± 0.24	8.27 ± 0.51	70.86 ± 1.36
Contrastes								
Probabilidad (α)								
Ortogonales								
CPM vs Y-L	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0030	0.0001
Y-L pasto vs Y-L confinado	0.8489	0.3867	0.2938	0.2398	0.0019	0.0056	0.2249	0.5502
CPM pasto vs CPM confinado	0.0871	0.1825	0.0143	0.0258	0.0927	0.6143	0.3528	0.1773

En este caso los cerdos Y-L presentan el tren anterior más alto que el posterior, además de ser más largos en comparación con los CPM. Por otro lado los valores ajustados muestran que los cerdos de las dos razas mantenidos en condiciones de confinamiento, presentan una mayor talla en casi todas las variables, con excepción de la longitud de la trompa y perímetros de las cañas, en donde los animales en pastoreo presentan una hipertrofia en dichas regiones corporales a causa de una mayor ejercitación, lo anterior es alentador si se considera el alto porcentaje de vientres que se desechan por problemas en las extremidades y que con este sistema de producción se pueden disminuir.

Al analizar los contrastes ortogonales se puede observar que en prácticamente todas las variables evaluadas las diferencias existentes se dan entre razas y como ya se mencionó antes, sólo en la longitud corporal y perímetros de las cañas está influyendo el sistema de alimentación empleado.

Los índices morfométricos, correspondientes a la edad de 91 días, se mencionan en el cuadro 12.

Cuadro 12. Índices zométricos del CPM y Y-L a los 91 días en condiciones de confinamiento y pastoreo

Variable	I.	I. Corporal Torácico	I. Corporal	I. Corporal Metacarpo Torácico	I.	I. Metatarso Torácico	Esp. Relat. C. Anterior	Esp. Relat. C. Posterior	Peso Relativo
	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM
Y-L en confinamiento N=15	82.28 ± 1.34	90.74 ± 1.57	121.96 ± 1.91	18.90 ± 0.29	18.95 ± 0.27	25.40 ± 0.28	25.46 ± 0.25	58.69 ± 1.70	
Y-L en Pastoreo N=7	79.99 ± 2.48	92.05 ± 3.10	125.73 ± 3.91	19.82 ± 0.12	19.69 ± 0.17	27.10 ± 0.43	26.94 ± 0.58	65.57 ± 2.17	
CPM en Confinamiento N=7	80.89 ± 1.29	84.87 ± 1.52	123.79 ± 1.94	15.64 ± 0.31	16.17 ± 0.22	22.80 ± 0.36	23.60 ± 0.40	46.48 ± 1.54	
CPM en Pastoreo N=6	87.33 ± 2.30	78.10 ± 2.24	114.88 ± 2.88	17.50 ± 0.30	17.40 ± 0.31	25.76 ± 0.60	25.61 ± 0.51	36.78 ± 2.86	
Contrastes Ortogonales	Probabilidad (α)								
CPM vs Y-L	0.12.88	0.0001	0.1126	0.0001	0.0001	0.0001	0.0007	0.0001	
Y-L pasto vs Y-L confinado	0.3521	0.6435	0.2910	0.0351	0.0621	0.0030	0.0096	0.0198	
CPM pasto vs CPM confinado	0.0366	0.0568	0.0450	0.0008	0.0129	0.0001	0.0043	0.0077	

En donde no se presentaron diferencias significativas entre razas es en el índice de proporcionalidad. Dado los altos valores de las cañas anteriores que presentaron los animales en pastoreo, se presentan diferencias significativas entre todos los contrastes que se plantearon en dicha investigación. Los cerdos Y-L prácticamente no presentan diferencias al someterlos a dos sistemas de alimentación, mientras que los en los CPM, el sistema de alimentación empieza a marcar diferencias en la misma raza en todas los índices planteados. En el índice referente al peso relativo, los Y-L en pastoreo obtuvieron el valor más alto, mientras que los CPM en pastoreo representan el valor más bajo.

Los valores ajustados correspondientes a la morfometría de los 4 grupos de cerdos a los 119 días de edad se menciona en el cuadro 13.

Cuadro 13. Valores ajustados por la covariable (peso), referentes a morfometría del CPM y Y-L a los 119 días en condiciones de confinamiento y pastoreo

Variable	Alzada cruz (cm)	Alzada grupa (cm)	L. Espalda (cm)	L. Nuca (cm)	Per caña ant. (cm)	Per caña post. (cm)	L. trompa (cm)	Per. Tórax (cm)
Y-L en confinamiento N=15	Med ± EEM 59.21 ± 0.47	Med ± EEM 59.17 ± 0.72	Med ± EEM 73.90 ± 1.26	Med ± EEM 81.61 ± 0.98	Med ± EEM 14.47 ± 0.18	Med ± EEM 14.37 ± 0.14	Med ± EEM 9.04 ± 0.22	Med ± EEM 78.35 ± 0.60
Y-L en Pastoreo N=7	58.61 ± 0.70	58.57 ± 1.08	69.24 ± 1.89	79.21 ± 1.46	15.67 ± 0.27	14.72 ± 0.21	9.10 ± 0.33	78.65 ± 0.90
CPM en Confinamiento N=7	55.68 ± 0.76	56.51 ± 1.18	66.67 ± 2.06	74.40 ± 1.59	12.62 ± 0.30	13.41 ± 0.23	9.13 ± 0.37	84.50 ± 0.99
CPM en Pastoreo N=6	53.61 ± 0.88	53.78 ± 1.36	65.49 ± 2.38	72.33 ± 1.84	13.15 ± 0.35	13.62 ± 0.27	9.09 ± 0.42	81.58 ± 1.14
Probabilidad (α)								
Contrastes								
Ortogonales								
CPM vs Y-L	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Y-L pasto vs Y-L confinado	0.5854	0.5882	0.1065	0.8272	0.0001	0.0276	0.4482	0.1299
CPM pasto vs CPM confinado	0.0190	0.0230	0.3404	0.1246	0.4198	0.8549	0.6675	0.0552

Es notorio mencionar que los cerdos Y-L en confinamiento presentan en gran parte de las variables evaluadas los valores más altos, en comparación con los tres grupos restantes. Los CPM en pastoreo presentan en la mayoría de las variables evaluadas los valores más bajos, con excepción de los perímetros de las cañas, los cuales superan a los obtenidos por los CPM en confinamiento; dicho comportamiento es similar para los animales Y-L de ambos sistemas de alimentación.

La variable que representa el perímetro torácico presenta valores superiores para el caso de los CPM, destacando los animales en confinamiento; lo antes mencionado es un indicador de que en dicha raza la deposición de grasa dorsal es prematura, por lo que se aumenta la circunferencia de dicha región corporal. Aunque en el caso de los Y-L, los cerdos de pastoreo presentan una mayor circunferencia del tórax, se atribuye principalmente a una hipertrofia de los órganos de la cavidad torácica, consecuencia del constante ejercicio que realizan en gran parte del día.

Otro aspecto relevante es que los contrastes ortogonales están indicando que en el caso de los CPM en confinamiento y pastoreo, el sistema de alimentación está influyendo en lo referente a la altura de los miembros anteriores y posteriores, mientras que en los dos grupos de cerdos Y-L está influyendo en lo que se refiere a perímetro de las cañas anteriores y posteriores. Las otras diferencias estadísticas que reflejan los contrastes ortogonales se refieren a diferencias entre razas.

Los índices morfométricos correspondientes a los 119 días de vida, se presentan en el cuadro 14.

Cuadro 14. Índices zoométricos del CPM y Y-L a los 119 días

en condiciones de confinamiento y pastoreo

Variable	I. Proporcionalidad		I. Corporal Torácico		I. Corporal Metacarpo Torácico		I. Metatarso Torácico		Esp. Relat. C. Anterior		Esp. Relat. C. Posterior		Peso Relativo
	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	
Y-L en confinamiento N=15	80.09 ± 1.05	91.77 ± 1.71	125.13 ± 1.56	18.00 ± 0.25	18.06 ± 0.17	24.56 ± 0.26	26.81 ± 0.61	24.65 ± 0.20	24.56 ± 0.26	26.81 ± 0.61	24.65 ± 0.20	24.65 ± 0.20	88.95 ± 2.83
Y-L en Pastoreo N=7	84.23 ± 1.38	84.54 ± 1.69	118.90 ± 1.92	19.05 ± 0.41	18.21 ± 0.18	26.81 ± 0.61	26.81 ± 0.61	25.64 ± 0.35	26.81 ± 0.61	26.81 ± 0.61	25.64 ± 0.35	25.64 ± 0.35	96.24 ± 3.87
CPM en Confinamiento N=7	84.27 ± 1.24	82.67 ± 1.57	118.80 ± 1.72	15.52 ± 0.22	16.18 ± 0.23	22.31 ± 0.29	22.31 ± 0.29	23.28 ± 0.41	22.31 ± 0.29	22.31 ± 0.29	23.28 ± 0.41	23.28 ± 0.41	54.94 ± 1.97
CPM en Pastoreo N=6	83.07 ± 3.10	85.28 ± 3.10	121.16 ± 4.25	17.08 ± 0.23	17.24 ± 0.24	24.27 ± 0.45	24.27 ± 0.45	24.50 ± 0.49	24.27 ± 0.45	24.27 ± 0.45	24.50 ± 0.49	24.50 ± 0.49	51.15 ± 3.79
Contrastes Ortogonales	Probabilidad (α)												
CPM vs Y-L	0.3730	0.0595	0.3963	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0011	0.0001	0.0001	0.0328	0.0011	0.0001
Y-L pasto vs Y-L confinado	0.0604	0.0123	0.0465	0.0144	0.5839	0.0002	0.0002	0.0328	0.0002	0.0002	0.0328	0.0328	0.1105
CPM pasto vs CPM confinado	0.6451	0.4352	0.5237	0.0035	0.0049	0.0044	0.0044	0.0298	0.0044	0.0044	0.0298	0.0298	0.4867

En los índices correspondientes a la proporcionalidad no se presentan diferencias estadísticas entre tratamientos. Por otro lado los cerdos CPM en confinamiento fueron los que presentaron los valores más bajos en prácticamente todos los índices calculados, los cuales incluso son diferentes al compararlos con los animales de la misma raza pero en condiciones de pastoreo, lo anterior se puede atribuir a la capacidad de dicha raza de depositar una mayor cantidad de grasa en comparación con las razas modernas.

Los dos grupos de cerdos Y-L presentan diferencias estadísticas en todos los índices evaluados con excepción del referente al metatarso torácico, es decir el sistema de alimentación sí tiene una marcada influencia en el desempeño productivo de esta raza.

En el peso relativo se observan diferencias estadísticas entre razas y entre sistemas de alimentación evaluados en la presente investigación; los cerdos Y-L y CPM en pastoreo ocupan los valores más altos y bajos respectivamente.

Las medidas morfométricas recabadas a los 147 días, se enlistan en el cuadro 15.

Cuadro 15. Valores ajustados por la covariable (peso), referentes a morfometría del CPM y Y-L. a los 147 días en condiciones de confinamiento y pastoreo

Variable	Alzada cruz (cm)	Alzada grupa (cm)	L. Espalda (cm)	L. Nuca (cm)	Per caña ant. (cm)	Per caña post. (cm)	L. trompa (cm)	Per. Tórax (cm)
Y-L en confinamiento N=15	Med ± EEM 63.77 ± 0.99	Med ± EEM 64.57 ± 1.06	Med ± EEM 81.55 ± 1.31	Med ± EEM 91.91 ± 1.21	Med ± EEM 15.39 ± 0.18	Med ± EEM 15.49 ± 0.18	Med ± EEM 10.05 ± 0.28	Med ± EEM 88.31 ± 0.64
Y-L en Pastoreo N=7	62.85 ± 1.52	61.98 ± 1.63	81.15 ± 2.01	92.89 ± 1.86	16.04 ± 0.28	16.07 ± 0.28	9.79 ± 0.43	89.09 ± 0.98
CPM en Confinamiento N=7	62.16 ± 1.61	65.70 ± 1.72	75.97 ± 2.13	84.89 ± 1.97	14.20 ± 0.29	14.38 ± 0.29	9.74 ± 0.45	94.16 ± 1.04
CPM en Pastoreo N=6	59.54 ± 1.93	62.27 ± 2.06	75.20 ± 2.55	84.36 ± 2.36	14.01 ± 0.35	14.07 ± 0.35	9.74 ± 0.54	93.81 ± 1.24
Probabilidad (α)								
Contrastes Ortogonales								
CPM vs Y-L	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0040	0.0001
Y-L pasto vs Y-L confinado	0.7940	0.9905	0.3184	0.0982	0.0029	0.0045	0.7387	0.0527
CPM pasto vs CPM confinado	0.0465	0.0282	0.2847	0.3037	0.1899	0.1156	0.8122	0.2188

Los cerdos Y-L en confinamiento presentan el valor más alto en la variable longitud de la trompa, esto parece ser contrario a lo que se podría esperar, ya que los animales en pastoreo al tener la oportunidad de hozar, ejercitan de manera más intensa la trompa, por lo que se debería presentar una hipertrofia de dicho órgano. Por otro lado destaca que la alzada de los miembros posteriores en los cerdos en confinamiento (Y-L y CPM) además de los CPM en pastoreo supera la alzada de los miembros anteriores; dicho comportamiento es contrario para el caso de los Y-L en pastoreo.

Por lo que respecta a los perímetros de las cañas, los cerdos Y-L en pastoreo se observa que superan los valores que obtuvieron los cerdos Y-L en confinamiento; desafortunadamente en el caso de los CPM pasa lo contrario.

Para el perímetro del tórax, los CPM en confinamiento presentan el valor más alto, y curiosamente los Y-L en las mismas condiciones el valor más bajo, esto es un indicador de que la deposición de grasa en las razas mejoradas comienza cuando el animal ha llegado a su talla máxima. Los valores que presentan los animales en pastoreo para dicha variable son elevados, como una consecuencia del sistema productivo al que se sometieron.

De manera general los contrastes ortogonales están indicando que en todas las variables evaluadas existen diferencias estadísticas entre las dos razas y específicamente para el caso de las alzadas de los miembros anteriores y posteriores existen diferencias dentro de una misma raza (CPM); lo mismo se presenta para el caso de los perímetros de las cañas anteriores y posteriores, con la diferencia que en este caso es para los cerdos Y-L, es decir en estos casos particulares el tipo de alimentación sí está influyendo en el desarrollo corporal de los animales.

Los índices morfométricos equivalentes a los 147 días se resumen en el cuadro 16.

Cuadro 16. Índices zoométricos del CPM y Y-L a lo: en condiciones de confinamiento y pastoreo

Variable	I. Proporcionalidad Med ± EEM	I. Corporal ' Torácico Med ± EEM	I. Corporal I. Torácico Med ± EEM	I. Metatarso Torácico Med ± EEM	Esp. Relat. C.		Peso Relativo
					Anterior	Posterior	
Y-L en confinamiento N=15	76.97 ± 1.37	90.86 ± 1.19	130.49 ± 2.31	17.01 ± 0.17	Med ± EEM 24.42 ± 0.32	Med ± EEM 24.46 ± 0.27	Med ± EEM 114.19 ± 3.98
Y-L en Pastoreo N=7	75.38 ± 2.75	88.95 ± 1.83	133.77 ± 5.13	17.29 ± 0.29	26.01 ± 0.95	25.88 ± 0.89	125.77 ± 6.19
CPM en Confinamiento N=7	85.72 ± 1.46	82.36 ± 1.83	116.85 ± 1.95	15.67 ± 0.25	22.24 ± 0.19	22.77 ± 0.44	71.92 ± 2.40
CPM en Pastoreo N=6	83.90 ± 1.36	82.25 ± 1.69	119.33 ± 1.92	15.69 ± 0.20	22.82 ± 0.79	23.23 ± 0.80	65.93 ± 4.49
Contrastes							
Ortogonales							
CPM vs Y-L	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0006	0.0001
Y-L pasto vs Y-L confinado	0.5148	0.3775	0.4306	0.3657	0.0397	0.0567	0.0737
CPM pasto vs CPM confinado	0.5417	0.9668	0.6242	0.9755	0.5232	0.6088	0.4365

Como se puede observar en el índice de proporcionalidad los animales CPM superan los valores calculados para los Y-L. Como se esperaba en los demás índices morfométricos los cerdos Y-L en pastoreo obtienen los valores más altos.

En lo que se refiere al índice corporal, se observa que se ve favorecido para los cerdos de las dos razas que estuvieron en condiciones de pastoreo, lo antes mencionado nos comprueba la afirmación de que el sistema de producción interactúa con la longitud corporal de un animal.

Es importante mencionar que en gran parte de los contrastes ortogonales las diferencias estadísticas observadas se dan entre razas y sólo para el caso de los espesores relativos de las cañas anteriores y posteriores está influyendo el sistema de alimentación dentro de una misma raza (Y-L).

Después de cerca de 4 meses en diferentes sistemas de alimentación, se realizó la última toma de medidas morfométricas, las cuales se enlistan en el cuadro 17.

Cuadro 17. Valores ajustados por la covariable (Peso), referentes a morfometría del CPM y Y-L a los 175 días en condiciones de confinamiento y pastoreo

Variable	Alzada cruz (cm)	* Alzada grupa (cm)	L. Espalda (cm)	L. Nuca (cm)	Per caña ant. (cm)	Per caña post. (cm)	L. trompa (cm)	Per. Tórax (cm)
Y-L en confinamiento N=15	Med ± EEM 67.82 ± 0.92	Med ± EEM 71.03 ± 0.92	Med ± EEM 85.34 ± 2.01	Med ± EEM 103.81 ± 1.48	Med ± EEM 16.22 ± 0.24	Med ± EEM 16.26 ± 0.21	Med ± EEM 9.80 ± 0.24	Med ± EEM 101.64 ± 1.04
Y-L en Pastoreo N=7	71.51 ± 1.08	71.55 ± 1.08	90.13 ± 2.35	104.34 ± 1.73	17.09 ± 0.28	16.97 ± 0.25	10.69 ± 0.28	101.03 ± 1.22
CPM en Confinamiento N=7	68.34 ± 1.39	66.55 ± 1.38	82.10 ± 3.01	90.99 ± 2.21	14.63 ± 0.36	15.56 ± 0.32	10.10 ± 0.36	102.53 ± 1.57
CPM en Pastoreo N=6	68.14 ± 1.84	66.52 ± 1.84	79.52 ± 4.00	92.67 ± 2.94	14.01 ± 0.47	14.74 ± 0.43	10.85 ± 0.48	102.66 ± 2.08
Contrastes								
Probabilidad (α)								
Ortogonales								
CPM vs Y-L	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Y-L pasto vs Y-L confinado	0.0318	0.8634	0.1016	0.9722	0.0236	0.0820	0.0193	0.5945
CPM pasto vs CPM confinado	0.1675	0.2444	0.1003	0.5682	0.0167	0.0038	0.4869	0.1348

Se destaca que los animales Y-L en pastoreo presentaron la mejor tasa de crecimiento, lo que se justifica con la obtención de los valores más altos en las variables evaluadas, aunque en el caso del perímetro torácico, son el grupo de animales que presenta el valor más bajo; corresponde a los CPM en confinamiento el valor más alto, aunque muy semejante al que obtuvieron los CPM en pastoreo y los Y-L en confinamiento; en estos últimos se atribuye a que a partir de esta edad es cuando se comienza a depositar en mayor grado la grasa dorsal, lo que repercute en un incremento en la circunferencia del tórax; aunado a lo anterior se puede destacar que dichos animales fueron al final los que obtuvieron el mayor peso vivo, ya que es más rápido ganar peso por deposición de tejido adiposo que por incremento de tejido óseo y masas musculares.

A final de cuentas los animales Y-L presentaron el tren posterior más alto en comparación con el tren anterior, lo cual resulta inverso para los CPM, en donde los miembros anteriores son más altos que los posteriores.

La longitud de la trompa de los animales mantenidos en pastoreo resultó ser superior a la de los animales de las mismas razas pero en condiciones de confinamiento, es decir, el sistema de alimentación causa algunas hipertrofias en los órganos que más se ejercitan.

En lo referente a los perímetros de las cañas, los animales al pastoreo obtuvieron los valores más altos; cabe la pena aclarar que en el caso de los CPM en pastoreo, los valores de las cañas registrados no superan a los que obtuvieron los CPM en confinamiento, pero sí se toma en cuenta la diferencia en el peso vivo, es claro que sí hay una hipertrofia de las cañas en los cerdos CPM en pastoreo.

Los tratamientos evaluados en el experimento no sólo reflejan diferencias entre razas, sino que también a final de cuentas el tipo de alimentación empleado influye en el comportamiento productivo de los animales, es decir se pueden originar cambios benéficos (menor deposición de grasa dorsal e hipertrofia de miembros

locomotores) en los cerdos modernos sin tener que sacrificar las cuestiones referentes a crecimiento y ganancia de peso.

Los índices morfométricos calculados para los 175 días, se enumeran en el cuadro 18.

Cuadro 18. Índices zoométricos del CPM y Y-L a los 175 días en condiciones de confinamiento y pastoreo

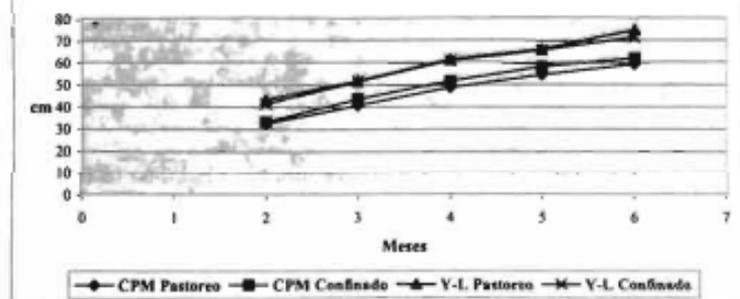
Variable	I. Proporcionalidad	I. Corporal		I. Corporal Torácico	I. Metatarso Torácico	Esp. Relat. C.		Peso Relativo
		* Torácico				Anterior	Posterior	
Y-L en confinamiento N=15	Med ± EEM 79.72 ± 1.13	Med ± EEM 82.73 ± 1.35	Med ± EEM 125.78 ± 1.78	Med ± EEM 15.57 ± 0.19	Med ± EEM 15.76 ± 0.19	Med ± EEM 23.68 ± 0.27	Med ± EEM 23.97 ± 0.29	Med ± EEM 148.96 ± 3.63
Y-L en Pastoreo N=7	79.96 ± 2.55	87.45 ± 2.29	127.43 ± 4.64	16.48 ± 0.17	16.50 ± 0.10	23.70 ± 0.35	23.73 ± 0.32	140.04 ± 4.68
CPM en Confinamiento N=7	83.57 ± 2.21	82.36 ± 2.61	120.14 ± 3.06	14.81 ± 0.26	15.57 ± 0.29	21.62 ± 0.32	22.72 ± 0.31	92.11 ± 4.75
CPM en Pastoreo N=6	86.37 ± 2.28	80.06 ± 1.41	116.09 ± 3.10	14.32 ± 0.29	14.76 ± 0.31	20.75 ± 0.51	21.39 ± 0.44	75.78 ± 3.71
Contrastes Ortogonales	Probabilidad (α)							
CPM vs Y-L	0.0147	0.0714	0.0115	0.0001	0.0006	0.0001	0.0001	0.0001
Y-L pasto vs Y-L confinado	0.9236	0.0743	0.6727	0.0062	0.0240	0.9673	0.6116	0.1387
CPM pasto vs CPM confinado	0.3764	0.4870	0.4222	0.2248	0.0528	0.1561	0.0331	0.0376

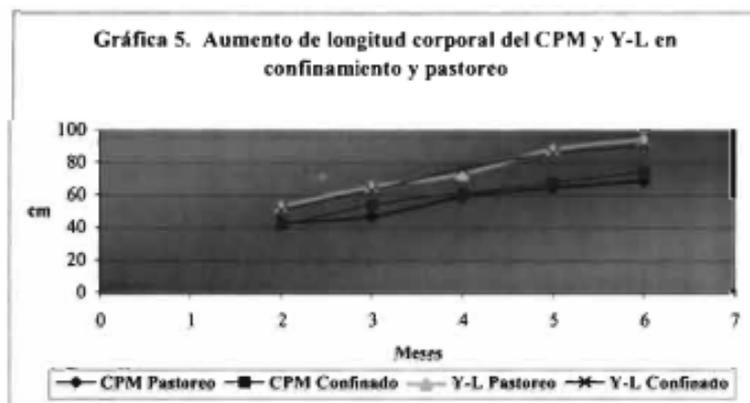
Como se puede observar, en todos los tratamientos existen diferencias significativas entre razas. En los primeros tres índices morfométricos, los cuales a final de cuenta están indicando la forma del tronco de los animales, se presentan diferencias estadísticas muy marcadas en los animales que se sometieron a pastoreo, comportamiento no observado en los animales confinados. Los cerdos de los 4 tratamientos a final de cuenta resultaron ser longilíneos; característica representativa para un animal especializado en la deposición de músculo.

Se observaron diferencias dentro de una misma raza para los índices metacarpo y metatarso torácico (cerdos Y-L) y espesor relativo de la caña posterior y peso relativo para los cerdos CPM, es decir en estos casos la alimentación si influyó en los valores calculados de los índices.

Con la finalidad de observar de manera más clara el comportamiento de dos de las principales medidas morfométricas (alzada del tren anterior y longitud del cuerpo), se presentan las gráficas 4 y 5, en donde se puede apreciar cómo la influencia del sistema de alimentación empleado beneficia a los cerdos Y-L en pastoreo, pero hasta cierto punto afecta de manera negativa a los CPM en las mismas condiciones.

Gráfica 4. Aumento de alzada a la cruz del CPM y Y-L en confinamiento y pastoreo





Al comparar los resultados de las medidas morfométricas del CPM con estudios previos realizados por Cárdenas (1969) y Becerril (1999), se obtuvo lo siguiente: a pesar de que el peso vivo de los CPM que reporta Cárdenas (1969) es muy superior (81.530 kg) al que alcanzaron los cerdos de la presente investigación (57.57 kg para los CPM en confinamiento y 45.30 kg para los CPM en pastoreo), los CPM de la presente investigación presentaron una mejor alza a la cruz y perímetros de las cañas anteriores y posteriores; pero no así en lo referente a la alza a la grupa, longitud corporal y perímetro torácico, donde los CPM evaluados por Cárdenas presentan valores más altos; por otro lado, todos los valores que reporta Becerril (1999) superan por mucho los obtenidos en la presente investigación; lo anterior se justifica principalmente por la diferencia de edades que puede existir entre los animales evaluados en las investigaciones, ya que para que un CPM alcance pesos superiores a 60 kg, se necesitan más de 6 meses.

Por otro lado al comparar los índices zoométricos en dichas investigaciones: los CPM evaluados por Cárdenas (1969) presentan mejores índices corporal, peso relativo, espesor relativo de la caña y corporal torácico; pero no así para los índices de proporcionalidad y metacarpo-torácico. Lo anterior se ve justificado por

la diferencia encontrada principalmente en la longitud corporal y perímetro del tórax.

En el cuadro 19 se muestran las medias y desviaciones estándar, correspondientes a la digestibilidad ileal aparente y la digestibilidad total aparente de los 4 tratamientos empleados en los cerdos.

Cuadro 19. Digestibilidad aparente ileal y total del CPM y Y-L en condiciones de confinamiento y pastoreo

Variable	D. Aparente Ileal	D. Aparente Fecal
	Med \pm EEM	Med \pm EEM
Y-L en confinamiento N=15	66.588 \pm 1.62	73.168 \pm 1.22
Y-L en Pastoreo N=7	57.846 \pm 2.01	75.551 \pm 2.15
CPM en Confinamiento N=7	52.386 \pm 5.22	80.258 \pm 0.87
CPM en Pastoreo N=6	15.190 \pm 1.45	29.884 \pm 1.18
Contrastes Ortogonales	Probabilidad (α)	
CPM (C,P) vs Y-L (C,P)	0.0001	0.0001
Y-L (P) vs Y-L (C)	0.0096	0.2474
CPM (P) vs CPM (C)	0.0001	0.0001

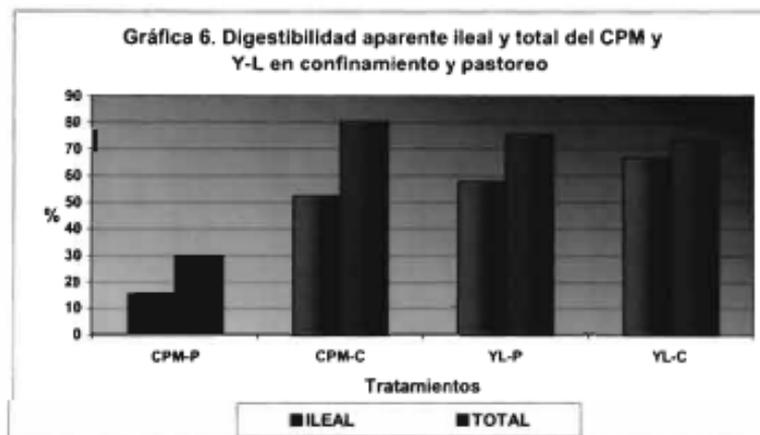
En lo que se refiere a la digestibilidad aparente ileal, todos los contrastes que se evaluaron resultaron con diferencias significativas, es decir, existen diferencias entre las razas y entre los sistemas de alimentación evaluados en dicha investigación. Los animales Y-L en condiciones de confinamiento, obtuvieron el valor numérico más alto en comparación con los otros tratamientos. Por otro lado los CPM en condiciones de pastoreo, presentaron los valores más bajos de digestibilidad ileal, lo que se atribuye a que dichos animales dedicaban gran parte del día al pastoreo, lo que se reflejó en un menor aumento de tamaño en comparación con los cerdos de la misma raza mantenidos en condiciones de confinamiento.

En la digestibilidad aparente total, los CPM en condiciones de confinamiento, obtuvieron los valores más altos y se observa que existen diferencias significativas en casi todos los contrastes ortogonales, a excepción del que se refiere al grupo de los cerdos Y-L en pastoreo vs. los Y-L en confinamiento. Esto último nos revela que un cerdo mejorado genéticamente cuando se introduce en un ambiente de pastoreo con adición de un alimento comercial, prefiere satisfacer sus necesidades nutritivas con un alimento comercial y el consumo de pasto prácticamente se nulifica. Por otro lado los CPM en pastoreo consiguieron el valor más bajo, lo que se justifica nuevamente que se debe al consumo de pasto; es decir, un cerdo criollo conserva aún la habilidad de comportamiento rústico (caminar largas distancias, resistencia a enfermedades, gran habilidad de hozar, tolerancia a climas cálidos, habilidad de buscar fuentes de alimento e incluso una preferencia por los alimentos ricos en fibra).

Los resultados recopilados en el cuadro 19, revelan que los CPM no pueden digerir alimentos ricos en fibra, aunque éstos sean de mayor preferencia. Por otro lado, se puede destacar que la capacidad digestiva del cerdo Pelón Mexicano no es inferior a la de un cerdo mejorado, por lo que su lento crecimiento es atribuible básicamente a factores genéticos.

Es importante mencionar que dicha investigación no muestra diferencias o contradice algunas otras investigaciones como las realizadas por Chel *et al.* (1983) en donde se determinó en el cerdo Pelón Mexicano que la capacidad de utilización digestiva de harina de alfalfa no es alta; y las hechas por Dieguez *et al.* (1995) y Ly *et al.* (1998) en donde se marca que no hay diferencias en el peso del tracto gastrointestinal entre cerdos criollos y cerdos mejorados ni en la capacidad de digerir dietas altas en fibra.

Con la finalidad de ejemplificar de manera óptima el cuadro 19 se ilustran en la gráfica 6 los valores correspondientes a digestibilidad aparente ileal y digestibilidad aparente total que se obtuvieron en dicho experimento.



En el Cuadro 20 se muestran los resultados que se obtuvieron al evaluar las canales de los 4 grupos cerdos después de transcurridos los 4 meses en dos condiciones diferentes de manejo.

Cuadro 20. Calidad de la canal de los CPM y Y-L en condiciones de confinamiento y pastoreo

Variable	Peso Canal (kg)	Peso Corte Irito (kg)	Rendimiento (%)	Rendimiento C Irito (%)	Largo Canal (cm)	Profundidad tórax (cm)	Largo Jamón (cm)
Y-L en confinamiento N=15	Med ± EEM 73.08 ± 1.66*	Med ± EEM 54.51 ± 1.40*	Med ± EEM 77.14 ± 1.56*	Med ± EEM 57.19 ± 1.27*	Med ± EEM 91.89 ± 0.97	Med ± EEM 42.64 ± 1.08	Med ± EEM 44.71 ± 0.79
Y-L en Pastoreo N=7	69.70 ± 1.91*	50.71 ± 1.62*	73.80 ± 1.80*	53.57 ± 1.47*	93.92 ± 1.52	39.78 ± 0.89	44.28 ± 1.47
CPM en Confinamiento N=7	59.57 ± 2.53*	36.06 ± 2.14*	61.01 ± 2.38*	35.34 ± 1.94*	63.57 ± 1.46	29.28 ± 0.42	40.92 ± 1.84
CPM en Pastoreo N=6	61.36 ± 3.13*	38.21 ± 2.65*	64.37 ± 2.95*	39.44 ± 2.41*	69.40 ± 1.96	33.40 ± 0.67	40.20 ± 1.32
Contrastes Ortogonales	Probabilidad (α)						
CPM vs Y-L	0.0001	0.0001	0.1038	0.0001	0.0001	0.0001	0.0071
Y-L pasto vs Y-L confinado	0.2950	0.0734	0.0792	0.0326	0.2667	0.0501	0.8009
CPM pasto vs CPM confinado	0.4439	0.8245	0.0366	0.0071	0.0158	0.0271	0.7348

*Valores ajustados por la covariable peso al sacrificio

Cuadro 20. Calidad de la canal de los CPM y Y-L en condiciones de confinamiento y pastoreo (Continuación)

Variable	Grasa dorsal 1er C. (mm)	Grasa dorsal 10°. C (mm)	Grasa dorsal 12a. C (mm)	Grasa dorsal Sta. L. (mm)	Profundidad lomo (mm)	Peso grasa y piel (kg)	Peso pierna (kg)
	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM
Y-L en confinamiento N=15	41.79 ± 2.21	28.79 ± 1.50	24.84 ± 1.55	30.61 ± 1.54	63.76 ± 1.85	18.56 ± 0.86*	9.33 ± 0.31
Y-L en Pastoreo N=7	38.38 ± 2.88	23.53 ± 1.83	16.98 ± 1.29	22.49 ± 2.12	63.52 ± 3.17	18.99 ± 0.99*	8.89 ± 0.38
CPM en Confinamiento N=7	51.77 ± 1.05	36.26 ± 1.97	35.47 ± 1.68	37.71 ± 3.89	58.17 ± 3.86	23.51 ± 1.31*	4.20 ± 0.10
CPM en Pastoreo N=6	43.12 ± 2.39	31.95 ± 0.86	29.36 ± 1.11	31.02 ± 2.60	47.51 ± 1.98	23.14 ± 1.62*	3.69 ± 0.29
Contrastes Ortogonales	Probabilidad (α)						
CPM vs Y-L	0.0082	0.0002	0.0001	0.0053	0.0009	0.0001	0.0001
Y-L pasto vs Y-L confinado	0.2986	0.0313	0.0012	0.0173	0.9553	0.7849	0.3387
CPM pasto vs CPM confinado	0.0422	0.1538	0.0359	0.1110	0.0263	0.1854	0.3709

*Valores ajustados por la covariable peso al sacrificio

Para analizar los datos se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2^2 y se adicionó como covariable el peso al sacrificio; la presencia de diferencias significativas se determinó usando contrastes ortogonales. Como se puede observar en el peso de la canal caliente y en el peso de los cortes primarios (corregidos por covariable) existen diferencias significativas entre razas principalmente y dentro de una misma raza se carece de ellas; aunque se destaca que los cerdos CPM en condiciones de confinamiento consiguieron un valor numérico superior a los animales de la misma raza pero en condiciones de pastoreo; situación contraria a lo observada para los cerdos Y-L. Como era de esperarse, cuando los valores se corrigen con la covariable peso al sacrificio, las distancias en los animales mantenidos en confinamiento se aproximan notoriamente.

En lo que se refiere al rendimiento al matadero, se observan diferencias dentro de una misma raza (CPM), es decir, en los animales sometidos a pastoreo se obtuvieron diferencias significativas en comparación con animales de la misma raza pero en condiciones de confinamiento. Por otro lado se aprecian también diferencias significativas en los animales que recibieron una alimentación en confinamiento; es decir, en el caso de esta variable el tipo de alimentación sí influyó dentro de una misma raza y entre las dos razas evaluadas en dicha investigación.

En el rendimiento de los cortes primarios se observan diferencias significativas entre razas,³ dentro de una misma raza y entre los diferentes sistemas de alimentación empleados.

Las variables que reflejan en la canal el tipo de sistema productivo empleado en los animales son las que se refieren a longitud de la canal, profundidad del tórax y longitud del jamón; en la primera variable mencionada se puede observar que los animales mantenidos en condiciones de pastoreo resultaron superiores a los animales de su misma raza pero en condiciones de confinamiento, en el caso de los Y-L sin diferencias estadísticas, pero en el caso de los CPM existen diferencias

estadísticas en la misma raza. Para la segunda variable se esperaría que los animales en pastoreo debido al ejercicio presentaran una mayor dimensión del tórax, lo cual sí se cumple en el caso de los CPM; pero en el caso de los Y-L, los animales en confinamiento muestran un valor superior (sin diferencias estadísticas) al de los animales en pastoreo, lo anterior se explica que se debe al mayor acúmulo de grasa dorsal que se dio en los animales confinados, lo antes mencionado se fundamenta al observar los valores de grasa dorsal que se obtuvieron para los cerdos confinados. Un aspecto que nuevamente fundamenta que el CPM es un animal longilíneo con fin zootécnico para la producción de carne es el que se refiere a la longitud del jamón, en donde sólo se presentan diferencias entre razas y en los animales sometidos a condiciones de confinamiento; desafortunadamente en el CPM el tamaño de las masas musculares no es tan grande como en una raza moderna, lo cual se refleja en la profundidad del músculo *Longissimus dorsi* (iguales estadísticamente los Y-L, pero con diferencias significativas en comparación a los CPM; aunado a que en estos últimos el tipo de alimentación sí afectó la deposición de músculo) y el peso de la pierna (marcadas diferencias estadísticas entre las dos razas evaluadas).

Uno de los aspectos más relevantes en la evaluación de una canal es el correspondiente a la deposición de grasa, en donde de manera general se puede apreciar que los CPM depositaron una mayor cantidad (característica genética) en comparación con los Y-L; aunque en estos últimos el sistema de alimentación influyó en el acúmulo de grasa, por lo que los animales en pastoreo depositaron menos en todos los puntos evaluados. En el caso de los CPM el sistema de alimentación influyó en la deposición de grasa a nivel de la primer y última costilla. Al evaluar el peso de la grasa dorsal más piel (corregido por la covariable), los Y-L en pastoreo presentan un valor más alto al de los Y-L en confinamiento, debido principalmente a que eran animales más grandes y largos, por lo que influye la dimensión de la piel. Los CPM en confinamiento presentan un valor más elevado que los CPM en pastoreo, ambos grupos de animales superan los valores de los

cerdos Y-L; se puede concluir que las diferencias estadísticas son principalmente entre razas.

Al sacrificio también se valoraron las dimensiones de algunos órganos torácicos y abdominales, así como la cabeza y patas; los valores registrados se muestran en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Peso y Longitudes de las vísceras y otros del CPM y Y-L en condiciones de confinamiento y pastoreo

Variable	Peso cabeza (kg)	Peso Patas (kg)	Peso bigado (kg)	Peso pulmón (kg)	Peso corazón (kg)
Y-L en confinamiento N=15	Med ± EEM 6.61 ± 0.25*	Med ± EEM 1.45 ± 0.04*	Med ± EEM 1.42 ± 0.09*	Med ± EEM 0.25 ± 0.01	Med ± EEM 0.41 ± 0.02
Y-L en Pastoreo N=7	6.94 ± 0.28*	1.66 ± 0.05*	1.55 ± 0.11*	0.32 ± 0.05	0.44 ± 0.02
CPM en Confinamiento N=7	5.51 ± 0.38*	1.35 ± 0.07*	1.48 ± 0.15*	0.14 ± 0.01	0.17 ± 0.004
CPM en Pastoreo N=6	5.01 ± 0.47*	1.53 ± 0.09*	1.54 ± 0.18*	0.12 ± 0.006	0.19 ± 0.01
Contrastes Ortogonales					
CPM vs Y-L	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Y-L pasto vs Y-L confinado	0.2587	0.237	0.2808	0.0666	0.4392
CPM pasto vs CPM confinado	0.0452	0.5989	0.7652	0.5598	0.6447

* Valores Ajustados por la covariable (peso sacrificio).

Cuadro 21. Peso y Longitudes de las vísceras y otros del CPM y Y-L en condiciones de confinamiento y pastoreo (Continuación)

Variable	Largo Int. Delg (m)	Largo Int. Grueso (m)	Largo ciego (cm)	Curva mayor estómago (cm)
Y-L en confinamiento N=15	Med ± EEM 19.30 ± 0.43	Med ± EEM 4.98 ± 0.16	Med ± EEM 18.98 ± 1.08*	Med ± EEM 41.28 ± 2.02*
Y-L en Pastoreo N=7	19.40 ± 0.25	4.91 ± 0.26	17.99 ± 1.25*	47.41 ± 2.33*
CPM en Confinamiento N=7	11.22 ± 0.37	3.67 ± 0.29	20.51 ± 1.65*	46.32 ± 3.09*
CPM en Pastoreo N=6	10.85 ± 0.81	3.76 ± 0.19	24.84 ± 2.04*	57.97 ± 3.82*
Contrastes Ortogonales				
Probabilidad (α)				
CPM vs Y-L	0.0001	0.0001	0.0049	0.0001
Y-L pasto vs Y-L confinado	0.8837	0.8321	0.4211	0.0220
CPM pasto vs CPM confinado	0.6582	0.8213	0.0435	0.0091

* Valores Ajustados por la covariable (peso sacrificio).

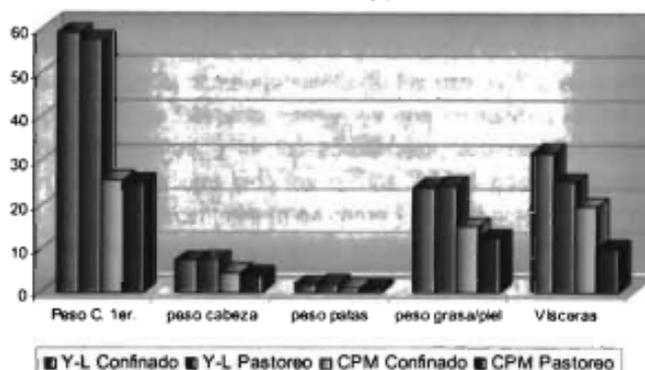
Se destaca que los animales Y-L en pastoreo presentan mejores valores para las siguientes variables: peso de patas (diferentes estadísticamente con los otros tres grupos de cerdos), peso del corazón (sin diferencias dentro de la misma raza), peso del pulmón (sin diferencias dentro de la misma raza) y curvatura mayor del estómago. Un aspecto que llama la atención es por qué los CPM en pastoreo presentan pulmones más pequeños que los CPM en confinamiento, cuando los primeros presentan una mejor profundidad del tórax, lo que se debe principalmente a la diferencia de tamaño entre ambos grupos, ya que en el caso del corazón los CPM en pastoreo presentan un valor más alto que los CPM en confinamiento, lo que se puede deber en gran parte al constante ejercicio que realizaban en el pastoreo.

El consumo de alimentos fibrosos afectó principalmente las dimensiones del ciego y estómago, pero no así las longitudes del intestino delgado y grueso.

En todas las variables que se evaluaron en el cuadro 21 se presentan diferencias entre razas, pero existieron diferencias significativas en una misma raza para las siguientes variables: peso de la cabeza (CPM), peso de las patas (Y-L), largo del ciego (CPM) y curvatura mayor del estómago (CPM y Y-L), es decir, en estas variables el sistema de alimentación empleado sí afectó las dimensiones de las vísceras.

Uno de los aspectos que más le interesan a los porcicultores en la actualidad es el que se refiere a los porcentajes de carne que se pueden aprovechar en un cerdo, ya que incluso el consumo de ésta es la que determina los aspectos de producción e incluso de utilidades. Con dicho objetivo, a continuación se muestran un gráfico que muestran los porcentajes de los cortes primarios, grasa dorsal, vísceras y otros que se obtienen de una canal de cerdo en dos condiciones de manejo y en dos razas.

Gráfica 7. Porcentajes de Cortes Primarios, Grasa, Visceras y Otros de los Y-L y CPM en condiciones de confinamiento y pastoreo



De la gráfica 7, referente a los porcentajes de los tejidos principales de los cerdos Y-L y CPM en dos condiciones de manejo, se puede decir que al comparar los animales York-Landrace, en general los cerdos Y-L en pastoreo demuestran el mismo porcentaje de cortes primarios que los animales de la misma raza en confinamiento; aunque el porcentaje de grasa subcutánea más piel resulta ligeramente superior para los animales en pastoreo comparados con los animales confinados, se atribuye principalmente al peso de la piel y no de la grasa subcutánea, ya que el cuadro 20 muestra mayores porcentajes de grasa dorsal en los animales confinados. En los cerdos Y-L en pastoreo el porcentaje de vísceras resultó menor por lo que no influyó de manera negativa en los tejidos principales (músculo y grasa). Como era de esperarse, al pesar más las patas de los animales en pastoreo, su porcentaje dentro de la canal se aumenta, lo que indica un mayor fortalecimiento de las extremidades, aspecto muy benéfico en la porcicultura moderna.

Por lo que respecta a los porcentajes de los tejidos principales y vísceras de los cerdos CPM, se puede apreciar que el porcentaje de cortes primarios de los CPM

resultó mayor en los CPM en confinamiento que en los CPM en pastoreo; aunque estos últimos también demuestran un mayor desarrollo en la parte distal de las extremidades, el cual se ve reflejado en el porcentaje que ocupan las patas dentro de la canal.

Si se comparan los porcentajes de tejidos encontrados en los cuatro tratamientos, se puede observar que el comportamiento de los cerdos Y-L en confinamiento y los CPM en pastoreo es bastante similar, ya que comparten los porcentajes de cortes primarios y vísceras, y en los porcentajes restantes las diferencias son prácticamente nulas. Por otro lado los cerdos Y-L en pastoreo resultan ser los animales con mejores porcentajes (más carne y menos grasa), y los cerdos CPM en confinamiento demuestran los peores porcentajes dentro de la canal en los cuatro tratamientos evaluados.

El cuadro 22 engloba las variables más utilizadas para determinar la calidad de la carne de porcino.

Cuadro 22. Calidad de la carne del CPM y Y-L en condiciones de confinamiento y pastoreo

Variables	Y-L en	Y-L en	CPM en	CPM en	
	Confinamiento	Pastoreo	Confinamiento	Pastoreo	
	N=14	N=7	N=7	N=5	
	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	
pH Lomo	5.665 ± 0.09	5.484 ± 0.12	5.841 ± 0.07	5.686 ± 0.04	NS
pH Pierna	5.707 ± 0.08	5.632 ± 0.10	5.905 ± 0.08	5.758 ± 0.03	NS
C. Reten Agua 48hrs (%)	93.027 ± 1.09	88.955 ± 1.33	92.629 ± 2.92	89.450 ± 1.96	NS
C. Reten Agua 96hrs (%)	86.230 ± 1.15	83.327 ± 1.46	82.770 ± 3.19	88.201 ± 1.86	NS
Color*	2.428 ± 0.12	2.571 ± 0.31	2.714 ± 0.18	2.9 ± 0.18	NS
Marmoleo*	1.857 ± 0.20	1.571 ± 0.20	1.714 ± 0.18	1.8 ± 0.2	NS
Puntuación muscular*	2.142 ± 0.08	2.642 ± 0.09	2.0 ± 0.0	1.6 ± 0.1	

* Analizados mediante una prueba de χ^2 .

NS Sin diferencias significativas.

Los aspectos más relevantes son: aunque no se presentan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, los CPM obtuvieron los valores numéricos más altos de pH (en lomo y pierna), destacando el grupo de CPM en

confinamiento con el valor numérico más alto en comparación con los demás tratamientos. Es importante mencionar que los animales en pastoreo obtuvieron valores de pH inferiores a los que alcanzaron los animales de la misma raza pero en condiciones de confinamiento. El valor referente al pH que presentan los CPM es un indicador de una carne de buena calidad, que se refleja en un mejor color, vida de anaquel más larga, menos pérdidas de agua, carne más jugosa y que no disminuirá drásticamente de tamaño al cocinarse.

La variables capacidad de retención de agua, esta indicando las perdidas de agua en un trozo del músculo *Longissimus dorsi*, las cuales se expresan en forma de porcentaje, y en donde no se encontraron diferencias estadísticas, sin embargo, la carne de los cerdos que se mantuvieron en condiciones de confinamiento obtuvieron los porcentajes más altos a las 48 hrs., ya que perdieron menos agua en comparación con la carne de los cerdos de su misma raza pero en condiciones de pastoreo. Cuando se incrementó el tiempo de almacenamiento a temperatura de refrigeración, la carne de los cerdos que se mantuvieron en condiciones de pastoreo disminuyó de manera drástica sus perdidas de agua en comparación con la carne de los cerdos en confinamiento, por lo tanto, la carne de los cerdos en pastoreo presenta una mayor capacidad de retención de líquidos, propiedad muy deseada por la industria cárnica. A final de cuentas los CPM en pastoreo fueron los que obtuvieron la más alta capacidad de retención de agua.

En lo referente a color los CPM siempre presentaron un color de carne más deseado por el consumidor (cercano a 3), aunque como era de esperarse los CPM en pastoreo presentaron la mejor coloración, esto como consecuencia de que el constante ejercicio incremento los niveles de mioglobina en el músculo que a final de cuentas determina en gran parte el color final de la carne; lo anterior también ocurrió con los Y-L en pastoreo, es decir, su carne presento una coloración más intensa en comparación con los Y-L en confinamiento.

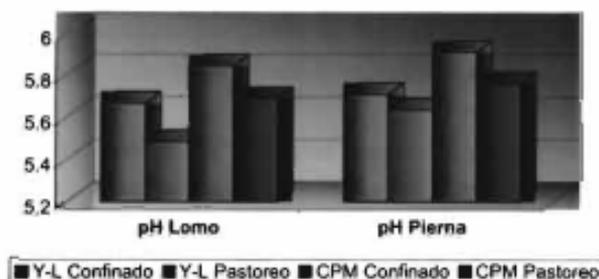
El sistema de producción influyó en el grado de marmoleo de la carne, principalmente en la raza Y-L, ya que en los animales mantenidos en condiciones de pastoreo se disminuyó el grado de deposición de grasa intramuscular o de veteado, lo que representa una ventaja en el mercado actual en donde se busca carne muy magra. Por otro lado en el caso del CPM el sistema de producción influyó en la deposición de grasa dorsal pero no en el grado de deposición de grasa intramuscular, lo que en realidad es una ventaja ya que es una característica deseada en la carne empleada para la elaboración de productos procesados tipo ibérico.

En lo referente a la puntuación muscular, el ejercicio benefició el desarrollo de masas musculares en los animales Y-L en pastoreo, pero en el caso de los CPM en las mismas condiciones se presentó lo contrario, el constante ejercicio disminuyó la condición corporal.

Las variables color, marmoleo y puntuación muscular fueron analizadas utilizando la prueba de X^2 , en donde los resultados para color y marmoleo indican que no existen diferencias entre los tratamientos, mientras que en la puntuación muscular sí las hubo, siendo más evidentes en los cerdos de ambas razas mantenidos en condiciones de pastoreo; por lo tanto, en este caso la hipótesis nula (Todos los tratamientos son iguales) no se puede aceptar.

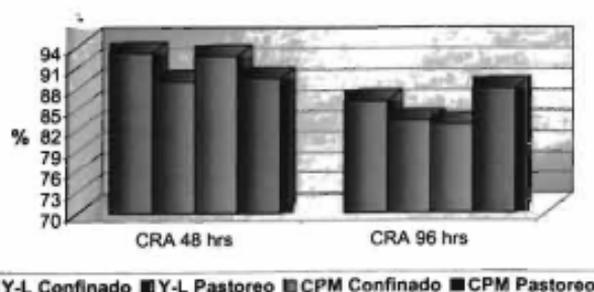
La gráfica 8 ilustra los valores de pH en lomo y pierna para los 4 tratamientos, y como se puede apreciar los valores de pH en pierna son más altos que los encontrados en el lomo; además que se hace más visible la superioridad que presentaron los animales CPM en comparación con los Y-L; aunque entre los cuatro tratamientos se carece de diferencias significativas.

Gráfica 8. pH del lomo y pierna a los 45 minutos postmortem en CPM y Y-L



La gráfica 9 ilustra la capacidad de retención de agua que se encontró en las diferentes muestras de lomo; como se puede observar a las 48 hrs. los CPM en confinamiento seguidos por los Y-L en confinamiento son los tratamientos que pierden menor agua a las 48 hrs. postmortem, dado que la cantidad de grasa es inversamente proporcional a la cantidad de agua contenida en un tejido, se puede decir que los cerdos confinados pierden inicialmente menos agua, por que el porcentaje de la misma dentro de la muestra de tejido muscular es menor comparada con la de los animales en pastoreo; estos últimos a las 96 hrs. pierden una menor cantidad de agua en comparación con los animales en confinamiento; reduciendo los intervalos entre los tratamientos.

Gráfica 9. Porcentajes de retención de agua en el CPM y Y-L



En un estudio realizado por Gentry, *et al.* (2002), el ejercicio no influyó en la calidad de la carne de porcino, a diferencia de lo observado en el presente estudio (aunque sólo hay diferencias numéricas), lo que se puede justificar debido a que los animales evaluados por Gentry no tienen una superficie tan extensa y que el tiempo de evaluación fue más corto en comparación con la presente investigación.

Meza (2002) reporta que los CPM presentan valores mayores que algunos cruzamientos en las siguientes variables: peso de cortes primarios, largo de la canal, pH de pierna y color del lomo y concluye que al cruzar el CPM con algunas razas comerciales se pueden obtener animales con un mejor rendimiento y calidad de carne. Por otro lado, en la presente investigación se obtienen datos muy semejantes a los que reporta dicho autor; por lo que su conclusión no es errónea y se puede corroborar con gran parte de la información evaluada en esta investigación.

5. CONCLUSIONES

1. El sistema de producción (tipo de alimentación) influyó en las características de crecimiento y canal de la carne de los cerdos Y-L y CPM.
2. Existieron diferencias significativas entre los cerdos Y-L y CPM para las variables evaluadas en la presente investigación.
3. Los cerdos Y-L en promedio tuvieron una ganancia diaria de peso de 788.62 gramos; mientras que los CPM promediaron una ganancia diaria de peso de 374.5 gramos.
4. La conversión alimenticia promedio en los cerdos Y-L en confinamiento fue de 3.07 kilogramos de alimento consumido por kilogramo de peso ganado, mientras que en el caso de los CPM en confinamiento fue de 5.03:1.
5. El cerdo Pelón Mexicano presenta un crecimiento inferior que los cerdos de razas mejoradas, el cual empieza a declinar después de los 2 meses de edad.
6. Los resultados morfométricos indican que los cerdos Pelón Mexicano presentan el tren posterior más alto que el anterior. Son animales de talla pequeña con extremidades delgadas y finas lo cual es un indicador de que son animales encaminados zootécnicamente a la producción de cantidades exageradas de grasa.
7. El CPM conserva un gran instinto por el consumo de forrajes, aunque no son capaces de aprovecharlos, lo que rompe con el mito de que las razas autóctonas porcinas son capaces de digerir la fibra.

8. Las razas modernas de cerdos conservan el instinto de pastoreo, aunque suelen ser selectivos cuando se les proporcionan alimentos comerciales balanceados.
9. El sistema de alimentación influye en la cantidad de grasa dorsal depositada, desarrollo de extremidades, masas musculares y longitud de la canal.
10. El sistema de alimentación no afectó los parámetros más importantes que determinan la calidad de la carne porcina.

6. LITERATURA CITADA

1. Abascal, T.G.A. 1998. La calidad de la carne de cerdo, clasificación, conservación y su manejo. *Porcicultores y su entorno*, 1(3): 30-34.
2. Aguilar, F.P. 1996. Calidad de la canal de cerdo y su transformación integral. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
3. Alain, H. (s/a) Impacto del gen RN en la calidad de la carne. *Acontecer Porcino* 2: 38-39.
4. Alarcón, R.A.D., Zamorano, G.L. y Ortega G.J.A. 1999. Factores que ocasionan pérdidas de peso en piernas de cerdo durante el manejo en un frigorífico. *Técnica Pecuaria en México*, 37 (2): 39-46.
5. Alonso-Spilsbury, M.; Mayagoitia N., L. y Mota R., D. 1998. Conducta del cerdo Pelón Mexicano en condiciones agro-silvo-pastoriles. *Porcicultores* 1 (4): 4-10.
6. Aparicio, M.J..1987. El cerdo Ibérico. HUELVA. 1ra. ed.Córdoba. España.
7. Aragón, L.P. 1960 Cria de cerdos. Ediciones Agrícolas Trucco. 1ra. ed. Escuela Nacional de Agricultura y Universidad de Winsconsin. U.S.A.
8. Bark, L.J., T.S. Stahly y G.L. Cromwell. 1988. Energy intake of pigs from high and low lean growth genotypes. *Journal Animal Science*. 66 (Suppl. 1): 140.
9. Becerril, H.M. 1999. Caracterización y Composición de la canal del cerdo Pelón Mexicano Variedad Mizantla. Tesis de Licenciatura. FMVZ UNAM.
10. Becerril, H.M., Mota, R.D., Alonso S. M. y Ramírez, N.R. 2000. Importancia del sacrificio en el cerdo. *Los Porcicultores y su entorno*, 3(16): 34-39.
11. Berdugo, R.J. y Franco, C.C. 1990. Ganadería de traspatio en el estado de Yucatán. En *Memorias de la Segunda Reunión sobre Producción Animal Tropical*. Merida (Yucatan) México. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad de Yucatán.
12. Berdugo, R.J. y Velásquez, M.A. 1987. Producción pecuaria a nivel traspatio en el Estado de Yucatán. En *Reunión anual de Investigación Pecuaria en México*. INIFAP-SARH, p.270-271.
13. Bernal, C.R. 1996. Las características de los diferentes métodos y medios de transporte de los animales para abasto. Manejo de animales para abasto durante el embarque, transporte y desembarque y su influencia sobre la

- calidad de la carne. Curso de actualización en higiene y calidad de la carne. FMVZ-UNAM. OPS, SSA. pp: 7-20.
14. Black, J.L. 1988. Animal growth and its regulation, *J. Anim. Sci.* 66 (suppl. 3): 1.
 15. Bridges, T.C.; L.W. Turner; E.M. Smith; T.S. Stahly and O.J. Loewer. 1986. A mathematical procedure for estimating animal growth and body composition. *Trans. ASAE*, 29: 1342.
 16. Buxadé, C.C. 1999. Producción Porcina, Aspectos Claves. Ediciones Mundo-Prensa, 1ra. ed. España.
 17. Cabello, F.F. 1969. Comportamiento en el Trópico de Cerdo de Raza Pura, Híbridos y Pelón Mexicano en base a Ganancia de Peso y Consumo de Alimento. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. Y Zoot. Universidad Veracruzana.
 18. Cárdenas, P.C. 1966. Introducción al estudio Zoométrico del cerdo Pelón Veracruzano. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. UNAM.
 19. Castellanos, A. y Gómez, R. 1984. Retrospectiva y Perspectiva sobre la raza de Cerdos Pelón Mexicano. *Porcivama*, :9:17-45.
 20. Cenobio, S.L. 1993. Evaluación del comportamiento reproductivo de un lote de cerdas Pelón Mexicano en la etapa de lactancia en el altiplano. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. UNAM.
 21. Corral, Q.S. 1996. Efecto de un mal manejo de los animales en la calidad de la carne. En *Memorias del curso de Actualización: Ganadería, Industria y Ciencia de carne en México*. FMVZ-UNAM.
 22. Chel, G.L.; Aguilar, M y Castellanos, R.A. 1983. Utilización digestiva de la alfalfa por el cerdo Pelón Mexicano. *Técnica Pecuaria México* 44: 27-34.
 23. Chomé, R. 1996. Evaluación de calidad en carne de cerdo. *Acontecer Porcino* 3 (17): 18-38.
 24. Chupin, D. 1994. Le Role des Biotechnologies de la Reproduction Pour la Conservation. *Animal Genetic Ressources Information*. FAO-UNEP p.13-26 Roma.
 25. Dantzer, R. y Mormede, P. 1985. Respuesta fisiológica del estrés. En *El estrés en la cría intensiva del ganado*. Ed. Acribia; España; 15-35

26. Díaz, I. y García, J. 1994. La grasa: implicaciones en la calidad de la carne. Eurocarne 29:46-55.
27. Diestre, A. 1991. La calidad de la carne en el porcino, Problemas, causas y medidas. Síntesis porcina 39-42.
28. English, P., Seaton, B., Vernon, R.F. y Smith W.J. 1992. Crecimiento y Finalización del Cerdo. Manual Moderno, 1ra. ed. México; 89-91.
29. Escamilla, A.L. 1988. El cerdo su cría y explotación. CECSA. México.
30. F.A.O. (1998)
31. F.A.O. 1994. Boletín de Información Sobre Recursos Genéticos Animales. UNEP.
32. Fernández, J.A.; Jorgensen H; and Just A. 1986. The influence of sex and breed on energy utilization and body composition in growing pigs. Proc. Tenth Symp. Energy Metab., EEAO Publ. No. 32 Abstr. 30.
33. Flame Atomic Absorption Spectrometry Analytical Methods. 1989. Ed. Varian
34. Flanzy, J. 1969. Journées de la recherche porcine en France. I.N.R.A.-I.T.P. Ed. Paris.
35. Flanzy, J; Rerat A; and Stanley G. 1968. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. 8 pp 537
36. Flores, M.J. 1976. Orígenes probables de los cerdos Mexicanos, características generales, zometría, distribución, población probable actual, futuro. Porcira, 5:37-46.
37. Flores, M.J. 1992. Cría y Explotación, Enfermedades e Industrialización. Ganado Porcino I. LIMUSA, México.
38. Flores, M.J. 1978. Distribución probable de los cerdos Mexicanos de acuerdo a sus diferentes razas, tipos y variedades. Porcira, 6 (63): 8-10.
39. Flores, M.J.A. y Agraz, G.A. 1985. Ganado porcino, cría, explotación, enfermedades e industrialización. Ed. Limusa. México.
40. Flores, S.F. y Pineda, G.J. 1997, Nayarit 20 Municipios. 1ª ed. SEP-CONAFE. Tepic, Nay. pp. 73-99.

41. Gentry, J. G; McGlone, J.J; Blanton, J.R. Jr. and Miller M.F. 2002. Impact of spontaneous exercise on performance, meat quality, and muscle fiber characteristics of growing/finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 80:2833-2839.
42. Gil, M., Guerrero, L. y Sárraga, C. 1998. The effect of meat quality, salt and ageing time of biochemical parameters of dry-cured *Longissimus dorsi* muscle. *Meat Science* 51: 329-337.
43. Gómez, R.S. 2001. Prospecto a Semental. *Fisiología y Mejoramiento animal*. [http:// www.cenid](http://www.cenid)
44. Góngora, G.S; Richards M; y Berdugo R.J. 1986. Análisis económico y social de la porcicultura rural de traspatio de los municipios de Mérida y Uman del estado de Yucatán. *Tec. Pec. Méx.* 50:115-126.
45. González, G.A.R. 2001. Comercio desleal en el subsector porcícola y TLCAN. *Acontecer Porcino* 9 (47): 101-107.
46. Gracey, J.F. 1989. *Higiene de la carne*. Ed. Interamericana – McGraw Hill. México: 127-150
47. Hamilton, R.M.G. y MacDonald, B.E. 1969. *J.Nutr.* 97: 33.
48. Hernández, I.M., Rodríguez, M.L.F. 1990. El papel que desempeña en la economía familiar la cría y explotación del cerdo de traspatio en el pueblo de Santa Cruz Meyehualco, D.F. Reunión de Investigación Pecuaria, INIP-SARH: 515-517.
49. Hiram, H.W. 1998. *Nutrición y Alimentación del lechón*. *Los Porcicultores y su entorno*. 1 (6): 26-38.
50. Hofman, K. 1994. What is quality?. *Meat Focus International*.
51. Hofstetter, P. y Wenk C. 1986. Energy metabolism of growing pigs selected for growth performance, thin and thick backfat. En *Proc. Tenth Symp. Energy Metab., EEAO, Publ. No. 32, Abstr.* 31.
52. <http://www.index.html> Nutrición animal.
53. Kato, M. L. 1995. La producción porcícola en México: Contribución al desarrollo de una visión integral. Universidad Autónoma Metropolitana.

54. Kirchgeßner, M. and Roth F. X. 1986. Digestibility of energy and crude nutrients with pigs in response feed level. Proc. Tenth Symp. Energy Metab. EEAO. Publ. No. 32. Abstr. 67.
55. Latin American Tables of Feed Composition University of Florida. 1974. Institute of Food and Agricultural Sciences. Center for Tropical Agriculture. Department of Animal Science.
56. Lawrie, R.A. 1979. Ciencia d ela carne. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
57. Lemus, F.C., Hernández, S. JA, Hernández, S.M. y González, M. CA. 1999. Existencia y diferencias morfológicas del Cerdo Pelón Mexicano en el Estado de Nayarit. En III Reunión Científica y Tecnológica de Nayarit. Tepic, Nayarit: 51-53.
58. Lemus, F.C.; Ulloa, A.R.; Estrada, M.J. y Alonso M.R. 2000 Estudio de las relaciones genéticas en poblaciones del cerdo Pelón Mexicano (*Sus scrofa*) y razas comerciales mediante marcadores genéticos tipo microsatélites. En V Congreso Iberoamericano de razas autóctonas y criollas. La Habana, Cuba.
59. López, M.J.; Salinas G. y Martínez R. 1999. El cerdo Pelón Mexicano Antecedentes y Perspectivas. Ed. Ciencia y Cultura Latinoamericana. 1er. ed. México.
60. Macouzet, G.M. 1996. Las transformaciones y alteraciones de la carne. Curso de actualización en higiene y calidad de la carne. FMVZ-UNAM. OPS, SSA.
61. Martínez, G.R. 1992. Perspectivas del uso de razas autóctonas en la porcicultura rural, Porciraama 17:35-41.
62. Mateyzanz, J. 1965. Introducción de la Ganadería en Nueva España 1521 – 1535. Historia Mexicana. Vol. XIV. Núm. 4. El Colegio de México. Centro Interamericano de libros académicos. México.
63. Maya, R.J.M. 1995. Síndrome de estrés porcino y la calidad de la carne de cerdo. FMVZ-UNAM. División Educación Continua, Departamento Producción Animal: 43-47.
64. Maya, R.J.M. 1995. Variaciones de la calidad de la carne. Nuestro Acontecer porcino, 3(15): 4-12.
65. Mc Kee, S.R., Hargis, B.M. y Sams, A.R. 1998. Pale, soft and exudative meat in turkeys treated with succinylcholine. Poultry Science 77: 356-360.

66. Méndez, M.D. 1997. Proyectos para su rescate cerdo Pelón Mexicano. *Nuestro Acontecer Porcino*, 5: 60-63.
67. Meza C.L. 2002. Rendimiento y Calidad de la carne en cruza de Cerdo Pelón Mexicano con razas comerciales. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. UAN.
68. Monin, G. ; Larsul, C. ; Le Roy, P and Culioli, J. 1999. Effects of halothane genotype and slaughter weight on texture of pork. *Journal Animal Science* 77: 408-415.
69. Nájera, O.H. 1989. Alternativas de Investigación y su aplicación animal en las zonas marginales del trópico de Chiapas. *Las Profesiones en México Vol.1, Núm. 2*, Universidad Autónoma Metropolitana. México.
70. National Association of Meat Purveyors. 1998. The meat buyers guide. US Meat Export Federation. Ed. National Livestock & Meat Board and NAMP. Reston, VA.
71. Navarro, C.J.A. 1996. Importancia de los depósitos grasos en la calidad de la carne. En *Memorias del curso de Actualización: Ganadería, Industria y Ciencia de carne en México*. FMVZ-UNAM.
72. NPPC National Pork Producer Council. 1991. Procedures to evaluate market hogs. *Bulletin Des Maines IA*: 11-16.
73. Odriozola, M. y Zuzuarregui, J. 1969. Estabulación de cerdos Ibéricos. Madrid, España: Instituto Nacional de Colonización. 1ra. ed.
74. Oliver, M.A. Calidad de la carne en el porcino <http://193.145.236.25/xarxatem/genhal-cast.htm>.
75. Oliver, M.A., Goup, G.M., Dietre, A., Arnau, J., Noguera, J.L. y Blasco, A. 1994. Comparison of five types pigs crocess. Fresh meat quality and sensory characteristics of dry cured ham. *Livestock Production Science*. 40: 179-185.
76. Ordóñez, J.A. y L. De la Hoz. 1992. Alimentación y Calidades de carnes del cerdo Ibérico. *El cerdo Ibérico, la Naturaleza, la Dehesa*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
77. Pathiraja, N. 1987. Improvement of pig meat production in developing countries. *World Animal Review*, 61: 2-10.

78. Pérez, C.L.B.; Rubio, L.M.S.; Méndez, M.D.; Feldman, K.J. e Iturbe, Ch.F.A. 1999. Evaluación química y sensorial de morcón de cerdo Pelón Mexicano y cerdo Mejorado. *Veterinaria México* 30(1): 41-48.
79. Pérez, C.L.B.; Rubio, L.M.S.; Méndez, M.D.; Feldman, K.J. e Iturbe, Ch.F.A. 1999. Evaluación química y sensorial del chorizo tipo Pamplona, elaborado a partir de carne de cerdo Pelón Mexicano y cerdo Mejorado. *Veterinaria México* 30(1): 33-40.
80. Pérez, E.R. 1985. Aspectos de la porcicultura en México 1960-1985. *Síntesis Porcina* 1:44-58.
81. Pérez, E.R. 1985. Aspectos de la porcicultura en México 1960-1985. *Síntesis Porcina* 1: 158-181.
82. Plata, P.J.P. 2000. Comparación de la Ganancia de Peso, Conversión Alimenticia y Grasa Dorsal de Cerdos Pelón Mexicano Engordados en dos Climas y dos Sistemas de Alimentación. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. UAN.
83. Preston, T.R. y Willis, M.B. 1986 *Producción Intensiva de carne*. Ed. Diana México.
84. Price, J. y Schweigert B. 1994 *Ciencia de la Carne y de los Productos Cárnicos* 2a. edm Zaragoza, España: Acribia.
85. Prigge, E.C., Varga G.A. Vicini J.L. y Reid R.L. 1981. Comparison of Ytterbium Chloride and Chromium Sesquioxide as fecal indicators. *Journal of Animal Science* 53 (6): 1629-1633.
86. Primer Encuentro sobre la Tecnología de la Carne Porcina. Una forma para cada gusto. 1988. *Boletín de la Sociedad Veterinaria Venezolana de Especialistas en Cerdos*. Vol. 3 No. 1.
87. Quiroga, T.G. y García de S.J.L. 1994. *Manual para la Instalación del pequeño matadero modular de la FAO*. Ed. FAO, Roma, Italia.
88. Robles, R.T. 1967. Contribución al estudio de los cerdos Lampiños o Pelones Mexicanos (Costa de Jalisco). Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, México.

89. Romano, J.L.; Hernández and Gómez R. 1980. Establishment of a herd of Yucatán Hairless Pigs. *Tropical Animal Production* 5(3): 300.
90. Rubio, L.M.S. 1996. Conceptos relacionados con la calidad de la carne. En *Memorias del curso de Actualización: Ganadería, Industria y Ciencia de carne en México*. FMVZ-UNAM.
91. Rubio, L.M.S. y Méndez, M.D. 1997. Mal manejo y la calidad de la carne. *Acontecer Porcino* 5 (27): 71-74.
92. Rubio, L.M.S. y Méndez, M.D. 2000. Alternativa Comercial del cerdo Pelón Mexicano. En *Memoria Quinto Congreso Iberoamericano de razas Autóctonas y Criollas*. La Habana, Cuba: 263-265.
93. S.P.P. 1981. Monografía de Compostela Nayarit: Síntesis Geográfica de Nayarit. Ed. Richard Impresores S.A. México.
94. Sánchez, Ch. D.R. 2000. Comportamiento Productivo de Líneas Genéticas Terminales de cerdos con especial referencia al gen del Halotano. Tesis de Maestría. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco.
95. Seghers Hybrid. 1998. Para una óptima calidad de la carne. *Síntesis Porcina* 5-6.
96. Seghers Hybrids. 1999. Carne de Calidad, Demanda del mercado. *Porcicultores* 1 (4): 11-12.
97. Sidney, S. 1997. El cerdo, la otra carne blanca. El color de la carne. *Porcicultura International*.
98. Stahly, T.S. 1992. Impacto de la Capacidad Genética para Crecimiento de tejido Magro y Sexo sobre las Necesidades de aminoácidos del cerdo en crecimiento. *Porcivama* 21 (186): 49-60.
99. Stein, H.H.; Aref, S. and Easter, R.A. 1999. Comparative Protein and Amino Acid Digestibilities in Growig Pigs and Sows. *Journal of Animal Science* 77: 1169-1179.
100. Swalland, H.J. 1994. Physical measurements of meat quality: optical measurement, pros and cons. *Meat Science* 36: 251-259.

101. Tejada, de H.I. 1983. Manual de Laboratorio para Análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Ed. Patronato de Apoyo ala Investigación y Experimentación pecuaria en México, A.C.
102. Tello, R. A. y Cisneros G. A.A. 1990. Evaluación del comportamiento alimenticio y reproductivo del CPM en estabulación. Tesis de Licenciatura. E.M.V.Z.-U.A.N.
103. U.S. Pork. Adelantos en la Industria de la Porcicultura Estadounidense. [http:// www.uspork.org/IssueReviews/Spanish/PrKQu sp.pdf](http://www.uspork.org/IssueReviews/Spanish/PrKQu%20sp.pdf)
104. United States Department of Agriculture. 1968. Official United States standards for grades of barrow and gilt carcasses. Livestock Division, AMS, USDA, Washington, D.C.
105. Van der Wan, E.B. and Reimer, H.G.M. 1999. The effect of stress applied immediately before stunning, on pork quality. Meat Science 53: 101-106.
106. Vásquez, P.C.G., Robles, C.A. y Berruecos V.J.M. 1973. Análisis de la Relación entre el Número de Lechones Nacidos y Destetados en cuatro diferentes Razas en clima Tropical. Tec.Pec.Mex. 23: 12-18.
107. Velasco, J. 2001. Aspectos importantes en la medición del pH. CarneTec 8 (5): 48-51.
108. Vite, P.M.R. y Roasa, R.J. 1996. Tecnicas de laboratorio más comunes empleadas en la inspección sanitaria de los animales de abasto, sus carnes y sus vísceras. En Curso de actualización en higiene y calidad de la carne. FMVZ-UNAM. OPS, SSA.
109. Walstra, P. 1989. Growth and carcass compisition from birth to maturity in relation to feeding level and sex in Dutch Landrace pigs. En Proc. Tenth Symp. Energy Metab. EEAO. Publ. No. 32, Abstr. 31.
110. Warner, R. 1994. Determinando la calidad de la carne de cerdo. Nuestro Acontecer Porcino 2(2): 22-29.
111. Wenk, C. and M. Kronauer. 1986. Energy Metabolism of young growing pigs. En Proc. Tenth Symp. Energy Metab. EEAO. Publ. No. 32, Abstr. 31.
112. Whittemore, Ct. 1983. Development of recomendaded energy and protein allowances for growing pigs. Agric. Systems, 11: 159-186.

7. ANEXOS

Y - L EN CONDICIONES DE CONFINAMIENTO:



Y - L EN CONDICIONES DE PASTOREO:



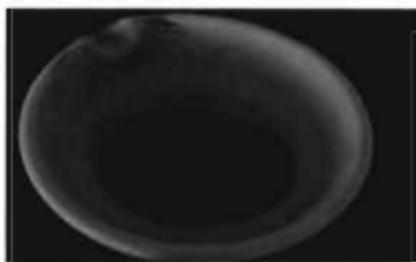
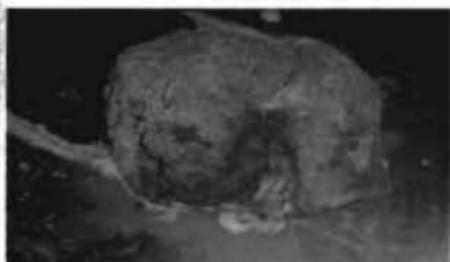
CPM EN CONDICIONES DE CONFINAMIENTO:



CPM EN CONDICIONES DE PASTOREO



DETERMINACION DE DIGESTIBILIDAD APARENTE:



EVALUACION DE LA CALIDAD DE LA CANAL

