



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

**COMPLEJO REGIONAL NORTE – SEDE TETELA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**PRODUCCIÓN DE CERDOS (LECHONES) EN TRASPATIO, RAZAS:
PIETRAIN, LANDRACE, YORKSHIRE Y TRILINEA**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**PRESENTA:
IVÁN CORTÉS HERNÁNDEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. JESÚS MAO ESTANISLAO AGUILAR LUNA**

TETELA DE OCAMPO, PUEBLA, DICIEMBRE DE 2020



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

**COMPLEJO REGIONAL NORTE – SEDE TETELA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**PRODUCCIÓN DE CERDOS (LECHONES) EN TRASPATIO, RAZAS:
PIETRAIN, LANDRACE, YORKSHIRE Y TRILINEA**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**PRESENTA:
IVÁN CORTÉS HERNÁNDEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. JESÚS MAO ESTANISLAO AGUILAR LUNA**

**ASESORES:
M.C. ALFREDO BÁEZ SIMÓN
M.C. ELIZABETH GONZÁLEZ GARCÍA**

TETELA DE OCAMPO, PUEBLA, DICIEMBRE DE 2020

La presente tesis titulada: **Producción de cerdos (lechones) en traspatio, razas: Pietrain, Landrace, Yorkshire y Trilinea.** Realizada por el alumno Iván Cortés Hernández, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

**LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROFORESTAL
COMPLEJO REGIONAL NORTE – SEDE TETELA**

Consejo particular integrado por:

Firma

Director: Dr. Jesús Mao Estanislao Aguilar Luna



Asesor: M.C. Alfredo Báez Simón



Asesora: M.C. Elizabeth González García



Tetela de Ocampo, Puebla, diciembre de 2020

El presente trabajo forma parte del cuerpo académico: **BUAP – CA – 324 – Sistemas Agroforestales y Agrícolas Sostenibles**; y de la línea de **Generación y Aplicación del Conocimiento: Agroforestería y Manejo Integrado de Cultivos**. Dicho trabajo fue financiado con recursos propios.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por estar junto a mí cada día de mi vida y poner en mi camino a las personas indicadas para alcanzar este objetivo, por guiar mi camino y brindarme salud, sabiduría y persistencia para alcanzar este logro.

A mi **familia**, por haberme apoyado en todo momento y brindar muchos esfuerzos para que lograra terminar una profesión.

A mis maestros, por haber compartido su sabiduría y conocimientos con cada uno de los alumnos. A mi director, **Dr. Jesús Mao Estanislao Aguilar Luna** y a mis asesores, **M.C. Alfredo Báez Simón** y **M.C. Elizabeth González García** por dirigir y colaborar en la realización de este trabajo, así como el tiempo y disponibilidad que dedicaron en brindarme sus enseñanzas.

A la **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)**, por abrirme las puertas y darme la oportunidad de formar parte de ella, brindándome la enseñanza y la preparación que conlleva esta licenciatura.

Al Complejo Regional Norte – Sede Tetela de Ocampo, por el derecho a estar dentro de sus instalaciones, otorgarme seguridad y abrirme paso diario durante todo este tiempo.

Al productor de cerdos el **C. Juan Carlos Galindo Moreno**, por brindarme la oportunidad de trabajar en su granja y llevar a cabo la realización del presente trabajo, además de mi servicio social y prácticas profesionales, siempre mostrando empatía, amabilidad y apoyo.

Especial agradecimiento a ti Madre **Margarita Hernández Pérez** y abuelos **Bardomiano Hernández Cabrera** y **Tayde Pérez López**, por su enorme sacrificio diario para alcanzar esta meta.

DEDICATORIAS

A Dios

Por estar junto a mí en cada momento y brindarme la oportunidad de concluir mis estudios.

A ti Madre

Margarita Hernández Pérez por brindarme siempre tu amor y apoyo incondicional, así como guiarme paso a paso en la vida y aconsejándome siempre.

A ti Padre

José de Jesús Cortés Beltrán te agradezco tus consejos y tiempo para apoyarme en mi preparación escolar.

A mi abuelo

Bardomiano Hernández Cabrera que siempre me supo brindar sus sabios consejos y las habilidades para trabajar y salir adelante. Sé que desde donde estás me seguirás cuidando siempre.

A mi abuela

Tayde Pérez López por brindarme siempre apoyo incondicional y guiar mi camino para terminar mi licenciatura.

A mi hermano

Ing. Luis Alberto Cortés Hernández a quien agradezco su apoyo en todo momento, ser un gran ingeniero y mi ejemplo a seguir para cumplir mis metas.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. Hipótesis.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Descripción del cerdo.....	4
2.2. Antecedentes de los cerdos.....	4
2.3. Porcicultura.....	5
2.3.1. Producción porcina mundial.....	6
2.3.2. Producción porcina en México.....	7
2.3.3. Producción porcina en Puebla.....	10
2.4. Razas de cerdos.....	10
2.4.1. Pietrain.....	10
2.4.2. Landrace.....	11
2.4.3. Yorkshire.....	12
2.4.4. Trilinea.....	13
2.5. Etapas de los cerdos.....	16
2.5.1. Lactancia.....	16
2.5.2. Destete.....	17
2.5.3. Engorda.....	17
2.5.4. Finalización.....	18
2.6. Manejo de los lechones.....	18
2.6.1. Corte y desinfección de ombligo.....	19

2.6.2. Descolmillado.....	19
2.6.3. Desrabado.....	20
2.6.4. Inducción de hierro.....	20
2.6.5. Castración.....	20
2.6.6. Identificación de los animales.....	21
2.7. Manejo e instalaciones.....	21
2.7.1. Sistemas tecnificados.....	21
2.7.2. Sistemas semitecnificados.....	22
2.7.3. Sistemas familiares o de traspatio.....	22
2.8. Enfermedades de los cerdos.....	23
2.9. Genética y reproducción de los cerdos.....	24
2.10. Requerimientos nutrimentales.....	25
2.11. Alimentación porcina.....	27
2.12. Utilización de cerdos en sistemas agroforestales.....	27
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1. Área de estudio.....	31
3.2. Infraestructura de la granja.....	32
3.3. Animales que componen la granja.....	33
3.4. Tratamientos.....	36
3.5. Variables de respuesta.....	36
3.5.1. Lechones nacidos vivos (LNV).....	36
3.5.2. Lechones destetados (LD).....	36
3.5.3. Peso al nacer (PN).....	37
3.5.4. Peso al destete (PD).....	37
3.5.5. Cantidad de machos y hembras (CMH).....	37
3.5.6. Intervalo destete-concepción (IDC).....	37
3.5.7. Intervalo entre partos (IEP).....	37
3.5.8. Vida productiva de las cerdas (VPC).....	38
3.5.9. Relación costo-beneficio en la venta de lechones recién destetados.....	38

3.6. Diseño experimental.....	39
3.7. Análisis estadístico.....	39
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1. Lechones nacidos vivos, destetados, peso al nacer y peso al destete, obtenidos en las cruzas de razas Pietrain con Landrace, Yorkshire y Trilinea...	40
4.2. Cantidad de lechones machos y hembras por camada para evaluar la comparación de las cruzas de razas.....	46
4.3. Intervalo entre el destete y la concepción, intervalo entre partos y vida productiva de las cerdas.....	48
4.4. Relación costo-beneficio en la producción y venta de los lechones y su viabilidad.....	53
5. CONCLUSIONES.....	55
LITERATURA CITADA.....	56

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Atributos de las principales razas porcícolas (FAO, 2012).....	14
2	Estructura de la piara promedio en diferentes tipos de granjas porcinas del estado de Guanajuato (Puente, 2014).....	23
3	Requerimientos nutritivos de cerdos en crecimiento (cantidades diarias por animal) (Shimada, 2007).....	25
4	Animales que componen la granja “Rancho escondido”.....	34
5	Cruzas de cerdos evaluadas, Rancho Escondido, Tetela de Ocampo, Puebla	36
6	Acomodo de las cerdas en el diseño experimental.....	39
7	Relación costo beneficio, valor presente neto y tasa interna de retorno en la producción y venta de lechones después del destete	53

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Producción de carne de cerdo en México, 2005-2016 (millones de toneladas) (SAGARPA, 2015).....	7
2	Distribución de la producción de carne de cerdo en México (porcentaje con respecto al total nacional) (SAGARPA, 2015).....	8
3	Principales estados productores de carne de cerdo, 2014-2016 (miles de toneladas) (SAGARPA, 2015).....	8
4	Consumo per cápita de carne de porcino, 2000-2011 (kg de carne en canal equivalente) (Montero <i>et al.</i> 2012).....	9
5	Cerdo raza pietrain.....	11
6	Cerdo raza landrace.....	12
7	Cerdo raza yorkshire.....	13
8	Cerdo raza trilinea	15
9	Programa de producción de triple cruza (Dienguez y León, 2009).....	16
10	Ejemplo de SAF con cerdos. Árboles de sombra para animales menores (Beccar, 2004).....	28
11	Ubicación geográfica del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla (INEGI, 2014).....	31

12	Instalaciones de la granja porcina en la comunidad de Tamuanco, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla	32
13	Número de lechones nacidos vivos, en diferentes razas de cerdo, en Tamuanco, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla. Promedio de tres partos por año.....	40
14	Lechones nacidos vivos en razas Pietrain puras y Trilinea.....	41
15	Número de lechones destetados a los 30 días, en diferentes razas de cerdo, en Tamuanco, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla. Promedio de tres partos por año.....	42
16	Lechones destetados raza Trilinea.....	43
17	Peso al nacer en diferentes razas de cerdo, en Tamuanco, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla. Promedio de tres partos por año.....	43
18	Peso al nacer del cruce de razas Pietrain y Landrace.....	44
19	Peso al destete a los 30 días, en diferentes razas de cerdo, en Tamuanco, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla. Promedio de tres partos por año.....	45
20	Peso al destete de lechones Trilinea.....	46
21	Comparación de la cantidad de lechones machos y hembras por camada en comparación de las cuatro razas.....	47

22	Intervalo en cerdas reproductoras desde el destete hasta la nueva gestación, en diferentes razas de cerdo, en Tamuanco, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla.....	48
23	Periodo de recuperación para evaluar el IDC de las cuatro razas distintas de cerdas.....	49
24	Intervalo entre partos en cerdas reproductoras, en diferentes razas de cerdo, en Tamuanco, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla.....	50
25	Manejo aplicado para determinar el IEP entre los cruces de las diferentes razas de cerdos.....	51
26	Vida reproductiva de cerdas reproductoras, en diferentes razas de cerdo, en Tamuanco, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla.....	51
27	Evaluación de VPC de acuerdo al manejo aplicado en las diferentes razas de cerdas.....	52

PRODUCCIÓN DE CERDOS (LECHONES) EN TRASPATIO, RAZAS: PIETRAIN, LANDRACE, YORKSHIRE Y TRILINEA

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la comparación de cuatro razas de cerdos mediante sus cruces y la producción de sus lechones. El estudio se llevó a cabo en una granja denominada "Rancho Escondido" en condiciones de traspatio con una mediana tecnificación ubicada en la localidad de Tamuanco, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla, que se ubica a 19° 49' de LN; 97° 48' de LO; con una altitud de 1700 m. El clima es templado húmedo con una temperatura media anual de 18 °C. Se utilizó un semental de raza Pietrain para que preñara a las hembras de razas Pietrain, Landrace, Yorkshire y a las cerdas híbridas. Se esperó el tiempo necesario de cada gestación (tres meses, tres semanas y tres días o 114 días) hasta llegar el momento del parto y comenzar a evaluar lechones. Los mejores resultados de lechones nacidos vivos fueron un promedio de 11 en la raza Pietain pura y en los cruces de Pietrain con la raza híbrida, en cuanto a lechones destetados fueron 11 en la producción de lechones Trilinea, en el peso al nacer fue de 1.42 Kg en los cruces Pietrain-Landrace, en peso al destete fue 12.44 Kg y la cantidad de machos y hembras fueron 5 y 6 respectivamente, en la producción de lechones Trilinea, siendo la más uniforme en este rubro. El intervalo destete-concepción fue de siete días en todas las razas, el intervalo entre partos fue de 157 días para todas las razas y la vida productiva de las cerdas fue registrado de cinco años de cada una de ellas. Cada hembra tuvo en promedio tres partos por año. La relación costo-beneficio fue mayor a 1, por lo cual existe rentabilidad en la granja y la producción de lechones Trilinea siendo los más favorables para venta y su posterior engorde.

Palabras clave: Costo-beneficio, porcicultura, reproducción, destete, puercos.

PIG PRODUCTION (PIGLETS) IN BACKYARD, BREEDS: PIETRAIN, LANDRACE, YORKSHIRE AND TRILINEA

SUMMARY

The objective in the present work was to evaluate the comparison of four breeds pigs, through their crosses and the production of their piglets. This study was carried out in a farm called "Rancho Escondido" in a backyard conditions with a median technification located in Tamuanco town, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla, which is located at 19° 49' NL; 97° 48' WL; in a height of 1700 m. The weather is mild wet with an annual average temperature of 18° C. The Pietrain stallion was used to pregnant Pietrain, Landrace, Yorkshire and the hybrid breeds pigs. The necessary time of each pregnancy was waited (three months, three weeks and three days or 114 days) until to get the moment of their delivery and to start a evaluated the piglets had been born alive were an average of 11, in the Pietrain with the hybrid breed, as to weaned piglets there were 11 in the production of the Trilinea piglets, the born weight was 1.42 Kg in the cross of Pietrain-Landrace, the wean weight was 12.44 Kg and the males and females number were 5 and 6 respectively, in the piglets Trilinea production being the most uniform in this area. The weaning-pregnancy interval between deliveries was 157 days for all the breeds and the productive life in all female pigs it was registered 3 deliveries per year. In a relation with the cost-benefit he was greater than 1, therefore there is profitability on the farm and the production of Trilinea piglets, being the most favorable for sale and their subsequent fattening.

Keywords: Cost-benefit, pig farming, reproduction, weaning, pigs.

1. INTRODUCCIÓN

El cerdo cuyo nombre científico es *Sus scrofa domestica* es un animal doméstico destinado para la alimentación humana desde hace mucho tiempo. La porcicultura es la actividad que incluye la crianza, alimentación y comercialización de los cerdos que tiene como finalidad la alimentación humana. La crianza de lechones es una etapa de suma importancia para la producción de carne y futura venta al mercado, es por ello que el manejo y la selección de las mejores razas determinan en gran parte el éxito en la porcicultura.

En esta ocasión se pretende realizar una comparación de cuatro razas de cerdos: Pietrain, Landrace, Yorkshire y Trilinea, en condiciones de traspatio mediante la evaluación de sus lechones obtenidos durante el parto en Tetela de Ocampo, Puebla.

Para determinar la mejor raza en condiciones de traspatio de la zona se realizó la comparación de estas, que consistió en la evaluación de los lechones obtenidos mediante sus cruces y su relación costo-beneficio. Este estudio se llevó a cabo en una granja ubicada en la localidad de Tamuanco, San Isidro, en el municipio de Tetela de Ocampo, Puebla.

Inició con el cubrimiento de las cerdas de las distintas razas (Pietrain, Landrace, Yorkshire e Híbridas) por un macho de raza Pietrain cuyas cualidades son ideales para un semental completo en la zona, y de aquí hasta el momento del parto. En esta etapa se brindó el manejo adecuado y se comenzó a tomar datos para la comparación entre camadas, que a su vez, cada una pertenece a distintos cruces de razas.

Se espera que las razas ya identificadas como superiores, sean más rendidoras en esta zona, con clima templado y en condiciones de traspatio (mediana tecnificación).

La estructura metodológica y el contenido de esta investigación, se encuadró en el protocolo tipo ENCUESTA COMPARATIVA; dado que sus dicotomías en la matriz de clasificación de la investigación científica, correspondieron a lo siguiente: fue **experimental** porque se hicieron modificaciones al material de la investigación (cerdos y su alimentación). Fue **prospectiva**, porque la información que se ocupó en la investigación se mide o recoge después (peso y cantidad de lechones, mismos que cambiaron en el futuro). Fue **longitudinal** porque las variables de respuesta se observaron y midieron más de una vez; es decir, si interesó estudiar el cambio de las variables en el tiempo. Fue **comparativa** de causa a efecto, porque se estudió el factor causal de cuatro razas sometidas a comparación, para conocer la mejor raza, mediante la obtención de lechones y por ser comparativo se trató de un experimento.

1.1. Planteamiento del problema

En Tetela de Ocampo, Puebla, las razas Landrace y Yorkshire son destinadas a la reproducción para producir lechones de mejor calidad, si se compara con Pietrain y una raza mejorada Trilinea, ¿continuarán siendo las de mejor calidad en condiciones de traspatio con una mediana tecnificación?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la comparación de cuatro razas de cerdos mediante sus cruces y la producción de sus lechones.

1.2.2. Objetivos específicos

Evaluar la producción de lechones nacidos vivos, destetados, peso al nacer y peso al destete de razas Pietrain, Landrace, Yorkshire y Trilinea para definir aquella con mejores resultados.

Obtener el intervalo entre el destete y la concepción, el intervalo entre partos de las diferentes cerdas de cada raza, y la vida reproductiva de ellas.

Determinar la relación costo-beneficio para el manejo de producción y venta de lechones y determinar su viabilidad.

1.3. Hipótesis

La producción de lechones nacidos vivos y destetados es menor cuando se trabaja con cerdas primerizas, a mayor cantidad de partos se espera que la producción aumente.

Si se obtiene un alto número de lechones nacidos vivos, entonces el peso de estos será bajo, y por el contrario, si el número de camada es bajo será posible registrar un mayor peso de los lechones.

La vida productiva, el intervalo entre partos, el destete y la nueva concepción están determinados por el manejo y la alimentación de la cerda en la granja. Si no se brindan las condiciones adecuadas el tiempo de recuperación se prolonga.

Si en la relación costo-beneficio resulta menor el número de costos que el de ingresos y además existe una ganancia productiva, entonces resultará ser una actividad económica viable y remunerable.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Descripción del cerdo

El cerdo doméstico es un animal precoz y prolífico, de lactancia y gestación breve, teniendo un mínimo de dos partos por cerda por año, requiere de poco espacio, es resistente y aprovecha casi al cien por ciento su alimentación, por lo que es determinado un eficiente convertidor de alimentos (SIAP, 2017). Su posición taxonómica es la siguiente:

Reno: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Artiodáctyla

Suborden: Suiforme o Suina

Familia: Suidae

Subfamilia: Suinae

Género: *Sus*

Especie: *Sus scrofa*

Subespecie:

Sus scrofa scrofa (África occidental y Europa)

Sus scrofa ussuricus (Norte de Asia y Japón)

Sus scrofa cristatus (Asia menor y la India)

Sus scrofa vittatus (Indonesia)

2.2. Antecedentes de los cerdos

Según SADR (2017), los cerdos llevan 5000 años de domesticación humana. Sin embargo la FAO (2010) señaló que existen otros reportes que hacen mención respecto a que no existe una fecha exacta de domesticación, pues los investigadores argumentan que fue en Europa entre 7 a 3 mil a de C. e investigadores chinos descubren que fue en la región sur de ese país en el año 10 mil a de C.

Desde sus inicios algunos pueblos consumían su carne, mientras que otros la

consideraban indeseable. Existen dos procesos de domesticación del cerdo, uno en el oriente hace unos 13000 años y otro en China en los años 4900 a de C., esto lo convierte en uno de los primeros animales utilizados por el ser humano.

Posteriormente la domesticación comenzó a esparcirse por Europa en los años 1500 a de C. La llegada a América fue más tardía pues aún no se conocía este continente. Fue hasta la llegada de Cristóbal Colón a Cuba en 1493 cuando viajó con él el cerdo mediterráneo y se comenzó a expandir por Colombia, Venezuela, Perú y Ecuador. La llegada a México sucedería hasta el siguiente siglo con los españoles capitaneados por Hernán Cortés, sin embargo llegaron especies tanto asiáticas como Europeas y comenzaron a reproducirse sin control dando origen a los cerdos criollos. La importación de razas mejoradas sucedió hasta el siglo XX y la porcicultura creció hasta convertirse en la segunda fuente de abastecimiento de carne y en el sistema ganadero más importante en México (INES, 2018).

La FAO (2010) afirmó que los antepasados más remotos de los cerdos se remontan a 40 millones de años atrás con el cerdo del cabo (*Orictropus ofer*) que era un animal de alimentación a base de insectos y raíces con hábitos nocturnos, esto lo avalan los fósiles hallados en bosques pantanos de Eurasia.

2.3. Porcicultura

La porcicultura es la actividad que incluye la crianza, alimentación y comercialización de los cerdos, su finalidad es obtener la mayor ganancia de peso de los animales en el menor tiempo de engorda y con el menor consumo de alimento posible (SAGARPA, 2015; SENASICA, 2004). Shimada (2007), mencionó que, la explotación de cerdos se maneja en cuatro modalidades:

1. La producción de lechones para engorda.
2. La engorda de cerdos.
3. La producción de lechones y engorda de los mismos.
4. Producción de pie de cría.

2.3.1. Producción porcina mundial

La carne de cerdo es una de las más consumidas en todo el mundo y de esta se obtienen muchos subproductos como jamón, chorizo, tocino, paté, entre otras. Como animal doméstico, el cerdo es explotado para generar fuentes de carne, piel y productos similares. La carne de cerdo contiene grandes cantidades de ácido oléico, que nos ayuda a mantener adecuados niveles de colesterol, además es rica en grasas monoinsaturadas (SADR, 2017).

De acuerdo con la FAO (2010), el continente Asiático es el que registra la mayor producción con más de 523 millones. En 1999 existía un total de 916 millones de cerdos en el mundo, en la actualidad la cifra rebasa los mil millones de cabezas.

A nivel mundial, China es el principal consumidor de carne de cerdo con 54.6 millones de toneladas. Entre 2006 y 2015 el consumo mundial de carne de cerdo creció a una tasa media anual de 1.6 %. Entre algunos de los países consumidores se presenta una tendencia a la alza, destacando a México con crecimiento promedio anual de 4.3 %, Vietnam con 3.2, Brasil con 3.1, Rusia con 2.9 % y Corea del Sur con 2.8 %. Este incremento se debe principalmente a los precios accesibles de la carne, así como a la creciente confianza del consumidor por contar con la información sanitaria en los sistemas de producción (FIRA, 2016).

Así mismo, según FIRA (2016), el 7 % de la producción mundial de carne de cerdo se comercializa internacionalmente y los países con mayores exportaciones que a su vez reúnen el 90.3 % de las exportaciones mundiales son: Estados Unidos, Canadá, Brasil y La Unión Europea, siendo este último el principal exportador de carne de cerdo con el 43.1 % alcanzando las 2.6 millones de toneladas. Estados Unidos ocupa el segundo lugar en este rubro con el 31 %, es decir 2.4 millones de toneladas. Se destacan las exportaciones con destinos a Hong Kong y China, ya que este último es el principal consumidor, aunque Japón es el mayor importador de carne de cerdo. En 2016 importó 1.3 millones de toneladas representando el 18.3 % del total mundial. El segundo lugar es China con un 18 % de importaciones totales mundiales.

2.3.2. Producción porcina en México

México es el 15^{avo} productor mundial de carne (cuyo producto es el principal que es extraído de los cerdos) con más de un millón de toneladas producidos anualmente como se muestra en la Figura 1 y cuyos estados con mayor producción son: Jalisco (19 %), Sonora (17 %) y Puebla (12 %) sumando estos el 48 % de la producción total como se presenta en la Figura 2 (SAGARPA, 2015; FIRA, 2016) con 649,549 toneladas de carne al año, le siguen Yucatán con un 9.3% y Veracruz con un 9 % como se muestra en la Figura 3, mientras que el consumo de carne de cerdo por persona cada año en México es de 16.3 kg lo cual es ligeramente más elevado a la media mundial, pero muy por detrás de otros países como China (39.5 kg por año), la Unión Europea (43 kg por año) y Estados Unidos (28 kg por año) como muestra la Figura 4 (SADR, 2017; Montero-López *et al.*, 2015). Además, en México la carne de cerdo ocupa el tercer lugar en la producción nacional después de la carne de pollo y bovino (Montero-López *et al.*, 2015).

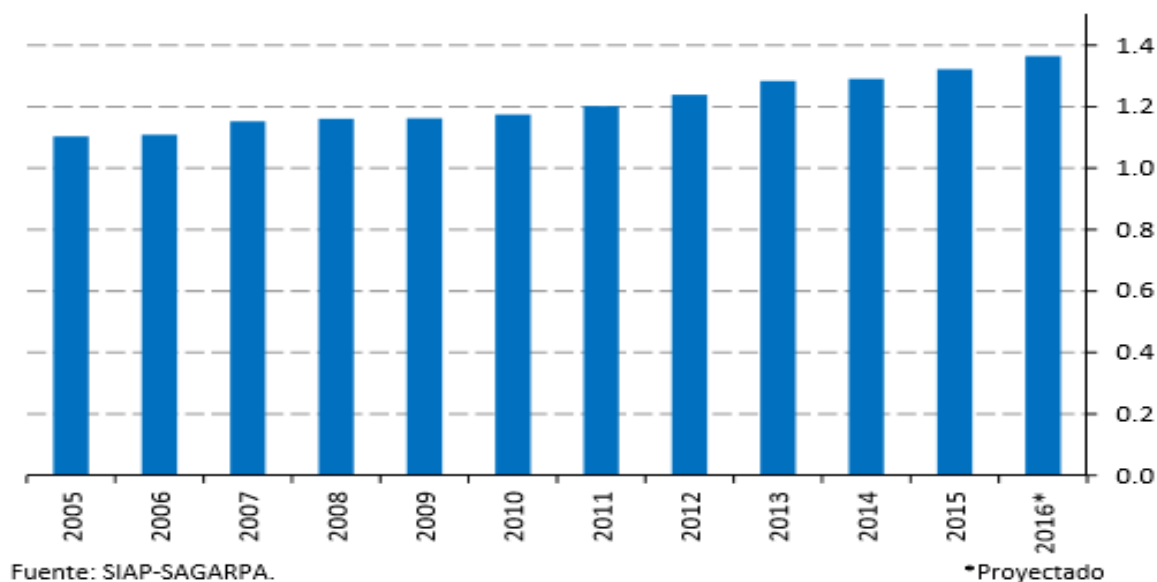


Figura 1. Producción de carne de cerdo en México, 2005-2016 (millones de toneladas) (SAGARPA, 2015).

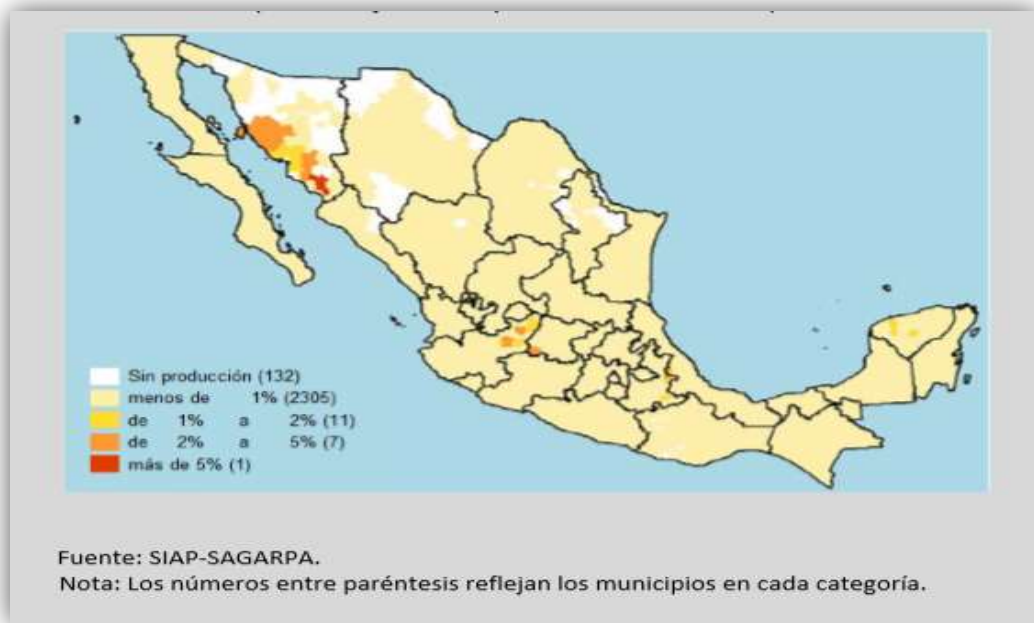


Figura 2. Distribución de la producción de carne de cerdo en México (porcentaje con respecto al total nacional) (SAGARPA, 2015).

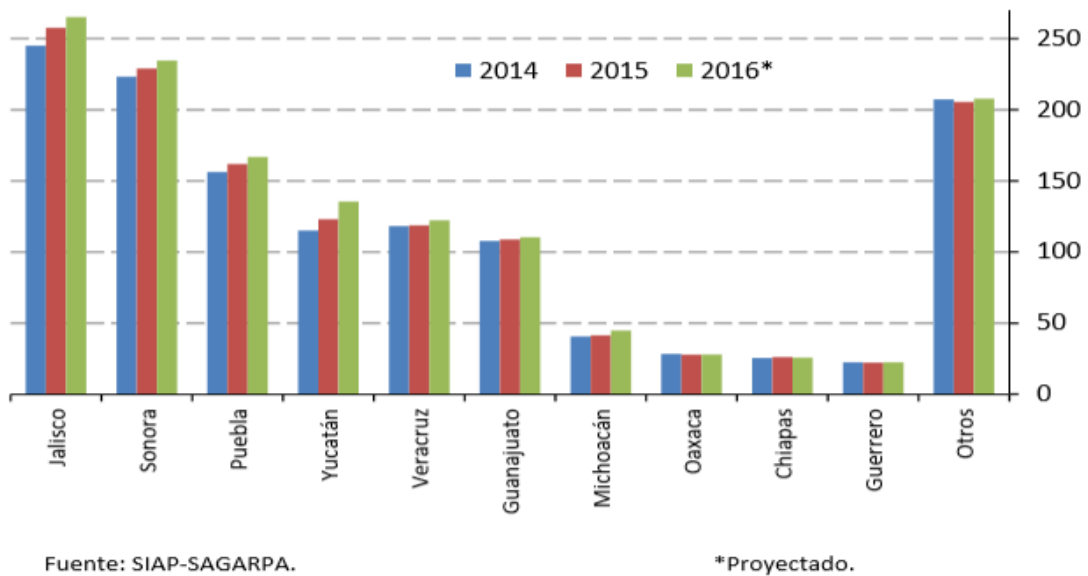


Figura 3. Principales estados productores de carne de cerdo, 2014-2016 (miles de toneladas) (SAGARPA, 2015).

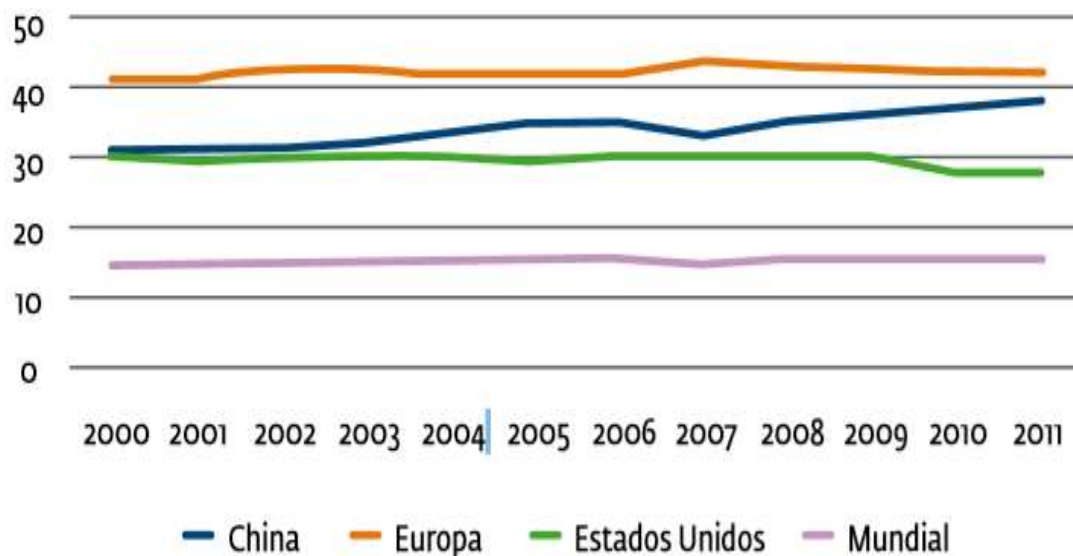


Figura 4. Consumo per cápita de carne de porcino, 2000-2011 (kg de carne en canal equivalente) (Financiera Rural, 2012).

Las exportaciones mexicanas alcanzan los mercados de ocho naciones, Japón y Corea del Sur principalmente; sin embargo en el mismo continente Asiático se han abierto mercados de exportación en China, Singapur y Hong Kong (además de los dos antes mencionados), hay países Africanos en donde se pueden comercializar los productos de cerdo mexicano como: Ghana, Guinea, Guinea Ecuatorial, Guinea Bissau, Congo, Gambia, Costa de Mar, Liberia, Angola, Sierra Leona, Gabón, Togo y Mauritania. Y en el mismo continente americano puede haber exportaciones a países como Chile, Estados Unidos de América, Puerto Rico, Guatemala, Cuba, Colombia, El Salvador, Canadá, Honduras, Nicaragua, Panamá y San Cristóbal y Nieves, y por último en Oceanía a países como Nueva Zelanda, Australia (SAGARPA, 2018).

Los cerdos criados en condiciones de traspatio (generalmente las razas criollas en condiciones rústicas) de nuestro país forman parte de la tradición y cultura en las zonas rurales y representa una fuente de ingresos y ahorros de las familias. En 2001, según el Censo Nacional Agropecuario se registraron 383,172 cabezas de ganado porcino y más del 90 % se manejaba en sistemas de traspatio (FAO, 2010). Mientras

que el inventario de porcinos en 2010 fue de 15,435,412 cabezas y en 2011 aumentó a 15,547,000 cabezas (Latorre, 2012; FIRA, 2012).

2.3.3. Producción porcina en Puebla

Puebla ocupa el tercer lugar a nivel nacional en la producción de carne de porcino con 163,396.47 toneladas anuales, el 12 % de la producción en México. Los 10 principales municipios poblanos productores de carne de cerdo son: Guadalupe Victoria con 41,063.97 t, Tlachichuca 21,453.18 t, Tehuacán 21,224.59 t, Oriental 13,318.63 t, Cuyoaco 6,394.38 t, Tepanco de López 5,029.13 t, Tecamachalco 3,661.97 t, San Salvador El Seco 3,518.83 t, Tlacotepec de Benito Juárez 3,457.74 t, y Cañada Morelos 3,423.23 t (SIAP, 2018).

2.4. Razas de cerdos

De acuerdo a Lloveras *et al.* (2008) se reconocen alrededor de 100 razas domésticas. Los cerdos destinados a la producción de carne son llamados cerdos híbridos y son producto de la cruce de animales de razas puras (SAGARPA, 2015). Las razas utilizadas en el presente estudio fueron:

2.4.1. Pietrain

Esta raza es resultado de diferentes cruzamientos, originaria de Bélgica en el año de 1920. Su nombre se originó a partir de la Columna donde fue visto por primera vez. Se caracteriza por un perfil cóncavo y orejas asiáticas, capa blanca y amarilla con amplias manchas irregulares negras y en ocasiones rojizas (Figura 5). Contiene un alto rendimiento en cortes magros y su porcentaje de grasa en canal es mínima. Es una raza paterna especializada utilizada como macho terminal o finalizador. Su crecimiento es lento con resultados reproductivos limitados pero con índices de conversión competitivos (FAO, 2010).



Figura 5. Cerdo raza Pietrain.

2.4.2. Landrace

Es la primer raza mejorada mediante métodos científicos, originaria de Dinamarca entre los años 1870 a 1915. Mundialmente es de las razas más seleccionadas y magras, se caracteriza por ser de piel blanca y rosada, tórax poco profundo y excelente precocidad, las cerdas son lisas, libres de pigmentaciones y notable implementación mamaria. La cabeza es un poco alargada, fina y poco compacta con perfil recto o subcóncavo, orejas grandes dirigidas hacia adelante sin tapar completamente la vista, tronco muy alargado ya que tienen un par de costillas más que las otras razas (Figura 6), Su prolificidad es excelente (11 a 13 crías por parto), buena producción de leche y su temperamento es demasiado dócil, las extremidades posteriores son bien desarrolladas con jamones magros y compactos. Por este tipo de características reduce la capacidad de adaptabilidad a diferentes medios ya que sufre de la exposición al sol. El peso adulto promedia los 300 kg en hembras y los 400 kg en machos (FAO, 2010).



Figura 6. Cerdo raza Landrace.

2.4.3. Yorkshire

También llamada Large White. Es originaria del condado de York, Gran Bretaña en el año de 1866 mediante cruces de cerdos nativos con cerdos de China y Siam. Se caracteriza por buenas facultades de adaptación en diferentes países aunque sufre a la exposición al sol, es un cerdo de piel rosada, fina y despigmentada, cabeza mediana, perfil cóncavo, hocico ancho, orejas medianas y dirigidas hacia adelante, tórax largo y profundo, dorso un poco convexo, amplio y musculoso (Figura 7). Son cerdos productores de carne con un 53 a 54 % con respecto a su peso total, también producen un buen tocino. Las hembras presentan una buena proliferación (con 10 a 11 lechones por parto) y excelente habilidad materna, crecimiento rápido durante la lactancia y desarrollo, esto convierte a esta raza junto con la raza Landrace las más utilizadas en conformaciones maternas. Además su temperamento es dócil (FAO 2010).



Figura 7. Cerdo raza Yorkshire.

2.4.4. Trilinea

Según Lloveras y Goenaga (2009), la producción de carne es la principal demanda para los productores de cerdos, el animal debe cumplir con una buena conformación muscular y buena capacidad de alcanzar el peso de terminación al mercado, sin exceso de grasa, ya que la producción de esta última se fue haciendo a un lado cuando se comenzaron a producir aceites vegetales. Aunado a esto se comenzó a tomar importancia a la prolificidad del reproductor dando el mayor número de lechones, criarlos y destetarlos de la mejor manera. Por ello, la fecundidad comenzó a tomar un papel importante en la selección de cerdos.

La adecuada elección de razas/líneas para los programas de cruzamiento es clave para aprovechar la complementariedad y heterosis. Existen muchas combinaciones entre razas pero no todas privilegian la cantidad o la calidad para los mercados que cada vez más es demandada por los consumidores (Cardén, 2000).

Según la FAO (2012) se han reportado diferencias entre razas en numerosos trabajos de cruzamientos y se han clasificado según sus atributos como se describe en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Atributos de las principales razas porcícolas (FAO, 2012).

Aptitud	Raza	Atributos			
		Reproducción	Crecimiento	Composición corporal	Calidad de carne
Materna	Landrace	+++	+	+	++
General	Yorkshire	++	++	++	++
	Duroc Jersey	+	+++	++	+++
Terminal	Pietrain	+/-	+	+++	-
	Landrace	-	+	++	-
	Belga				
	Hampshire	-	++	++	-
	Spot Poland	-	++	+	sd

Se han creado nuevas razas más avanzadas con la ayuda de la hibridación. De aquí se parte para crear una raza trilinea o triple cruza. Para ello, se elige un semental F_1 (terminal) y se cruza con una cerda híbrida producto del cruce de macho Yorkshire x hembra Landrace. Este cruzamiento produce mayor vigor híbrido que un simple al aprovecharlo de las hembras híbridas. Con este cruce se busca asociar la capacidad materna de la hembra y la rusticidad y carne del macho, así como la velocidad de crecimiento y ganancia de peso, dependiendo de las razas a emplear (Figura 8). Generalmente el producto es ideal para cerdos destinados a la producción de carne, las hembras de este cruce no se recomiendan como madres (Espinoza y Cataño, 2005; FAO, 2012).



Figura 8. Cerdo raza Trilinea.

Se conoce que los cruzamientos son una forma efectiva de mejorar los parámetros reproductivos. Esta mejora es llamada heterosis o vigor híbrido y es proveniente de un aumento de la heterocigocidad (FAO, 2012).

En granjas de producción, las madres deben ser híbridas compuestas por genes de razas blancas (principalmente la raza Landrace que es la raza materna por excelencia) ya que sus caracteres reproductivos se mejoran, alcanzan más rápido la pubertad, exhiben mayor porcentaje de fertilidad, mayor número de lechones nacidos vivos, menor mortalidad en lactación, mayor producción de leche y mejor habilidad materna, lo que resulta en mayor cantidad de lechones destetados y con mayor peso. Las cruces de Landrace x Yorkshire para cerdas madres son bien adaptables a sistemas de hibridación y posteriormente cruzadas con verracos de aptitud terminal (Figura 9.) brindan buenos resultados de una triple cruce (FAO, 2012; Dienguez y León, 2009).

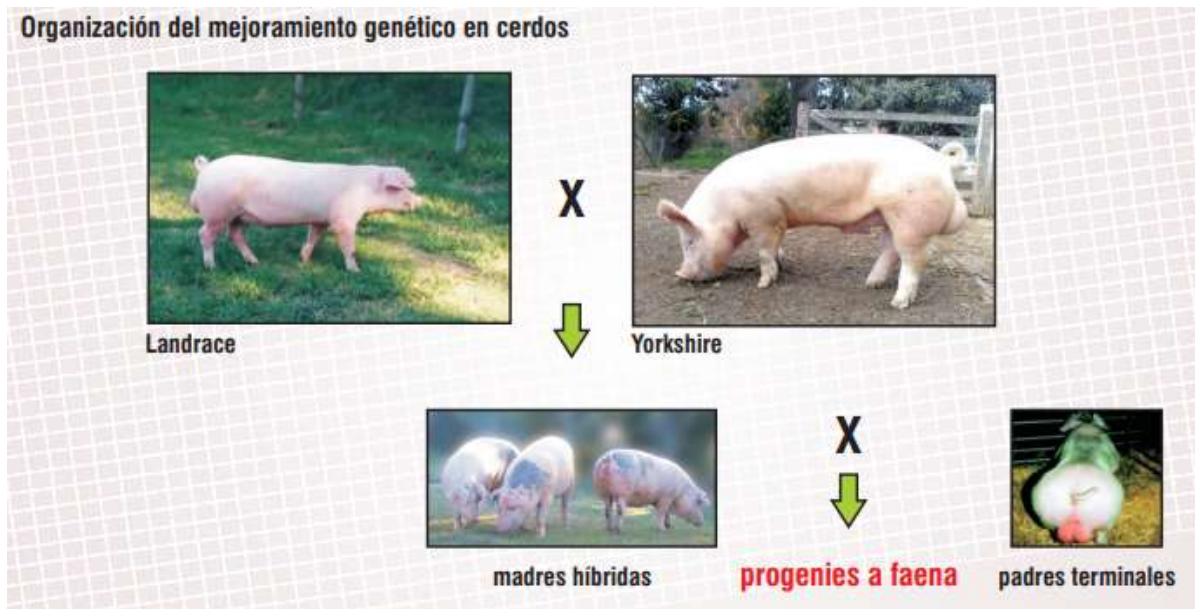


Figura 9. Programa de producción de triple cruza (Dienguez y León, 2009).

Según Espinoza y Cataño (2005), los aspectos a tomar en cuenta en la selección son los siguientes:

- Edad
- Raza
- Salud
- Procedencia
- Conformación
- El número de tetas
- El peso
- Movilidad

2.5. Etapas de los cerdos

2.5.1. Lactancia

INEGI (2020), definió al lechón como la cría de la marrana que no ha sido destetada. Es vital para los lechones recién nacidos comiencen a alimentarse, estos tienen periodos de lactación de uno a tres min. con ciclos de succión de 60 min (Shimada, 2007). Sin embargo, la FAO (2010), afirmó que los lechones recién nacidos son muy

frágiles y en su mayoría no son capaces de encontrar por si solos las tetas de su madre y aquellas que se dejan de succionar en 24 h tienden a perder su capacidad funcional. El calostro es la fuente de alimento y anticuerpos para el lechón, por lo cual debe tener acceso a él desde el momento en que nace, ya que es vital hasta el momento de destetar (Shimada, 2007).

2.5.2. Destete

De acuerdo con Alzina-López *et al.* (2014) el destete se realiza a los 21 días, e INEGI (2020) menciona que esta práctica es común a los 21, 28 y hasta 35 días; sin embargo, Shimada (2007) mencionó que hace unos años el destete era natural a los 56 días; especulando llegar a destetes de 28 o menos días. Con ayuda de sistemas intensivos modernos, una alimentación más completa, mejores condiciones sanitarias, instalaciones y equipo de control ambiental, además de animales genéticamente más aptos, se permite efectuar destetes a los 21 días o menos, y en situaciones altamente tecnificadas hasta en menos de siete días.

FAO (2010), indicó que el destete de los lechones les provoca un estrés crítico por varias razones, la primera es enfrentarse a un nuevo entorno ausentes de su madre y con una nueva alimentación a base del alimento iniciador, la segunda son los trastornos digestivos ya que el cerdo deja de comer y cuando se reincorpora come de manera abundante, esto le puede provocar diarreas, y la tercera es el aumento de peleas entre el grupo. Para disminuir estas consecuencias, es recomendable realizar el traslado en la tarde o noche, ya que la oscuridad tranquiliza a los lechones y los llevará a dormir.

2.5.3. Engorda

INEGI (2020), señaló que es el cerdo cuya edad varía entre las ocho semanas y los cinco o seis meses de edad y de acuerdo con Shimada (2007), esta etapa abarca de los 20 a los 60 kg de peso. En la alimentación se emplea alimento de 14 a 16 % de proteína y 3.2 Mcal EM/kg. Las ganancias diarias de peso van de 600 a 700 g,

mientras que el consumo diario de alimento va de 1.6 a 2.2 kg. El bienestar de los animales es de suma importancia para un punto de vista económico. La buena calidad de carne y los pocos golpes durante la vida del animal es proporcionado por el manejo cuidadoso y tranquilo, para ello se necesitan personas experimentadas y un uso adecuado de instalaciones (Becerril-Herrera *et al.*, 2009). Hughes (1976), definió el bienestar animal como un estado de completa salud, física y mental donde el animal se encuentra en armonía con su ambiente.

2.5.4. Finalización

Esta etapa abarca de los 60 a los 90-100 kg de peso para su posterior venta al mercado y la alimentación humana principalmente. En esta etapa se recomienda que los cerdos deben ser alimentados en forma restringida y además de adicionar algún ingrediente fibroso para evitar que los animales tiendan a obtener una mayor cantidad de grasa, una alternativa es el método de cafetería, en donde los alimentos son ofrecidos por separado y que el animal se alimente a voluntad y satisfaga sus necesidades de forma instintiva (Shimada, 2007).

2.6. Manejo de los lechones

Después de nacer se debe atender al cerdito quitando las mucosidades de la nariz, hocico y de las membranas fetales del cuerpo y activándole la circulación frotándolo vigorosamente. Para evitar muertes por asfixia, se masajean los costados del cuerpo del lechón hasta que su respiración sea normal (Alvarado, 1983). Además, durante el parto se mantiene a los lechones en un lugar cerrado con una fuente de calor hasta que haya nacido el último animal y posteriormente se colocan todos juntos a que mamen el calostro. Durante el mismo día del parto se comienza el registro de cada uno, se anota el peso, el sexo, el número y las características especiales del lechón (Camacho-Ronquillo *et al.*, 2005).

En ocasiones nacen cochinitos muertos o fetos momificados por causas muy diversas como: enanismo, peso desproporcionado de órganos, alteraciones endocrinas y edemas, deformidades esqueléticas, asfixias, muertes accidentales,

problemas hereditarios, etc. (Alvarado, 1983).

Los cerdos son mansos, ellos mismos aceptan la superioridad del hombre y se dejan manejar cuando están acostumbrados a ello después de haber visto con anterioridad a la persona, ya que de no hacerlo se pueden comportar agresivos como respuesta defensiva, así mismo el ruido en exceso, movimientos bruscos y la violencia en exceso, les provoca nerviosismo y estrés. La intranquilidad y chillido de uno inquieta y alarma a los demás. Cabe mencionar que son muy resistentes al dolor, lo que permite efectuar cirugías rápidas (FAO, 2010).

2.6.1. Corte y desinfección de ombligo

El cordón umbilical tiene características de elasticidad y además es débil y cuelga del cuerpo del lechón en una gran extensión, por lo cual se debe realizar el corte utilizando unas tijeras o pinza hemostática a unos tres centímetros de la base, seguido de una desinfección rigurosa con una solución de yodo (2 %), o cualquier otro desinfectante (Alvarado, 1983).

2.6.2. Descolmillado

Alvarado (1983) señaló que los cerdos nacen con ocho colmillos agudos, cuatro en cada maxilar y con ellos pueden lastimar los pezones de la madre cuando lactan y pueden producirle mastitis, además pueden herir a sus hermanos o a la persona encargada del manejo. Por estas razones es necesario despuntar estos colmillos con una pinza previamente desinfectada. Es importante no arrancar, quebrar, ni cortar los colmillos debajo de la encía.

Shimada (2007), mencionó que el descollado se les realiza a los lechones desde el primer día de nacidos, sin embargo un creciente número de productores y técnicos prefieren no realizar esta práctica ya que pueden causar serios problemas patológicos (abscesos, ulceraciones, rinitis) y mejor dejan los colmillos intactos.

2.6.3. Desrabado

Esta actividad se realiza a los lechones al tercer día de haber nacido. Es importante cortar la cola desde su base cuando se presentan mordeduras de ella entre lechones para evitar el canibalismo (Alvarado, 1983). Puede ser cortada con unas tijeras o navaja pero evitando el mayor sangrado posible es recomendable utilizar un machete muy caliente y solo bastará con deslizarlo sobre la parte del rabo a cortar y aplicar algún desinfectante.

2.6.4. Inducción de hierro

El hierro se administra de manera inyectable al tercer día de edad junto con el desrabado y descolmillado para evitar mayor sangrado de los lechones, la dosis es de 2 ml por lechón más un refuerzo de 1 ml a los ocho días de la primera dosis y ambas le proporcionan el hierro suficiente reforzando su sistema inmunológico e infeccioso hasta que comienza a ingerir alimento.

A medida que el glúcido se disuelve, el mineral se libera lentamente, si se liberará en forma repentina sería fatal para el lechón. Su presentación comercial se basa en hierro dextrano, algunas adicionadas con cobre o vitamina B₁₂, pero también puede ser suministrado desde el momento en que los animales se ponen en contacto con tierra, hasta untando una pasta de hierro (sulfato ferroso con agua) en las tetas de la madre (Shimada, 2007).

2.6.5. Castración

Esta actividad se realiza a los 21 días o entre la tercera y cuarta semana de edad solamente a los machos con características inadecuadas para reproducción y con destino al mercado (Alvarado, 1982). De acuerdo con Alvarado (1983), la realización de esta actividad evita la transmisión de olor sexual a la carne y por su puesto los problemas de comercialización por este suceso. También permite una mayor facilidad en el manejo de los animales por su mayor docilidad y una crianza más conjunta con las hembras. La realización de la extracción de testículos se debe hacer con un bisturí, cuchillo o navaja de afeitar bien desinfectados y ya realizada la

extracción se procede a desinfectar la zona con una solución de Yodo al 2 %.

2.6.6. Identificación de los animales

Un buen manejo dentro de la granja implica tener bien identificados a cada uno de los animales que la integran para mantener los registros de salud y rastreos de los cerdos. La identificación es una actividad que se realiza durante la primera semana de vida de los cerdos para disminuir el estrés y el riesgo de infecciones (SENASICA, 2004). Camacho-Ronquillo *et al.* (2005) mencionaron que para identificar a los lechones es necesario marcarlos por medio de tatuajes, aretes o muescas.

2.7. Manejo e instalaciones

En México la industria porcina se ramifica en tres sistemas o modos de producción los cuales son: sistema tecnificado, semitecnificado y familiares o de traspatio (Montero-López *et al.*, 2015).

2.7.1. Sistemas tecnificados

El manejo de cerdos industrializado o tecnificado aplica los avances tecnológicos, de manejo, nutrición, sanitarios y genéticos; entre estos se encuentra un control restringido de animales y personal así como las medidas de sanidad; pisos de rejilla y un manejo preestablecido por día; son utilizados los registros en cada área y software computacionales para analizar y organizar la información obtenida dentro de la granja; se lleva a cabo la inseminación artificial al 100 % como método reproductivo. La alimentación se basa en dietas balanceadas en los diferentes estadios fisiológicos preparados dentro de la misma granja y son proporcionados de forma automatizada (Montero-López *et al.*, 2015). El manejo es preventivo y se utilizan como reproductores líneas genéticas mejoradas de un solo origen dependiendo del fin zootécnico. Este tipo de sistema abarca del 40 al 50 % del inventario nacional y produce el 75 % de la producción nacional de carne de cerdo (Trujillo y Martínez, 2012).

Este tipo de granjas tiene como objetivo atender la demanda del mercado de alimentos bajos en grasa y produce carne de calidad ya que sus prácticas son eficientes y disminuyen riesgos para la salud animal y humana; todo esto brinda al consumidor una mayor confianza y un bienestar animal (SAGARPA, 2012).

2.7.2. Sistemas semitecnificados

Este tipo de sistema trata de imitar las condiciones de uno tecnificado, pero con recursos económicos limitados y sin desarrollarlos por completo como se realizaría en sistemas intensivos. Las medidas sanitarias varían, el tipo genético en los animales es diverso así como su origen, el control en la producción es cuestionable y la aplicación de inseminación artificial es variable. La alimentación animal consiste en una dieta balanceada a veces realizada en la misma granja y otras veces comprada. El alimento es ofrecido de manera manual o con sistemas semiautomatizado. Este tipo de explotación porcina tiene un porcentaje de distribución nacional aproximado a un 20 % con tendencia a reducirse (Trujillo y Martínez, 2012).

El sistema semitecnificado y el tecnificado generan un impacto ambiental negativo ya que producen gases nocivos con efecto invernadero y un inadecuado manejo de excretas al desecharlas sin ningún tipo de tratamiento previo a los drenajes o cuerpos de agua (DGPCA, 2010). Además genera desconcierto por la gran concentración de cabezas en espacios reducidos lo cual provoca la falta de bienestar animal. Aunado a esto se agrega el encarecimiento de los granos para la alimentación animal debido a su utilización en la producción de biocombustibles (Montero-López *et al.*, 2015).

2.7.3. Sistemas familiares o de traspatio

De acuerdo con Montero-López *et al.*, (2015), este tipo de sistema es determinado a partir del número de animales y se caracteriza por ser aquellas granjas que tienen entre una y 50 reproductoras o con un máximo de 192 animales como se muestra en el Cuadro 2. Cuentan con un 30 % de la distribución nacional y es una actividad porcícola en ocasiones de subsistencia o de ahorro pero en su mayoría es un

negocio que puede considerarse una empresa a pequeña escala. Se llega a contar de uno a 300 cerdos y es manejada en muchos casos por mujeres y niños (porcicultura familiar) (Martínez, 2002; Ramírez y Alonso, 2010). Los animales que priorizan en este tipo de granja son los cerdos en crecimiento y engorda seguido por las reproductoras, lechones y sementales, la calidad genética es baja lo cual provoca producir carne en menor cantidad de nutrimentos. Su sistema de alimentación es basado en el uso de alimentos balanceado, esquilmos y desperdicios de las casas o industrias alimenticias (Rivera *et al.*, 2007; Mota *et al.*, 2001). El principal problema que se enfrenta este tipo de sistema es la falta de acceso a tecnologías adecuadas ya que no es sostenible financieramente (Losada, 2011).

Cuadro 2. Estructura de la piara promedio en diferentes tipos de granjas porcinas del estado de Guanajuato (Puente, 2014).

Tipo de animal	Tipo de granja		
	Pequeñas	Medianas	Grandes
Total de cerdos	192	475	4420
Total de reproductoras	31	311	550
Lechones	56	48	1375
Cerdos en crecimiento	46	8	1250
Cerdos en desarrollo	19	10	0
Cerdos en finalización	36	93	1240
Sementales	3	6	5

2.8. Enfermedades de los cerdos

Camacho-Ronquillo *et al.* (2005) indicaron las siguientes enfermedades que son las que comúnmente atacan a los cerdos:

- Desinteria porcina
- Enteritis hemorrágica necrótica
- Colienterotoxemia
- Colibacilosis
- Erisipela porcina o mal rojo

- Salmonelosis
- Peste porcina clásica
- Brucelosis
- Leptospirosis
- Parvovirus
- Enfermedad de Aujeszky o pseudorrabia
- Síndrome mastitis-metritis-agalactia
- Síndrome de hipoglicemia
- Rinitis atrófica
- Síndrome reproductivo-respiratorio porcino o Síndrome Respiratorio de Infertilidad Porcina.

2.9. Genética y reproducción de los cerdos

La FAO (2010), mencionó que la duración del celo se estima en dos días. La etapa de gestación de los cerdos tiene una duración aproximada entre 114 a 115 días (tres meses, tres semanas y tres días), las hembras seleccionadas deben tener de 8 a 14 mamas lactando a los cerditos entre seis semanas hasta dos meses. A los dos años se pueden criar tres generaciones.

Para una buena producción porcina se tiene un requisito que es conocer al cerdo, sus tipos y razas; así como su anatomía externa e interna. La productividad de una granja depende de la calidad de sus pies de cría, de ahí la importancia de realizar una adecuada selección genética de los mismos (Camacho-Ronquillo *et al.*, 2005). Alvarado (1982), mencionó que durante el periodo de gestación existe un inminente incremento de peso en la cerda que va desde los 25 a los 40 kilogramos. Camacho-Ronquillo *et al.* (2005) señaló las principales razas de cerdos mejoradas y son:

- Hampshire
- Landrace
- Duroc-Jersey
- Yorkshire

2.10. Requerimientos nutrimentales

La cantidad de cada nutriente requerido por el cerdo está determinada por el genotipo, sexo y etapa de su vida productiva (SENASICA, 2004), así como se muestra en el Cuadro 3. El consumo precoz de alimento (en teoría desde los 7 a los 10 días de edad) es necesario para los lechones, ya que cuando la producción de leche en la madre comience a disminuir, lo faltante sea cubierto con el preiniciador. Este debe tener un 20 % de proteína, 3.4 Mcal de EM/kg, y debe estar formado por subproductos lácteos, aislado de proteína de soya, plasma sanguíneo deshidratado y sangre (Shimada, 2007).

Cuadro 3. Requerimientos nutritivos de cerdos en crecimiento (cantidades diarias por animal) (Shimada, 2007).

Peso, kg	1-5	5-10	10-20	20-50	50-110
Ganancia diaria, g	200	250	450	700	820
Consumo diario, g	250	460	950	1900	3110
Conversión	1.25	1.84	2.11	2.71	13.79
Nutrimentos		Requerimientos			
Energía digestible, kcal	850	1560	3230	6460	10 570
Energía metabolizable, kcal	805	1490	3090	6200	10 185
Proteína cruda, g	60	92	171	285	404
Aminoácidos, g					
Arginina	1.5	2.3	3.8	4.8	3.1
Fenilalanina más tirosina	2.8	4.3	7.3	12.5	17.1
Histidina	0.9	1.4	2.4	4.2	5.6
Isoleucina	1.9	3.0	5.0	8.7	11.8
Leucina	2.5	3.9	6.6	11.4	15.6
Lisina	3.5	5.3	9.0	14.3	18.7
Metionina más cistina	1.7	2.7	4.6	7.8	10.6
Treonina	2.0	3.1	5.3	9.1	12.4
Triptófano	0.5	0.8	1.3	2.3	3.1

Valina	2.0	3.1	5.3	9.1	12.4
Ácido linoleico, g	0.3	0.5	1.0	1.9	3.1
Calcio, g	2.2	3.7	6.6	11.4	15.6
Fosforo total, g	1.8	3.0	5.7	9.5	12.4
Fosforo disponible, g	1.4	1.8	3.0	4.4	4.7
Magnesio, g	0.1	0.2	0.4	0.8	1.2
Cloro, g	0.2	0.4	0.8	1.5	2.5
Potasio, g	0.8	1.3	2.5	4.4	5.3
Sodio, g	0.2	0.5	1.0	1.9	3.1
Cobre, mg	1.5	2.76	4.75	7.6	9.33
Fierro, mg	25	46	76	114	124
Manganeso, g	1.00	1.84	2.85	3.80	6.22
Selenio, mg	0.08	0.14	0.24	0.28	0.31
Yodo, mg	0.04	0.06	0.13	0.27	0.44
Zinc, mg	25	46	76	114	155
Vitamina A, UI	550	1012	1662	2470	4043
Vitamina D, UI	55	101	190	285	466
Vitamina E, UI	4	7	10	21	34
Vitamina K (menadiona), mg	0.02	0.02	0.05	0.10	0.16
Ácido pantoténico, mg	3.00	4.60	8.55	15.20	21.77
Biotina, mg	0.02	0.02	0.05	0.10	0.16
Colina, g	0.15	0.23	0.38	0.57	0.93
Folacina, mg	0.08	0.14	0.28	0.57	0.93
Niacina disponible, mg	5.00	6.90	11.88	19.00	21.77
Riboflavina, mg	1.00	1.61	2.85	4.75	6.22
Tiamina, mg	0.38	0.46	0.95	1.90	3.11
Vitamina B6, mg	0.50	0.69	1.42	1.90	3.11
Vitamina B12, µg	5.00	8.05	14.25	19.00	15.55

2.11. Alimentación porcina

La adecuada ración diaria de alimento es esencial para una buena salud y producción del ganado porcino, se debe proveer una cantidad adecuada de nutrimentos para la obtención de una buena ganancia de peso diaria. La alimentación balanceada debe ser la apropiada en calidad y cantidad para que el animal satisfaga sus requerimientos nutrimentales de energía, proteína, minerales, vitaminas y agua (SENASICA, 2004). Cada error en el cálculo de raciones y toda falta de exactitud en la apreciación de las necesidades contribuyen con el tiempo a limitar la productividad de los animales (Camacho-Ronquillo *et al.*, 2005). La formulación adecuada del alimento balanceado se recomienda que debe ser realizada por un nutriólogo con experiencia y se puede realizar mediante los siguientes métodos:

- Prueba y error.
- Ecuaciones simultaneas.
- Cuadrado de Pearson.

2.12. Utilización de cerdos en sistemas agroforestales

De acuerdo con Nair (1993), los sistemas agroforestales son una forma de uso de los recursos naturales, en donde las técnicas de manejo asocian a las especies forestales y/o frutícolas con cultivos agrícolas o con animales en una parcela obteniendo beneficios por su combinación. Jiménez y Muschler (1999), mencionaron que los sistemas agroforestales presentan los siguientes atributos:

- Entradas.
- Salidas.
- Componentes.
- Interacciones.
- Límites.
- Jerarquía.

Dentro de estos sistemas se encuentran los huertos familiares que son de tipo agrosilvopastoril, caracterizados por integrar especies agrícolas, forestales, frutales y animales en una misma superficie (Iglesias, 1999). Los animales que se encuentran en los huertos son cabras, ovejas y vacas (Garzón, 2018); pero principalmente se utilizan gallinas criollas y cerdos, ya que se crían a libre acceso y pueden ser alimentados con residuos de cosechas, rastrojo o maíz (Tintaya, 2015); y se obtienen ingresos en el momento de vender huevos y cerdos en pie. Además este tipo de sistemas resulta importante en la alimentación de los agricultores y la economía familiar (Beccar, 2004). No obstante, estas dos especies son altas eficientes en la transformación de los granos en carne, en consecuencia aumenta la presencia de estos en el mercado a un precio razonable, así como las exportaciones por ser mayores productores. Esta transformación genera un valor agregado y mano de obra, así como, empleo (Braun y Cervellini, 2010). Para llevar un mejor control se evalúa el costo/beneficio en cada uno de los sistemas tal y como hace mención Tintaya (2015).

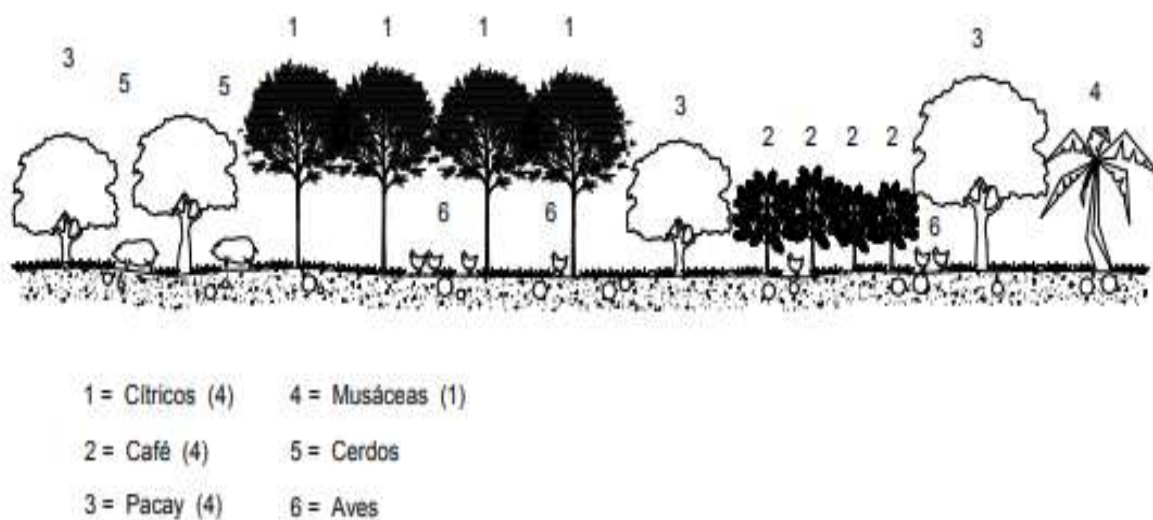


Figura 10. Ejemplo de SAF con cerdos. Árboles de sombra para animales menores (Beccar, 2004).

Durante la década de los setentas era viable utilizar altas cantidades de melaza-urea en las dietas de engorde de ganado (Preston y Willis, 1974), esto cambió cuando se comenzó a utilizar el forraje, en especial *Leucaena leucocephala* aumentando niveles de proteína y fibra (Meyreles *et al.*, 1982), pero sugiriendo que se expusiera al sol para evitar el efecto negativo en el comportamiento de los cerdos causado por la mimosina (Ly, 2004).

La calidad de dietas utilizadas en la alimentación animal puede mejorar su calidad con la utilización del follaje de numerosas especies de árboles y arbustos, incrementando la producción de leche y ganancias de peso, duplicando o triplicando el uso de los pastos en el contenido de proteína cruda, y en varios casos, el contenido energético incluso siendo comparado con el concentrado de productos comerciales (Benavides, 1998).

Además en época de sequía, los árboles superan a los pastos en la producción de forraje. De este modo, el ensilaje se vuelve importante y una especie que tiene buenos resultados en dietas de cerdos es la Yuca, sus hojas ensiladas son bien consumidas y la materia seca es de alta digestibilidad, también su raíz puede ser bien combinada con el jugo de la caña de azúcar en dietas casi libres de N (Preston *et al.*, 1998), esta última puede sustituir al uso de cereales en la realización de dietas para cerdos a partir de los 25 kg (González y González, 2004).

El valor nutritivo y la composición química del follaje de árboles tropicales resaltan en su utilización en dietas para cerdos, pero ha sido más enfocado para animales ruminantes como fuente proteica (Gómez *et al.*, 1997). Sin embargo, una especie bien utilizada en especies monogástricas es la morera (*Morus alba L.*), árbol no leguminoso con buena productividad, bajo nivel de factores antinutrientales, excelente valor bromatológico, y adaptación a cortes frecuentes, siendo muy útil como fuente alimenticia (Ly, 2004; Sánchez, 2002). En general, dentro de un sistema integrado los árboles forrajeros y leguminosos, así como plantas acuáticas

son suministrados como suplemento proteico para ganado, ovejas, cabras, cerdos y otras especies animales (Burnley y Speddy, 1999). Y además protegen del viento, las lluvias y ayudan a la conservación de suelos, flora y fauna (Garzón, 2018).

Por otro lado, Barkin *et al.* (2004), informaron que utilizar desechos del fruto de aguacate en la alimentación de cerdos produce un bajo contenido de grasas en la carne, ya que el aguacate reduce el colesterol en humanos y cerdos.

Además en la producción de cerdos ibéricos, la alimentación se basa en bellotas (complementadas con algunos pastos) ya que contienen hasta un 60 % de materia seca con una elevada concentración de ácido oleico, que posteriormente se refleja en la composición de los ácidos grasos de la carne (Ruiz, 1993; Rey *et al.*, 1997). La grasa del cerdo ibérico se caracteriza por su alto contenido en ácido oleico (55%) en relación a los cerdos alimentados con dietas de pienso (49%). esto se refleja en el aroma que presenta el jamón por la incidencia de la alimentación sobre la instauración de la grasa intramuscular del jamón. Los jamones de bellota y recebo son más ricos en los aldehidos acetaldehido y pentanal (Melgar *et al.*, 1991). Esta actividad se originó desde tiempos inmemorables ya que la península ibérica se encuentra poblada por bosques de encinos (*Quercus ilex*) (López *et al.*, 1999).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

El presente experimento se realizó en una granja porcina denominada “Rancho escondido” ubicada en Tamuanco, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla, México (Figura 11). Localizado a 19° 49' de LN y 97° 48' de LO; con una altitud de 1700 m. El clima es templado húmedo (clasificación Cww), con una temperatura media anual entre 18 °C, precipitación de 1200 mm anuales con abundantes lluvias en verano (54 %) (INEGI, 2009).

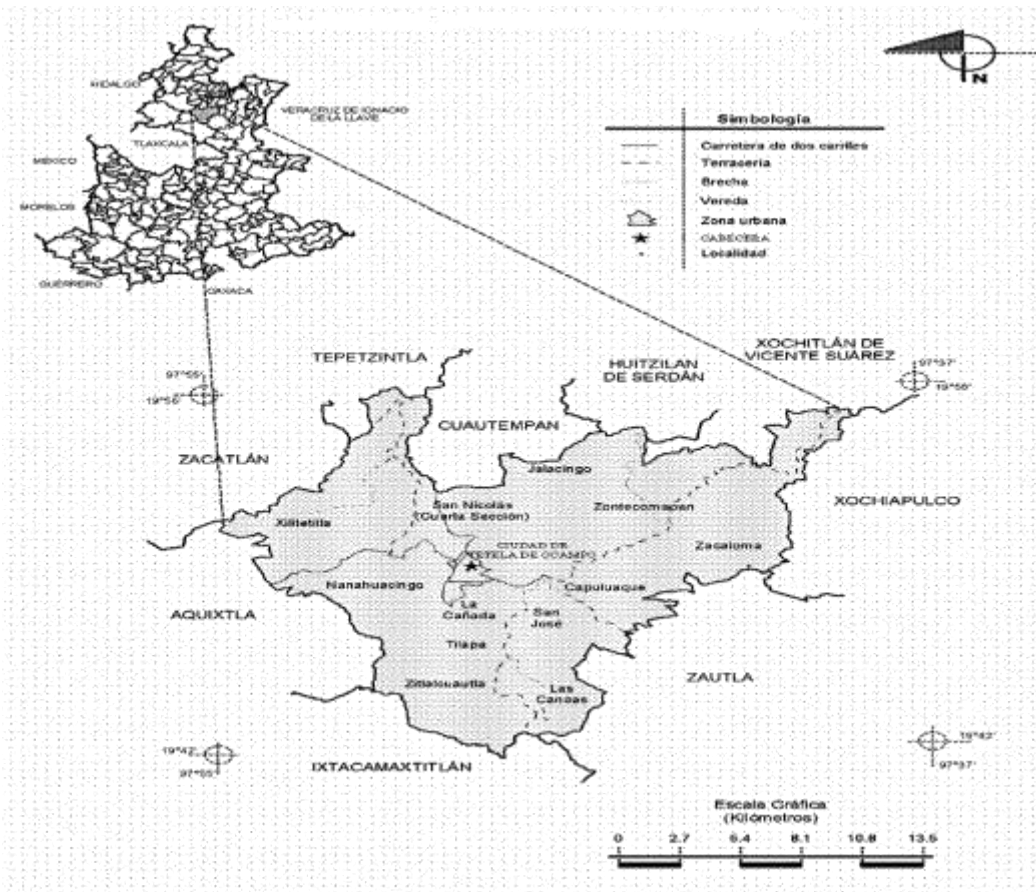


Figura 11. Ubicación geográfica del municipio de Tetela de Ocampo, Puebla (INEGI, 2014).

3.2. Infraestructura de la granja

La granja abarca dimensiones de 110 m de largo y 45 m de ancho cubriendo un área de 4950 m². Cuenta con 10 corrales de distintas medidas, cinco de ellos abarcan 9 m² cada uno, otros tres de 4 m² cada uno y los últimos dos de 15 m², además de una nave con dimensiones de 15 m de largo por 5 m de ancho y un pasillo general (Figura 12). También se cuenta con un terreno de siembra y un espacio especial para llevar a cabo el manejo de compostaje de las heces producidas por los animales y al término se aplica como abono para los cultivos. Además existe una bodega de almacenamiento de alimento y utensilios de la granja como herramientas y medicamentos.



Figura 12. Instalaciones de la granja porcina en la comunidad de Tamuanco, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla.

Cada corral está construido con paredes de block, pisos de cemento, techos de lámina galvanizada y puertas de metal, además cuentan con comederos,

lechonceros y sistema de agua en la que los animales tienen libre acceso mediante chupones ubicados en cada corral. Dentro de la nave hay 20 jaulas de metal y cada una cuenta con su comedero y chupón para mantener alimentado e hidratado a cada cerdo que se ubique en ella.

Las herramientas con que se cuenta en la granja son principalmente las necesarias para llevar a cabo un manejo adecuado de cerdos. Se tienen utensilios de limpieza como palas, azadones, escobas, y equipo de sanitización, también el equipo para manejo porcino como pinzas, descolmillador, desrabador, focos que brindan calor a los lechones recién nacidos, jeringas, medicamento, pipeta para inseminación artificial, entre otros, también equipo de higiene y protección para el personal como guantes, cubre bocas, jabón y botiquín de primeros auxilios.

3.3. Animales que componen la granja

Los animales que componen la granja “Rancho Escondido” así como sus características se describen en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Animales que componen la granja “Rancho escondido”.

Ocupación del animal	Edad	Raza	Vida productiva (al momento)	Color
Semental	10 meses	Chester Whitte	Tres meses	Blanco
Semental	Dos años	Pietrain	15 meses	Rojizo con manchas negras
Hembra en producción	Un año	Landrace	Cuatro meses	Blanco
Hembra en producción	Un año	Landrace	Cuatro meses	Blanco
Hembra en producción	Un año	Landrace	Cuatro meses	Blanco
Hembra en producción	Dos años	Landrace	15 meses	Blanco
Hembra en producción	Un año	Landrace	Cuatro meses	Blanco
Hembra en producción	Un año y medio	Landrace	10 meses	Blanco
Hembra en producción	Un año	Híbrida (L x Y)	Cuatro meses	Blanco
Hembra en producción	Siete meses	Híbrida (L x Y)	Un mes	Blanco
Hembra en producción	Un año	Híbrida (L x Y)	Cuatro meses	Blanco
Hembra en producción	Un año y medio	Híbrida (L x Y)	10 meses	Blanco
Hembra en producción	10 meses	Híbrida (L x Y)	Tres meses	Blanco
Hembra en producción	Ocho meses	Híbrida (L x Y)	Un mes	Blanco
Hembra en producción	Un año	Yorkshire	Cuatro meses	Blanco

producción				
Hembra en producción	Dos años	Yorkshire	15 meses	Blanco
Hembra en producción	Dos años	Yorkshire	15 meses	Blanco
Hembra en producción	Dos años	Yorkshire	15 meses	Blanco
Hembra en producción	Un año y medio	Yorkshire	10 meses	Blanco
Hembra en producción	10 meses	Yorkshire	Tres meses	Blanco
Hembra en producción	Dos años	Pietrain	15 meses	Rojizo con manchas negras
Hembra en producción	Ocho meses	Pietrain	Un mes	Rojizo con manchas negras
Hembra en producción	un año y medio	Pietrain	10 meses	Rojizo con manchas negras
Hembra en producción	un año	Pietrain	Cuatro meses	Rojizo con manchas negras
Hembra en producción	nueve meses	Pietrain	Dos meses	Rojizo con manchas negras
Hembra en producción	un año	Pietrain	Cuatro meses	Rojizo con manchas negras
Hembra de reemplazo	Cuatro meses	Pietrain	Próxima a cubrirse	Rojizo con manchas negras
Hembra de reemplazo	Cuatro meses	Pietrain	Próxima a cubrirse	Rojizo con manchas negras
Hembra de reemplazo	Cuatro meses	Pietrain	Próxima a cubrirse	Rojizo con manchas negras
Lechones	Un mes	Cruzas		Blanco con manchas negras

3.4. Tratamientos

Los tratamientos evaluados correspondientes a las razas se describen en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Cruzas de cerdos evaluadas, Rancho Escondido, Tetela de Ocampo, Puebla.

Tratamientos	Cruza	Repeticiones
T ₁	Pietrain x Pietrain	6
T ₂	Pietrain x Landrace	6
T ₃	Pietrain x Yorkshire	6
T ₄	Pietrain x Landrace-Yorkshire (Trilinea) ^a	6

^a La producción de lechones raza Trilinea (Tres razas) proviene del cruzamiento de un semental (Pietrain) con una cerda híbrida, es decir de dos razas (Landrace-Yorkshire).

3.5. Variables de respuesta

3.5.1. Lechones nacidos vivos (LNV)

Se realizó el conteo inmediato de cada uno de los lechones nacidos con vida en el parto en cada cruce de razas durante un periodo de 24 h de observación. Se evaluó un total de 24 partos (seis de cada cruzamiento de razas).

3.5.2. Lechones destetados (LD)

Se realizó mediante un conteo de cerdos por camada al realizar el destete. Este se realiza siempre y cuando el cerdito acepte la nueva alimentación y no requiera la lactancia de la madre para que esta sea separada de la camada e incorporarla al proceso de recuperación para una nueva gestación. En esta ocasión se realizó a los 30 días de edad en promedio.

3.5.3. Peso al nacer (PN)

Es un factor de suma importancia durante la supervivencia de los lechones, ya que un peso bajo (<0.8 kg) los compromete a riesgos fisiológicos. Éste se evaluó pesando a cada uno de los lechones de las diferentes camadas inmediatamente después de nacer (cerciorándose de que estén con vida) en una báscula mecánica con cucharón.

3.5.4. Peso al destete (PD)

Es un componente importante en la eficiencia biológica y económica en la producción porcina ya que se necesita producir una mayor cantidad de carne, de alta calidad y al menor costo de producción posible. Para ello se registró el peso de cada uno de los cerditos recién destetados en una báscula tipo romana.

3.5.5. Cantidad de machos y hembras (CMH)

Se realizó mediante la revisión de los genitales de cada uno de los lechones para determinar el sexo de estos. Es de suma importancia conocer el tipo de sexo ya que la ganancia de peso suele diferenciar y a todos los machos se les debe realizar la castración si la finalidad es la venta al mercado.

3.5.6. Intervalo destete-concepción en cerdas (IDC)

Esta variable se aplicó a las cerdas y consistió en contabilizar los días que pasan desde el momento en que se desteta la camada y la cerda es llevada al proceso de recuperación hasta el momento en que esta queda en periodo de gestación nuevamente, previo a esta etapa la cerda presenta el celo y es cuando se realiza la inseminación o la monta natural, para esto debe ser llevada con el semental para llevar a cabo el proceso y este se encargue de preñarla y se maneje una nueva concepción (preferentemente al segundo día en que presenta celo).

3.5.7. Intervalo entre partos (IEP)

Se midió mediante un conteo de tiempo transcurrido entre un parto y otro, para ello se tomó en cuenta el periodo de lactancia, el periodo de recuperación, el periodo de

celo que presenta la cerda y el periodo de la nueva gestación.

3.5.8. Vida productiva de las cerdas (VPC)

Para llevar a cabo la medición de esta variable, dependió de varios factores para determinar la vida productiva de una cerda. Primero se toma en cuenta el adecuado manejo que se les brinde a las cerdas, así mismo que las instalaciones en que se encuentra sean adecuadas y la efectividad de la cerda en cada parto (ya que en algunas les es más difícil que a otras y en este proceso pueden llegar a perder sus crías). Del mismo modo que no tiendan a perder demasiado peso para que el periodo de recuperación sea corto y que no tiendan a enfermarse constantemente. Esta variable fue medida contabilizando el tiempo transcurrido desde su primer parto hasta el último, esto se dispone cuando el productor se da cuenta que la cerda está perdiendo efectividad, y esta decisión está determinada por el número de lechones destetados que va obteniendo en cada parto, así como la edad y su efectividad. También puede ser medido por el número de lechones obtenido en toda su vida productiva.

3.5.9. Relación costo-beneficio en la venta de los lechones recién destetados

Este indicador mide la cantidad de los flujos netos de efectivo que se obtienen después de recuperar la tasa de interés exigida en el proyecto de inversión. Cuando los flujos de efectivo exceden el monto de inversión representan la ganancia adicional en % de la inversión actualizada; en cambio si los flujos de efectivo actualizados son menores que los montos de la inversión muestran en porcentaje el faltante de inversión por recuperar. Entonces para determinar la rentabilidad de la granja, se llevó a cabo un control financiero de todos los gastos de inversión y manejo para obtener el valor presente neto y posteriormente el beneficio-costos para obtener la suma de gastos de inversión y evaluar si es menor a los ingresos en la venta de lechones y cerdos engordados con el fin de obtener ganancias.

3.6. Diseño experimental

El diseño experimental es de bloques al azar con 4 tratamientos y 6 repeticiones.

El modelo en el cual se basa el análisis nos dice que una observación es el efecto de una media general (μ), de un tratamiento particular (τ_i), de una repetición dada o bloque (ρ_i) y finalmente del azar (ϵ_{ij}). Esto se expresa en forma de ecuación:

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \rho_i + \epsilon_{ij}$$

El acomodo del diseño experimental de bloques al azar se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Acomodo de las cerdas en el diseño experimental.

Tratamientos	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Bloque 5	Bloque 6
P x P	Cerda 5	Cerda 3	Cerda 6	Cerda 2	Cerda 4	Cerda 1
P x L	Cerda 2	Cerda 4	Cerda 5	Cerda 6	Cerda 1	Cerda 3
P x Y	Cerda 3	Cerda 6	Cerda 4	Cerda 1	Cerda 5	Cerda 2
P x L-Y	Cerda 4	Cerda 1	Cerda 2	Cerda 5	Cerda 3	Cerda 6

3.7. Análisis estadístico

Se usarán análisis de varianza (ANOVAS), con pruebas de comparación de medias por el método de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) para encontrar diferencias significativas entre tratamientos. Se trabajará con Excel, así como con las estadísticas básicas del software Minitab 18.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Lechones nacidos vivos, destetados, peso al nacer y peso al destete, obtenidos en la cruce de razas Pietrain con Pietrain, Landrace, Yorkshire y Trilinea

En la evaluación de lechones nacidos vivos (LNV), las cruzas con los mejores resultados fue Pietrain con la raza híbrida obteniendo lechones Trilinea así como las cruzas entre razas Pietrain puras. Por el contrario, las cruzas con resultados mayormente desfavorables fue Pietrain con Yorkshire como se puede observar en la Figura 13.

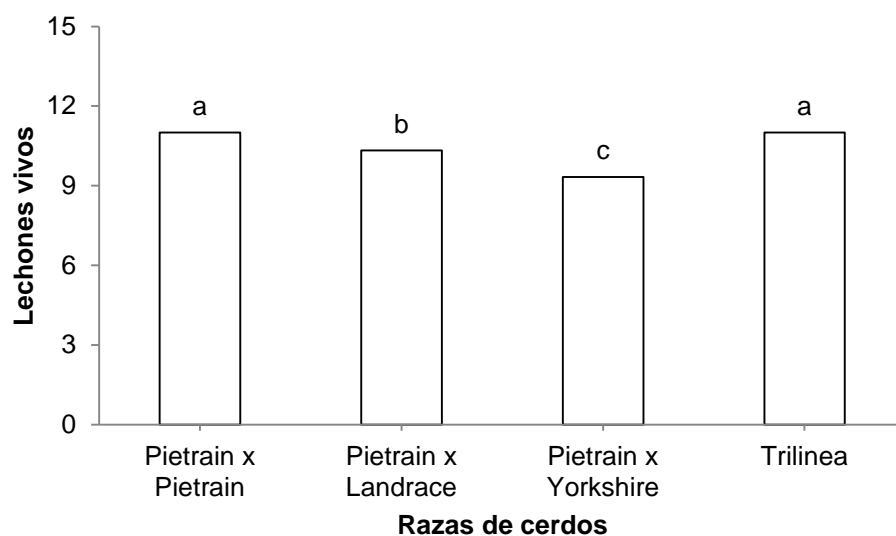


Figura 13. Número de lechones nacidos vivos, en diferentes razas de cerdo, en Tamuanco, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla. Promedio de tres partos por año.

En la evaluación de la variable LNV, las cruzas entre Pietrain y la raza híbrida, así como las cruzas entre razas Pietrain puras proporcionan los mejores resultados hasta con 11 LNV (Figura 14), seguida de las cruzas de razas Pietrain con Landrace (10.33 LNV) y por último Pietrain con Yorkshire (9.33 LNV), siendo los primeros tres cruces superiores a los obtenidos por Gómez *et al.* (2009) que

obtuvieron una cantidad de 9.42 ± 0.02 LNV y a los obtenidos por Dieguez y León (2009) que registraron 9.8 LNV en razas Yorkshire y 9.3 LNV en Landrace.

Lo anterior sugiere una diferencia significativa entre tratamientos ($\alpha \leq 0.05$) en esta variable registrando a los cruces para producir cerdos Trilinea y cerdos Pietrain puros con los mejores resultados en número de lechones nacidos vivos. Se asume que las diferencias se deben al diferente manejo aplicado, a la zona (clima) y a la alimentación.



Figura 14. Lechones nacidos vivos en razas Pietrain puras y Trilinea.

En cuanto a la evaluación de lechones destetados (LD), las cruzas con los mejores resultados es Pietrain con la raza híbrida obteniendo lechones Trilinea. Por el contrario, las cruzas con resultados mayormente desfavorables fueron Pietrain con Yorkshire (Figura 15).

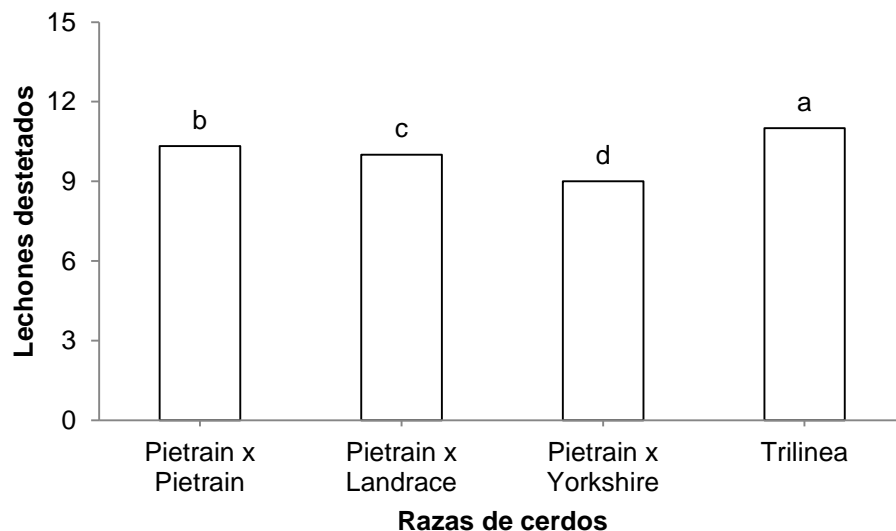


Figura 15. Número de lechones destetados a los 30 días, en diferentes razas de cerdo, en Tamuanco, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla. Promedio de tres partos por año.

En la producción de LD, los lechones Trilinea son los que obtuvieron los mejores resultados (11 LD) (Figura 16), seguidos por los cruces de Pietrain puros (10.33 LD) y Pietrain con Landrace (10 LD), por último las cruces entre Pietrain con Yorkshire (9 LD). Esto concuerda con los estudios reportados por Alzina-López *et al.* (2014) quienes obtuvieron de 9 a 10 LD por parto, lo cual es ideal para la producción porcina actual, también fue similar a lo obtenido por Fernandes *et al.* (2008), quienes obtuvieron una cantidad de 9.73 ± 2.51 LD y superior a lo obtenido por Alves *et al.* (2010) que obtuvieron una cantidad de 8.18 ± 2.42 LD.

Existió diferencia significativa entre tratamientos ($\alpha \leq 0.05$), en la producción de lechones Trilinea, siendo este el mejor cruce para obtener una mayor cantidad de lechones destetados.



Figura 16. Lechones destetados raza Trilinea.

En la evaluación del peso al nacer (PN), las cruzas con los mejores resultados fue Pietrain con Landrace. Por el contrario, los cruces con resultados menos favorables para esta variable resultó de la combinación Pietrain con Yorkshire (Figura 17).

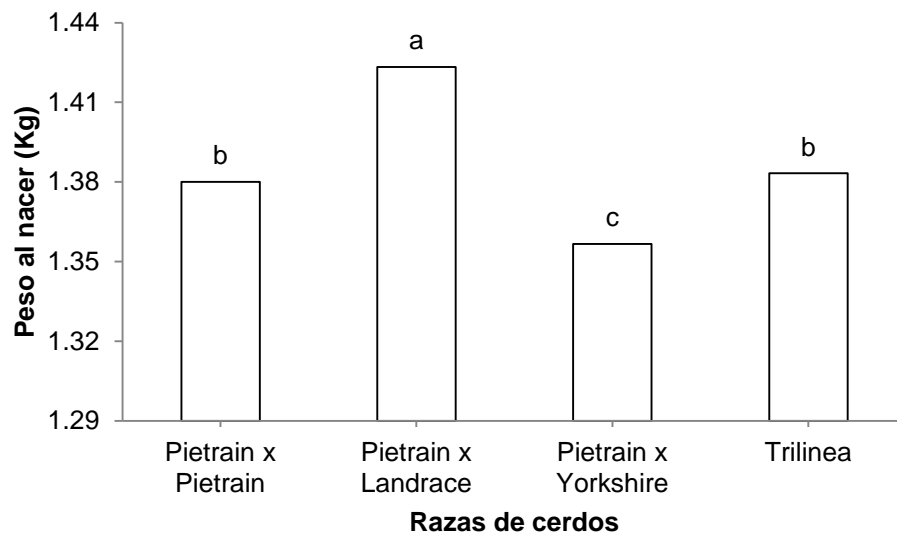


Figura 17. Peso al nacer en diferentes razas de cerdo, en Tamuanco, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla. Promedio de tres partos por año.

En las cruces de la raza Pietrain con cada una de las cuatro razas evaluadas, la raza Landrace fue la que registró un mejor resultado de PN (1.42 Kg), como se ilustra en la Figura 18, respecto a los 1.38 Kg obtenidos por la misma raza Pietrain y la Trilinea y por último los 1.36 Kg obtenidos por las cruces de razas entre Pietrain y Yorkshire. Estos resultados fueron ligeramente superiores a los obtenidos en Francia por Canario *et al.* (2009), quienes registraron una media de PN de 1.33 kg, pero tienen similitud a los obtenidos por Alvarado (1982) quien obtuvo un PN de 1.3 a 1.5 kg. Mientras que Fernández *et al.* (2008), obtuvieron un PN en lechones de raza Landrace de 1.53 ± 0.23 Kg siendo superiores a los evaluados en este trabajo en condiciones de traspatio con una mediana tecnificación. Existió diferencia estadística ($\alpha \leq 0.05$) entre tratamientos, siendo las cruces de Pietrain con Landrace las que mejores pesos registrados al nacimiento ofrecieron.



Figura 18. Peso al nacer del cruce de razas Pietrain y Landrace.

En la evaluación de peso al destete (PD), los cruces con los mejores resultados fueron Pietrain con la raza híbrida obteniendo lechones Trilinea. Esto debido a que es una raza mejorada, utilizando las de mejores características para pie de cría y una mejor producción de carne. Por el contrario, las cruces con resultados

desfavorables fueron las de raza pura Pietrain (Figura 19).

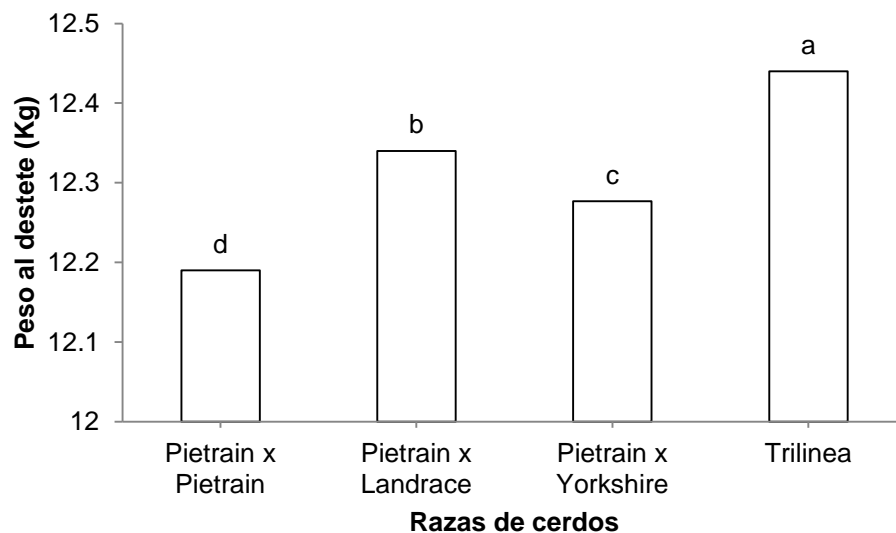


Figura 19. Peso al destete a los 30 días, en diferentes razas de cerdo, en Tamuanco, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla. Promedio de tres partos por año.

El índice mayor de PD fue obtenido por la raza Trilinea con una media de (12.44 kg) como se ilustra en la Figura 20, el segundo lugar lo obtuvieron las cruzas entre Pietrain y Landrace (12.34 kg), después lo registrado por las cruzas entre Pietrain y Yorkshire (12.28 kg) y por último lo obtenido por los cruces de Pietrain puro (12.19 kg). Estos resultados son superiores a los registrados por Quintero *et al.* (1995) que obtuvieron un PD en razas Yorkshire y Landrace de 7.68 ± 0.04 Kg debido a que el destete lo realizaron a los 21 días. Mientras que Alvarado (1982) obtuvo un PD de 13 ± 2 Kg. siendo superiores a los encontrados en este trabajo pero en esa época se realizó el destete hasta los 56 días.

Existió diferencia estadística entre tratamientos ($\alpha \leq 0.05$) registrando a la producción de raza Trilinea con los mejores resultados de peso registrados al destete.



Figura 20. Peso al destete de lechones Trilinea.

4.2. Cantidad de lechones machos y hembras por camada para evaluar la comparación de las cruzas de razas

En la evaluación de la cantidad de lechones machos y hembras por camada (CMH), los cruces con los resultados de sexos más homogéneos fue Pietrain con la raza híbrida obteniendo lechones Trilinea. Por el contrario, los cruces con resultados más heterogéneos fueron de la raza pura Pietrain (Figura 21).

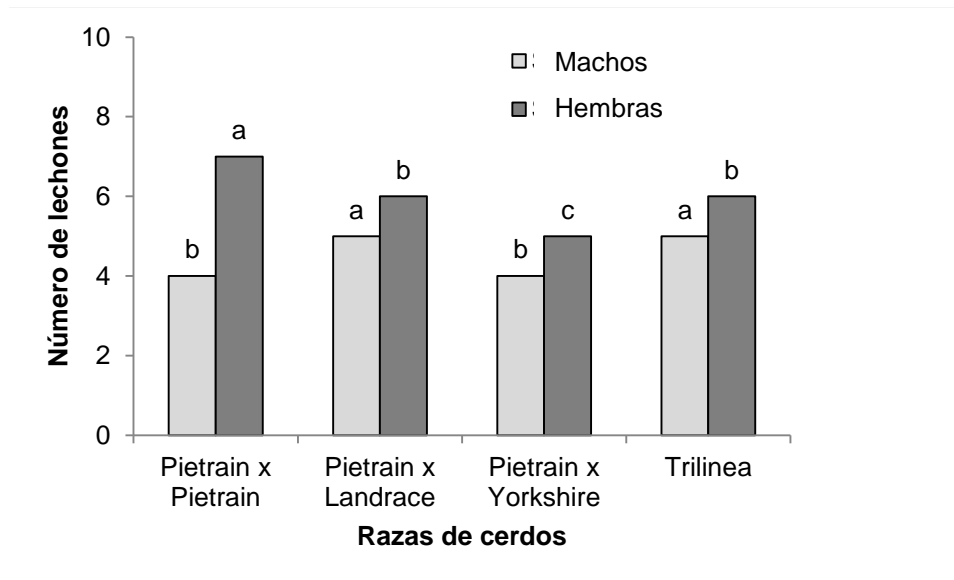


Figura 21. Comparación de la cantidad de lechones machos y hembras por camada en comparación de las cuatro razas.

En la producción de lechones machos y hembras por camadas existió diferencia estadística ($\alpha \leq 0.05$) entre tratamientos, el valor más alto en la producción de lechones hembras (LH) fueron las cruces de razas Pietrain puras (7 LH), seguido de las cruces entre la raza Pietrain y la raza híbrida, igualado con los cruces de Pietrain y Landrace (6 LH) y por último las cruces entre Pietrain y Yorkshire (5 LH). para la producción de lechones machos (LM) el valor más alto se obtuvo por las cruces de la raza Pietrain con la raza híbrida, igualado con las cruces entre razas Pietrain y Landrace (5 LM), y por último las cruces entre razas Pietrain puras y Pietrain con Yorkshire (4 LM). Sin embargo las cruces de Pietrain con la raza híbrida para la producción de lechones Trilinea fue la más homogénea en CMH por camada.

4.3. Intervalo entre el destete y la concepción, intervalo entre partos y vida productiva de las cerdas

En la evaluación del intervalo entre el destete y la nueva concepción para las cerdas (IDC), los resultados muestran igualdad estadística ($\alpha \leq 0.05$) para todas las cruzas de las diferentes razas (Figura 22).

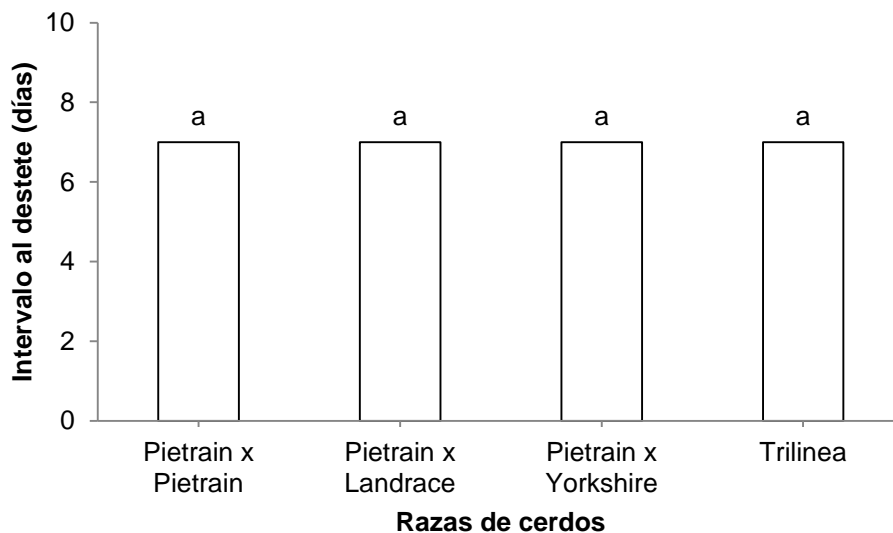


Figura 22. Intervalo en cerdas reproductoras desde el destete hasta la nueva gestación, en diferentes razas de cerdo, en Tamuanco, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla.

La igualdad observada se debió al mismo manejo aplicado para todas las cerdas de la granja, así como el bienestar animal y la alimentación, esto define en su totalidad a la variable (Figura 23). El tiempo registrado es inferior a lo registrado por Alvarado (1982) quien señaló un intervalo entre el destete y el siguiente parto de 120 días, mientras que en Thailandia, Tantasuparuk *et al.* (2000) obtuvieron una media de 18 ± 24.4 días. Koketsu y Dial (1998) encontraron una media de 11.57 ± 21.9 días.

El menor tiempo registrado beneficia al número de partos por año, ya que si se registra un menor tiempo es posible obtener hasta tres partos por año por cada cerda.



Figura 23. Periodo de recuperación para evaluar el IDC de las cuatro razas distintas de cerdas.

En la evaluación del intervalo entre partos (IEP), los resultados sugieren que no hay diferencia estadística ($\alpha \leq 0.05$) entre razas, debido a que estos fueron similares para todas las cerdas en los diferentes cruces (Figura 24).

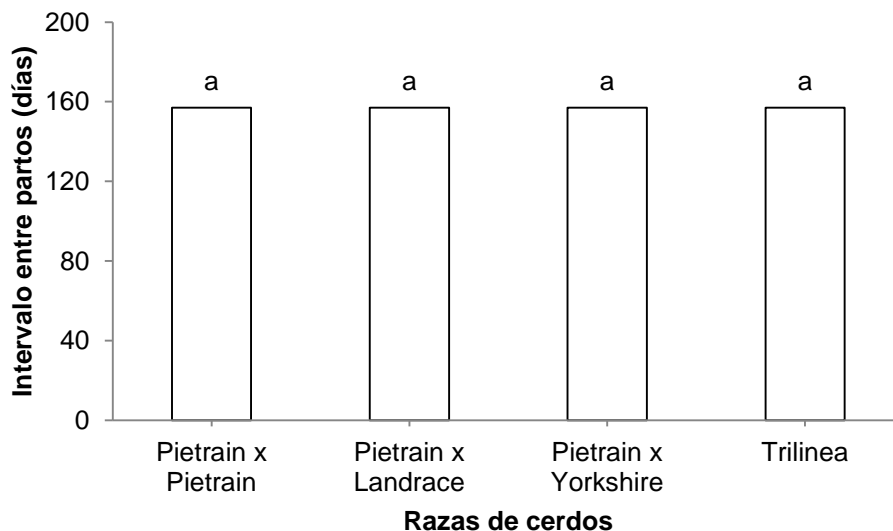


Figura 24. Intervalo entre partos en cerdas reproductoras, en diferentes razas de cerdo, en Tamuanco, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla.

Al evaluar las cuatro cruza se encontró que el tiempo transcurrido es el mismo para todas (157 días) ya que el manejo aplicado fue el mismo en toda la granja (Figura 25). Este valor resulta ser menor al reportado por Ramírez y Segura (1992) quienes reportaron una media de IEP de 216 ± 130 días. Mientras que Norris *et al.* (2006) reportaron una media de IEP de 171.8 ± 50.7 días. Sin embargo resulta ser mayor al compararlo con el obtenido en Colombia y Brasil, con medias de 140.9 ± 3.5 y 142.4 ± 5.7 días, respectivamente por Díaz *et al.* (2011) y Cavalcante-Neto *et al.* (2009) ya que las etapas de lactancia fueron más cortas (<21 días).

En la evaluación de esta variable no existió diferencia estadística ($\alpha \leq 0.05$) entre tratamientos ya que el intervalo entre partos no varía en las diferentes razas de acuerdo al manejo que se aplica en la granja tomando en cuenta el mismo tiempo de gestación, lactancia y recuperación.

De manera general, si el valor del intervalo de tiempo transcurrido entre partos es menor, es probable obtener un mayor número de partos por cerda por año.



Figura 25. Manejo aplicado para determinar el IEP entre los cruces de las diferentes razas de cerdos.

En la evaluación de la vida productiva de las cerdas (VPC), los resultados obtenidos fueron estadísticamente iguales ($\alpha \leq 0.05$) para todas las cruces de las cerdas de diferentes razas (Figura 26).

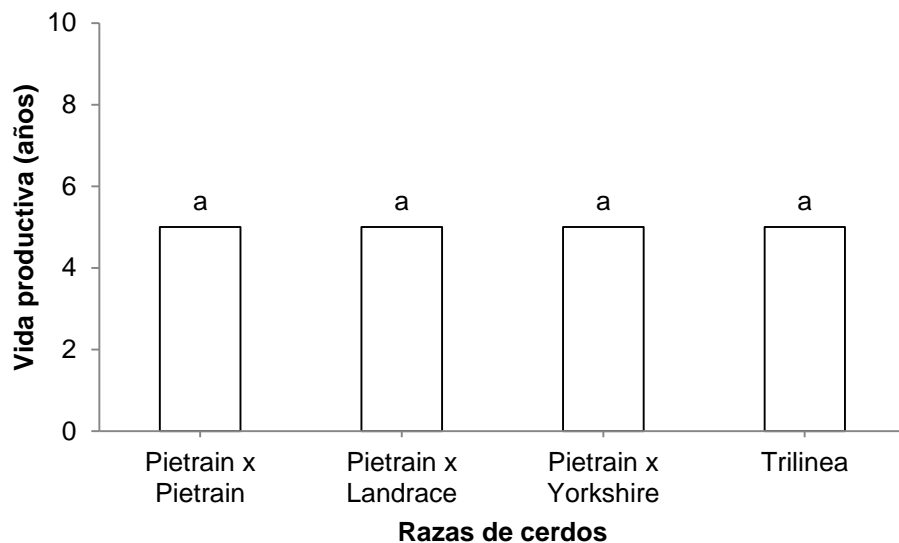


Figura 26. Vida productiva de cerdas reproductoras, en diferentes razas de cerdo, en Tamuanco, San Isidro, Tetela de Ocampo, Puebla.

Los resultados indicaron que el tiempo de VPC es de cinco años para todas las cruzas ya que el manejo que se brinda en la granja es el mismo (Figura 27). En esta ocasión se realizó mediante el conteo de tiempo transcurrido, ya que autores como Sporke (2009) indicó que en Estados Unidos se considera como meta la producción de al menos 55 lechones destetados por vida productiva de la cerda, sin embargo, en algunos países, la industria porcícola alcanza promedios de 30 a 40 cerdos (Gill, 2007), mientras que, Koonawootrittriron *et al.* (2012), obtuvieron 43.57 ± 0.74 LD por VPC en Tailandia.

No existió diferencia estadística entre tratamientos ($\alpha \leq 0.05$) ya que el manejo aplicado en la granja es el mismo para todas las razas y en esta variable se aplica el mismo tiempo de vida productiva para todas las cerdas.

Según la experiencia del productor, en anteriores ciclos se ha manejado el mismo tiempo de vida productiva para todas las razas a excepción de aquellas que presenten problemas de producción o lesiones fuertes y enfermedades que retrasen el manejo.



Figura 27. Evaluación de VPC de acuerdo al manejo aplicado en las diferentes razas de cerdas.

4.4. Relación costo-beneficio en la producción y venta de los lechones y su viabilidad

Los resultados obtenidos sugieren que la producción de lechones para su venta después del destete es un negocio viable y remunerable económicamente (Cuadro 7).

Cuadro 7. Relación costo-beneficio, valor actual neto y tasa interna de retorno en la producción y venta de lechones después del destete.

Relación costo-beneficio			
Tasa de descuento		5.6%	
Año	Inversión (\$)	Ingresos (\$)	Costos (\$)
0	321,789	-321,789	0.00
1		297,000	124,789
2		297,000	124,789
3		297,000	124,789
4		297,000	124,789
5		297,000	124,789
VAN de la suma de Ingresos		\$1,264,804.13	
VAN de la suma de Costos		\$531,426.41	
VAN de costos + inversión		\$853,215.41	
VAN ^a		\$1,586,593.13	
TIR ^b		88%	
C/B ^c		1.48	

^a La VAN se obtuvo con la fórmula de Excel: =VNA(Tasa, Ingresos)+Inversión.

^b La TIR se obtuvo con la fórmula de Excel: =TIR(Ingresos).

^c El C/B se obtuvo con la fórmula de Excel: =Suma de ingresos/(Suma de costos+inversión).

Debido a que en los costos la inversión inicial fue de \$321,789.00 pesos M/N se espera que a los cinco años se esté obteniendo un ingreso total de \$1,485,000 pesos M/N. por la venta de lechones destetados. La inversión inicial fue recuperada en su totalidad en un año, un mes y 23 días.

El valor actual neto (VAN) fue de \$1,586,593.13 por lo que siendo un valor positivo el proyecto es aceptable, ya que se está midiendo una rentabilidad positiva de los valores absolutos.

La tasa interna de retorno (TIR) es aquella que iguala a la VAN a cero y se obtuvo un resultado del 88 % lo cual indica que el proyecto es viable financieramente ya que este valor es mayor a la tasa de descuento.

El costo-beneficio (C/B) fue de 1.48, es decir, que por cada peso invertido se estará recuperando y además obteniendo una ganancia de 48 centavos. Lo que significa que el proyecto es viable económicamente. Como el valor resultante es mayor a uno, de acuerdo con Baca-Urbina (2010), resulta ser un negocio viable y productivo. También Tintaya (2015), afirmó que si las relaciones de Costo/Beneficio en los sistemas son mayores a uno (1), indica rentabilidad en los sistemas de producción.

5. CONCLUSIONES

La cantidad de lechones vivos, destetados y su respectivo peso al nacer y al destete mostraron valores más altos en el cruce de razas Pietrain y las cerdas híbridas respecto a los obtenidos en los cruces de razas Pietrain puras, Pietrain con Landrace y Pietrain con Yorkshire, exceptuando el peso al nacer, en donde la raza Pietrain pura mostró los mejores resultados.

En la cantidad de lechones machos y hembras por camada se encontró una mejor homogeneidad por camada en la producción de lechones Trilinea, Sin embargo, en la producción de lechones machos el cruce entre Pietrain y Landrace igualó a los Trilinea siendo los que obtuvieron los mejores resultados, la raza Pietrain pura y el cruce entre Pietrain y Yorkshire no fueron tan favorables. Para la producción de lechones hembras se registró un valor más alto en el cruce de razas Pietrain puras, seguidas por la producción de lechones Trilinea y Pietrain con Landrace, la cruce entre Pietrain y Yorkshire fueron los más desfavorables.

Los intervalos destete concepción, entre partos y la vida productiva de las cerdas se mostraron sin diferencias entre las cruces debido al manejo aplicado principalmente, con el manejo de estos tiempos se obtuvieron tres partos por año para cada una de las cerdas y a su vez obteniendo lechones de buena calidad.

La relación costo-beneficio demostró viabilidad en la producción de lechones para su venta después del destete ya que se sumaron los costos de inversión y fueron recuperados en su totalidad, además fue comprobado con la evaluación del valor presente neto y la tasa interna de retorno arrojando resultados de un proyecto aceptable y remunerable.

LITERATURA CITADA

Alvarado, E. F. 1982. Consejos prácticos para una explotación de cerdos. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Santa Catalina. Ecuador 2: 16.

Alvarado, E. F. 1983. Manejo y nutrición de cerdos durante la lactancia. . Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Santa Catalina. Ecuador 2: 26.

Alves, G. S., Antonio, B. D., de Amorim, R. A. y de Oliveira, O. R. 2010. Levantamiento dos dados colectados da granja de suínos da facultad de medicina veterinaria e zootecnia da UNESP. 1. Tamanho da Leitegada. Veterinaria e Zootecnia. 17: 259-266.

Alzina-López, A., Batista-García, L., Ek-Mex, J. E. y Segura-Correa, J. C. 2014. Factores ambientales que afectan los componentes de producción y productividad durante la vida de las cerdas. Tropical and Subtropical Agroecosystems. Yucatán, México. 17: 447 – 462.

Baca-Urbina, G. 2010. Evaluación de proyectos. Ed. Mc Graw Hill, ed. 6ta. México. 333 pp.

Barkin, D., Barón, M. y Hernández, N. 2004., Producción de cerdos con bajo colesterol en los traspatios purhépechas. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, México. 12 pp.

Beccar, B. A. 2004. Analisis de sistemas agroforestales en la comunidad Santa Catalina del municipio de Apolo. Universidad Mayor de San Andres, Facultad de agronomía. La Paz, Bolivia 8:30-188.

Becerril-Herrera M., Mota-Rojas D., Guerrero-Legarreta I., Schunemann-de Aluja A., Lemus-Flores C., González-Lozano M., Ramírez-Necoechea R. y Alonso-Spilsbury M. 2009. Aspectos relevantes del bienestar del cerdo en tránsito. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma Metropolitana. México. 2-15.

Benavides, J. 1998. Árboles y arbustos forrajeros: alternativa agroforestal para la ganadería. Agroforestería para la producción animal en América Latina. Turrialba, Costa Rica. pp: 449-491.

Braun, R. O. y Cervellini, J. E. 2010. Producción Porcina: bienestar animal – salud y medio ambiente – etología - genética y calidad de carne – formación de recursos humanos – enseñanza de la disciplina en la universidad. Ed. Nexo diNapóli. 276.

Burley, J. y Speedy, A. W. 1999. Investigación Agroforestal: Perspectivas Globales., Instituto Forestal de Oxford (OFI), South Parks Road, Oxford OX1 3RB, Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. Reino Unido. 37-52.

Camacho-Ronquillo, J. C., Gallegos-Sánchez, J. y Germán-Alarcón, C. G. 2005. Producción de cerdos. Colegio de postgraduados, secretaria de la reforma agraria. Institución de enseñanzas e investigación en ciencias agrícolas. México, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz. 1:83.

Canario, L., Billón, Y., Caritez, J. C., Bidanel, J. P. y Laloë, D. 2009. Comparison of sow farrowing characteristics between a Chinese breed and three French breeds. *Livestock Science*. 125: 132-140.

Cardén, A. 2000. Expected genetic changes in pork production. Conferencia Plenaria. *In: Proceedings of 46th International Congress of Meat Science & Technology*. Bs As Argentina. pp:12.

Cavalcante-Neto, A., Lui J. F., Sarmiento, J. L. R., Ribeiro, M. N., Monteiro, J. M. C., Fonseca, C. y Tonhati, H. 2009. Efeitos genéticos e não genéticos sobre o intervalo de parto em fêmeas suínas no Sudeste do Brasil. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 61: 280-285.

Díaz, C., Rodríguez, N., Vera, V., Ramírez, G., Casas, G. y Mogollón, J. 2011. Caracterización de los sistemas de producción porcina en las principales regiones porcícolas colombianas. Revista Colombiana de Ciencia Pecuaria 24: 131-144.

Diénguez, F. J., y León, E. 2009., Evaluación de dos sistemas de cruzamiento de cerdos en Cuba. Revista Computadorizada de Producción Porcina Volumen 16 (número 4). Instituto de Investigaciones Porcinas. Gaveta Postal No.1 Punta Brava. La Habana, Cuba. pp: 1-3.

Dirección General de Prevención y Calidad Ambiental (DGPCA). 2010. Guía de apoyo para la notificación de las emisiones procedentes de la cría intensiva de ganado porcino y avícola. Andalucía, España. 1-51.

Espinosa, C., y Cataño, G. 2005., Manual de producción porcícola., Ministerio de la Protección Social Ministerio de la Protección Social. Servicio Nacional de Aprendizaje "Sena" Centro Latinoamericano De Especies Menores "Clem" Regional Valle Tuluá, Valle. 5:23-114.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación., 2010. Manejo sanitario eficiente de los cerdos: 1-40 pp.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación., 2012. Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar., Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Argentina. 155: 166-277.

Fernandes, L. F., Laurino, D. N., Rodrigo, M. G. y Costa da Rosa, V. 2008. Estudos genéticos sobre a leitegada em suínos da raça Landrace criados no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 37: 1601-1606.

Financiera Rural (FIRA). 2012. Monografía de ganado porcino. México: FIRA, Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial, Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial. <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADaPorcinos%28jun2012%29.pdf> [consultada: 19 de marzo de 2020].

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). 2016. Panorama agroalimentario. Dirección de investigación y evaluación económica y sectorial, 1-34.

Garzón, J. W. 2018. Prácticas agroforestales apropiadas para zonas tropicales, húmedas y aridas de la provincia de el oro. Unidad academica de ciencias agropecuarias, carrera de ingeniería agronómica. Machalá. 8-28.

Gill, P. 2007. Nutritional management of the gilt for lifetime productivity – feeding for fitness or fatness. *In: London Swine Conference, 2007, London, ON. London, ON: Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 2-36 pp.*

Gómez, M. E., Rodríguez, L., Murgueitio, E., Ríos, C. I., Rosales, M., Hernán, C., Molina, C. H. y Molina, J. P. 1997. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. *Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria*. 147.

Gómez, R., Ortega, B. y Becerril, J. 2009. Factores que contribuyen en la variación del peso de la camada al nacimiento y el número de lechones destetados de líneas y cruces maternos porcinos. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* 16: 239-245.

González, D. y González, C. 2004. Jugo de caña y follajes arbóreos en la alimentación no convencional del cerdo. Universidad Central de Venezuela. Revista Computadorizada de Producción Porcina 11: (3)-14.

Hughes, B. O. 1976. Behaviour as an index of welfare. Proc Vth Europ Poultry Conf, Malta 1005-1018.

Iglesias, J. M. 1999. Sistemas de producción agroforestales. Conceptos generales y definiciones. Estación experimental de pastos y forrajes "Indio Hatuey Matanzas, Cuba". 1:22-287.

Instituto Nacional de Economía Social (INES). 2018. http://www.gob.mx/inaes/es/articulos/porcicultura-una-actividad-milenaria?idiom*es

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tetela de Ocampo, Puebla.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2014. Perspectiva estadística Puebla. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. 99 pp.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2020. Existencias de marranos o marranas. Cría y explotación de animales. 3 pp.

Jiménez, F., y Muschler, R. 1999. Conceptos Básicos de Agroforestería. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Área de cuencas y sistemas agroforestales. 33 pp.

Koketsu, Y. y Dial, G. D. 1998. interactions between the associations of parity, lactation length, and weaning to coception interval with subsequent litter size in swine herd using early weaning. Preventive Veterinary Medicine. 37: 113-120.

Koonawootrittriron, S., Noppibool, U., Elzo, M. A. and Suwanasopee, T. 2012. Length of productive life and lifetime production of Landrace, Yorkshire and crossbred sows raised under Thai tropical conditions. ADSA-AMPAASAS-CSAS-WSASAA Joint Annual Meeting, Phoenix, AZ. 2:11.

Latorre, G. A. 2012. Estrategias para reducir el coste de alimentación en porcino. SUIIS 85, 8: 14-21.

Lloveras M. R., Goenaga P.R., Irurueta M., Carduza F., Grigioni G., García P. y Améndola C. 2008. Meat quality traits of commercial hybrid pigs in Argentina. Meat Science, Volume 79: 3-9.

Lloveras, M. R. y Goenaga, P. R. 2009. Genética: Producción porcina a campo un modelo sostenible. Aparicio Tobar y González Araujo (ed). Caja Rural de Extremadura. 267.

López, B. C., Fructuoso, G. y Mateos, G. G. 1999. Sistemas de producción porcina y calidad de la carne. El cerdo ibérico. XVI curso de especialización FEDNA 4-35.

Losada, E. N. 2011. Costos de producción y evaluación del impacto de diversos insumos sobre la rentabilidad de unidades productoras de cerdos de traspatio en la zona metropolitana de la Ciudad de México Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF: 2-13.

Ly, J. 2004. Árboles tropicales para alimentar cerdos. Ventajas y desventajas. Instituto de Investigaciones Porcinas, La Habana, Cuba. 8:16-28.

Martínez, G. R. G. 2002. Selección de reproductores. En: Trujillo O. M. E., Martínez G. R., Herradora L. M. A. La piara reproductora. México: Mundi-Prensa, pp: 45-60.

Melgar, J., Cid C., Astiasarán, I. y Bello, J. 1991. Influencia de la alimentación del cerdo ibérico en las características de los compuestos relacionados con la grasa del jamón curado. Departamento de Bromatología y Toxicología. Facultad de Farmacia, Universidad de Navarra. Pamplona, España. 42:51-55.

Meyreles, L. Pound, B., y Preston, T. R. 1982. The use of *Leucaena leucocephala* or sugar cane tops as sources of forage in cattle diets based on molasses/urea supplemented with chicken litter and/or wheat bran. *Tropical Animal Production*. 7(2): 92-97.

Montero-López E., Martínez-Gamba R., Herradora-Lozano M., Ramírez-Hernández G., Espinosa-Hernández S., Sánchez-Hernández M. y Martínez-Rodríguez R., 2015. Alternativas para la producción porcina a pequeña escala. Tesis de Facultad de Universidad Nacional Autónoma de México. México 208.

Mota, R. D., Ramírez, R., Alonso, S. M. y García, C. A. 2001. Indicadores productivos y reproductivos en regiones porcícolas marginadas de Zapotitlán, Distrito Federal. *Sociedades Rurales: Producción y Medio Ambiente (SRPMA)*. 2(2): 43-49.

Nair, P. K. R. 1993. *An introduction to agroforestry*. Kluwer Academic Publishers, Holland. Dordrecht. 13-18.

Norris, D., Varona, L., Visser, D. P., Theron, H. E., Voordewind, S. F. y Nesamvuni. E. A. 2006. Estimation of the additive and dominance variances in South African Landrace pigs. *South African Journal of Animal Science* 36: 261-266.

Preston, T., Rodriguez, L., Van Lai, N., y Chau, L. 1998. El follaje de la yuca (*Manihot esculenta* Cranz) como fuente de proteína para la producción animal en sistemas agroforestales., Finca Ecológica, UTA Foundation, College of Agriculture and Forestry Thu Duc, Vietnam. 395-406.

Preston, T. R. y Willis, M.B. 1974 Intensive Beef Production. 2nd Edition, Pergamon Press Ltd: Oxford. New York, USA. pp: 567.

Puente, G. A. 2014. Análisis de la cadena del valor porcina y plan para su competitividad. Comité Nacional Sistema Producto Porcino. México. 222 pp.

Quintero, M., Goigochea, L. y Esparza, D. 1995. Evaluación predestete de cerdos Yorkshire, Landrace y sus cruces, criados bajo condiciones de trópico seco. Revista Científica, Revicyhluz. 5: 1:27-32.

Ramírez, G. R. y Segura, C. J. 1992. Factores que afectan el comportamiento reproductivo de los cerdos en el noreste de México. II. Periodo de gestación e intervalo entre partos. Técnica Pecuaria México 30: 59-64.

Ramírez, N. R. y Alonso, S. M. 2010. Buenas prácticas de manejo (BPM's) para un modelo de porcicultura artesanal (pro-sustentable y pro-orgánico). Memorias de 18ª Reunión Anual CONASA; diciembre 6-8. Cholula, Puebla, México: Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal. (consultada en CDROM: 19 de marzo de 2020).

Rey, A. L., López-Bote C. J. y Sanz, R. 1997. Animal Science 65: 515-520.

Rivera, J., Losada, H., Cortés, J., Grande, D., Vieyra, J., Castillo, A. y González, R. O. 2007. Cerdos de traspatio como estrategia para aliviar pobreza en dos municipios conurbados al oriente de la Ciudad de México [en línea]. Livestock Research for Rural Development 19(7). <http://www.lrrd.org/lrrd19/7/rive19096.htm> (consultada: 06 de junio de 2020).

Ruiz, J. 1993. Influencia de la alimentación sobre las características y composición de la grasa subcutánea y hepática del cerdo ibérico. Tesis de licenciatura. Facultad de veterinaria. Universidad de Extremadura.

Sánchez, M. D. 2002. World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. Animal production and health paper N° 147. FAO, Roma. pp: 7
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). 2012. La porcicultura. Boletín ASERCA, 52: 1-35.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). 2015. ¿Qué es la porcicultura? 1-3.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). 2018. http://www.gob.mx/agricultura/puebla/es/articulos/puebla-en-3er-lugar-a-nivel-nacional-en-la-produccion-de-carne-de-porcino?idiom*es

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADR). 2017. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/de-lechon-a-cochino-es-siempre-un-animal-benigno>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2017. <https://www.gob.mx/siap/articulos/actividad-rentable-en-el-sector-la-reproducción-de-cerdos>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. http://www.gob.mx/agricultura/puebla/es/articulos/puebla-en-3er-lugar-a-nivel-nacional-en-la-produccion-de-carne-de-porcino?idiom*es

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2004. Manual de buenas prácticas de producción en granjas porcícolas. 1: 85.

Shimada, M. A. 2007. Nutrición animal. ED. Trillas. México, D.F. 232:241-338.

Spörke, J. 2009. Improving longevity for a high producing sow. *In*: 40 TH Annual Meeting Proceeding American Association of Swine Veterinarians. Dallas, Texas. March 7-10.

Tantasuparuk, W., Lundeheim, N., Dalin, A. M., Kunavongkrit, A. and Einarsson, S. 2000. Reproductive performance of purebred Landrace and Yorkshire sows in Thailand with special reference to seasonal influence and parity number. *Theriogenology*. 54:96–481.

Tintaya, N. M. 2015. Evaluación de especies en sistemas agroforestales de la comunidad Capellanía, municipio de Coroico del departamento de La Paz. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz, Bolivia. 4: 30-105.

Trujillo, O. M. E. y Martínez, G. R. G. 2012. Zootecnia de Porcinos. En: Trujillo M. E. O. (editor). Introducción a la Zootecnia, 2ª ed. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia 145-162.