



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

---

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS  
CAMPUS VERACRUZ**

**POSTGRADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES**

**EFFECTO DEL NIVEL PROTEÍNICÓ DE LA DIETA EN EL CRECIMIENTO Y  
HORMONAS REPRODUCTIVAS DE LA CERDA LAMPIÑO TROPICAL**

**VIRIDIANA HERNÁNDEZ VELÁZQUEZ**

**TESIS**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL  
OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRA EN CIENCIAS**

**TEPETATES, MANLIO FABIO ALTAMIRANO, VERACRUZ.  
2019**

---

La presente tesis, titulada: “Efecto del nivel proteínico de la dieta en el crecimiento y hormonas reproductivas de la cerda Lampiño Tropical”, realizada por la alumna Hernández Velázquez Viridiana, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRÍA EN CIENCIAS**  
**ÁGROECOSISTEMAS TROPICALES**  
**CONSEJO PARTICULAR**

CONSEJERO:   
DR. ADALBERTO ROSENDO PONCE

ASESOR:   
DR. DIEGO ESTEBAN PLATAS ROSADO

ASESOR:   
DR. CARLOS MIGUEL BECERRIL PÉREZ

ASESOR:   
DR. JUAN MANUEL VARGAS ROMERO

Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, enero de 2019.

# EFECTO DEL NIVEL PROTEÍNICÓ DE LA DIETA EN EL CRECIMIENTO Y HORMONAS REPRODUCTIVAS DE LA CERDA LAMPIÑO TROPICAL

Viridiana Hernández Velázquez, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2019

El enfoque del agroecosistema en la ganadería tropical, ha propuesto al sistema de producción porcino y de manera específica al cerdo Lampiño Tropical como una alternativa sustentable que contribuye a la productividad y mejoramiento del nivel de vida de familias del medio rural en México. El objetivo de este trabajo fue estimar el efecto del nivel de proteína de dos dietas elaboradas a base de maíz y pasta de soya en el crecimiento y niveles hormonales de cerdas criollas Lampiño Tropical pre púberes, provenientes de la región de Las Altas Montañas del estado de Veracruz. Se utilizaron 30 cerdas pre-púberes de  $60 \pm 7$  días de edad, peso medio de  $7.5 \pm 1.5$  kg, con un periodo experimental de 128 d. Se utilizaron dos dietas, una a base de maíz quebrado adicionada con vitaminas y minerales (MA) y otra a la que se le adiciono soya (MS); la primera con 7.8% de proteína cruda y la segunda con 13.8%. Tanto el nivel de proteína de la dieta como el periodo de medición; así como, su interacción tuvo efectos significativos en todas las variables de respuesta relacionadas con el crecimiento ( $p \leq 0.01$ ), las cerdas que consumieron MS tuvieron mayor peso vivo (PV)  $16.32 \pm 0.9$  kg, consumo de alimento (CA) 600 g d<sup>-1</sup>, ganancia diaria de peso (GDP) 120 g d<sup>-1</sup>. Para estradiol teniendo significancia solo en la interacción, las cerdas que consumieron la dieta MS tuvieron un nivel de  $50.58 \pm 3.59$  (pg/mL), para progesterona solo presento significancia la dieta de las cerdas que consumieron MA tuvieron un nivel de  $2.32 \pm 0.33$  (ng/mL).

**Palabras clave:** pubertad, hormonas, alimentación, cerdo criollo.

# EFFEC OF THE PROTEINIC LEVEL OF THE DIET ON THE GROWTH AND REPRODUCTIVE HORMONES OF LAMPIÑO TROPICAL BRISTLES

Viridiana Hernández Velázquez, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2019

The approach of the agroecosystem in tropical livestock has proposed to the pig production system and specifically to the Lampiño Tropical pig as a sustainable alternative that contributes to the productivity and improvement of the standard of living of rural families in Mexico. The Creole pig under extensive conditions has a high fertility index, the objective of this work was to estimate the effect of the protein level of two diets elaborated with corn and soybean paste in the growth and hormonal levels of Creole bristles Lampiño Tropical pre-pubertal, from the region of Las Altas Montañas in the state of Veracruz. Thirty pre-pubertal sows of approximately  $60 \pm 7$  days of age were used, at the beginning of the experiment they had an average weight of  $7.5 \pm 1.5$  kg, with an experimental period of 128 d. Two diets were used, one based on broken corn added with vitamins and minerals (MA) and another one to which soybean (MS) was added; the first with 7.8% of crude protein and the second with 13.8%. Both the protein level of the diet and the measurement period; as well as, their interaction had significant effects in all the response variables related to growth ( $p \leq 0.01$ ), the sows that consumed MS had higher live weight (PV)  $16.32 \pm 0.9$  kg, food consumption (CA)  $600 \text{ g d}^{-1}$ , daily weight gain (GDP)  $120 \text{ g d}^{-1}$ . For estradiol having significance only in the interaction, the sows that consumed the MS diet had a level of  $50.58 \pm 3.59$  ( $\mu\text{g} / \text{mL}$ ), for progesterone only the diet of the sows that consumed MA showed a level of  $2.32 \pm 0.33$  ( $\text{ng} / \text{mL}$ ).

**Keywords:** puberty, hormones, feeding, creole pig

## DEDICATORIA

A Dios, por su gran bondad y su inmenso amor, por permitirme terminar esta etapa y por haberme dado grandes lecciones de vida, por nunca dejarme sola y por darme la fuerza necesaria día a día.

A mis padres María Elena y Juan Manuel por apoyarme infinitamente en esta etapa sin cuestionarme, por estar ahí cada vez que yo quería claudicar, por estar al pendiente de mí y de que no me faltara nada para poder dar lo mejor de mí en este proyecto. Gracias por hacerme una mujer independiente y no detenerme ante nada y nadie.

A mis hermanos Eduardo, Manuel y Celid, por su amor, apoyo y fortaleza, por saber que cuento con ustedes, por ser parte de mi vida, gracias hermanos... los amo...

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, por su apoyo académico y por todas las nuevas enseñanzas y por haberme aceptado como estudiante en el grado de Maestría en Ciencias.

A los integrantes de mi Consejo Particular, Dr. Adalberto Rosendo Ponce, Dr. Diego Esteban Platas Rosado, Dr. Carlos Miguel Becerril Pérez y Dr. Juan Manuel Vargas Romero, por su apoyo académico, su paciencia, por arriesgarse a comenzar una nueva línea de investigación que ha servido para estructurar el presente trabajo de Tesis.

A los académicos Dra. Mónica de la Cruz Vargas Mendoza, Dr. Arturo Pérez Vázquez, Dr. Felipe Gallardo López, Dr. Eusebio Ortega Jiménez, Dr. Francisco Osorio Acosta, Dr. Eliseo García Pérez, †Dr. Catarino Ávila Reséndiz, Dr. José López Collado, Dra. Silvia López Ortiz, Dr. Fredy Morales Trejo, †Dr. Carlos Olguín Palacios, Dr. Francisco Osorio Acosta, Dr. Arturo Pérez Vázquez por haber sido mis maestros y compartir conmigo sus conocimientos.

A Raúl, Max, David, Don Pepe, Omar por ayudarme en mi fase experimental, por sus conocimientos y por su amistad.

A la Familia Rodríguez Cárcamo Beristaín, por abrirme las puertas de sus casas y por hacerme parte de su familia, porque me dieron vivencias inolvidables, ahora sé que tengo una familia en Veracruz. Muchas gracias, por tanto. Los quiero.

## Contenido

## Página

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2.-Objetivos .....</b>	<b>3</b>
<b>3.-Hipótesis .....</b>	<b>3</b>
<b>4.-Revisión de Literatura.....</b>	<b>4</b>
4.1. Agroecosistema del estudio .....	4
4.1.2. Sistemas de producción.....	5
4.2. Cerdo Pelón Mexicano (CPM) .....	6
4.2.1. Características morfológicas .....	7
4.2.2. Características Productivas.....	10
4.3. Requerimientos nutricionales .....	11
4.3.1. Proteína .....	13
4.3.2. Aminoácidos.....	14
4.3.3. Vitaminas.....	15
4.3.4. Minerales .....	16
4.4. Fases reproductivas de las cerdas.....	16
4.4.1. Pubertad .....	17
4.4.2. Dinámica hormonal durante el ciclo estral .....	21
4.4.3. Progesterona (P4).....	23
4.4.4. Estrógenos (E2).....	23
4.4.6. Hormona luteinizante (LH).....	25
4.4.7. Hormona foliculoestimulante (FSH) .....	25
<b>5. Materiales y Métodos .....</b>	<b>26</b>
5.1. Ubicación y condiciones agroecológicas .....	26
5.2. Descripción de los animales .....	26
5.3. Instalaciones.....	27
5.4. Periodo experimental, distribución de animales en los tratamientos.....	27
5.5. Elaboración de dietas.....	28
5.5.1. Cuadro de inclusión (%) .....	28
5.6. Dietas y forma de alimentación .....	28
5.7. Características estudiadas .....	28

5.7.1. Colecta de sangre .....	29
5.7.2. Análisis de muestras de sangre .....	29
5.8. Diseño experimental.....	29
<b>6. Resultados y Discusión .....</b>	<b>30</b>
<b>7. Conclusiones.....</b>	<b>40</b>
<b>8. Literatura citada.....</b>	<b>41</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características fenotípicas y morfológicas del CPM (Modificado de Pérez et al., 2015). .....	9
Cuadro 2. Ingredientes de la dieta con porcentaje de inclusión. ....	28
Cuadro 3. Peso vivo (kg) de hembras criollas Lampiño Tropical alimentadas con dietas a base de maíz (MA) y maíz-soya (MS). ....	34
Cuadro 4. Consumo de alimento (gr) de hembra criollas Lampiño Tropical alimentadas con dietas a base de maíz (MA) y maíz-soya (MS). ....	34
Cuadro 5. Ganancia de peso (gr) de hembra criollas Lampiño Tropical alimentadas con dietas a base de maíz (MA) y maíz-soya (MS). ....	35
Cuadro 6. Ancho de cadera (cm) de hembras criollas Lampiño Tropical alimentadas con dietas a base de maíz (MA) y maíz-soya (MS). ....	35
Cuadro 7.. Largo de cuerpo (cm) de hembras criollas Lampiño Tropical alimentadas con dietas a base de maíz (MA) y maíz-soya (MS). ....	36
Cuadro 8. Niveles de estradiol (pg/mL) de hembras criollas Lampiño Tropical alimentadas con dietas a base de maíz (MA) y maíz-soya (MS). ....	37
Cuadro 9. Niveles de progesterona (ng/mL) de hembras criollas Lampiño Tropical alimentadas con dietas a base de maíz (MA) y maíz-soya (MS). ....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Agroecosistema del estudio.....	5
Fig. 2 Hembra adulta Lampiño Tropical en un patrio de "La Capilla", Cotaxtla, Veracruz. ....	8
Fig. 3. Instalaciones de hembras criollas Lampiño Tropical. ....	27

## 1. INTRODUCCIÓN

Los cerdos criollos son descendientes directos de los animales traídos a América en el segundo viaje de Cristóbal Colón de 1493, los primeros ejemplares desembarcaron en la isla la Española y posteriormente fueron introducidos al continente Americano y se distribuyeron a diferentes regiones de muchos países (Benítez y Sánchez, 2002). Estos animales han generado rusticidad a las condiciones extremas donde habitan, producto de su adaptación de más de 500 años desde su introducción a América (Carrero, 2005). El Cerdo Criollo Mexicano (CCM) es descendiente de los cerdos criollos, provenientes de las islas de Cuba, Jamaica, Santo Domingo y Puerto Rico, de los cuales Domestic Animal Diversity Information System (DAD-IS) y la FAO, reconocen solo tres biotipos: el Birich, el Cerdo Cascote y el Cuino, de este último corresponde al Cerdo Pelón Mexicano (CPM), Pata de Mula y el Cuino, que están distribuidos en los estados de Nayarit, Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Campeche, Quintana Roo y Veracruz (Lemus y Alonso, 2005).

Entre los cerdos criollos mexicanos (CCM) predominantes en el país, se encuentra el Cerdo Cuino (CC), el Pata de Mula (CM) y el Cerdo Pelón Mexicano (CPM), este último es el biotipo más difundido y su formación la obtuvo a partir de una mezcla de cerdos célticos, ibéricos y napolitanos, en combinación con animales asiáticos (Torres, 2015). El CPM se encuentra distribuido principalmente en los estados de Veracruz, Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Michoacán y las costas de Jalisco (Chan *et al.*, 2015). La población de CPM se ha visto amenazada y en los últimos años ha disminuido drásticamente encontrándose una población de cerdos puros menor a 1000 ejemplares, esto debido en gran parte a la constante introducción de razas exóticas en las explotaciones porcinas (Sierra, 2000).

Estos cerdos son criados en sistemas de producción extensivos, los cuales no reciben una dieta convencional, pero gracias a su rusticidad y capacidad reproductiva, aseguran su supervivencia, aunque su productividad no sea comparable al de los cerdos comerciales (Linares *et al.*, 2011). La CCM en condiciones extensivas se encontró que tiene un alto índice de fertilidad (Sierra *et al.*, 2005), gestación de 113.4 d y lactancia de

38.9 d (Lemus *et al.*,2003), una de sus notables características es que las cerdas lactantes pueden presentar estro (Lemus y Alonso, 2005).

Conservar la diversidad genética de los recursos locales permite elegir animales y genotipos superiores en el medio en el cual han existido y también obtener nuevos genotipos para responder a los cambios ambientales, a los riesgos de enfermedad, a los cambios en las demandas del consumidor, a los cambios de las condiciones del mercado y a las nuevas necesidades de la sociedad, factores en gran medida imprevisibles (González y Vázquez, 1996); características importantes son la resistencia a enfermedades endémicas y al calor (Mejía, 2014). El grado de consanguinidad que existe en la población del CPM no se conoce exactamente, pero puede ser alto, por lo tanto, es necesario implementar programas y estrategias de conservación para incentivar a los productores y hacer del CPM un recurso criollo alternativo para mantener la producción animal bajo cualquier cambio drástico de tipo ambiental o económico (Segura-Correa y Montes-Pérez, 2001).

Como estrategias de conservación y expansión de la raza, se ha implementado un programa mediante el cual se caracterizaron poblaciones de CPM en el estado de Yucatán, se realizó un inventario de la raza y análisis moleculares para conocer la pureza de los ejemplares (Sierra *et al.*, 2005). Actualmente el CPM se puede encontrar en comunidades rurales en las cuales es criado de manera extensiva, en su mayoría por las mujeres y los niños (Torres, 2015; Sierra *et al.*, 2005), su alimentación se basa en desperdicios de alimentación humana, granos y raíces que recolecta en el campo, regularmente no recibe desparasitación y no existe un control reproductivo que proporcione información para mejorar genéticamente estas pjaras. Inclusive en razas criollas como Pelón Mexicano, la prolificidad es limitada, con camadas de tres lechones al primer parto y máximo de 8 lechones al cuarto y quinto parto, con curva de lactación tardía, promedios de destete de cinco a seis lechones (Ortega *et al.*,2002).

Han existido grandes iniciativas para la caracterización del Cerdo Pelón Mexicano (CPM), se le ha considerado un biotipo no mejorado y sin atributos comerciales, no obstante, se carece de información sobre localización de poblaciones y genética. En los últimos años se ha mezclado con razas mejoradas de cerdos, sin tener en cuenta que posee

características de rusticidad, siendo un recurso genético valioso para mejorar variedades comerciales que deseen introducir a condiciones tropicales (Canul, *et al.*, 2005).

Así, se plantea realizar una caracterización de este biotipo en el estado de Veracruz, donde nos permitirá saber variables productivas, características morfológicas y niveles hormonales reproductivas, como también, la alimentación, la cual nos dará un punto de partida para saber cuáles son los requerimientos nutricionales que necesitan cerdas pre-púberes.

## **2.-Objetivos**

Conocer el efecto de la alimentación en las etapas de crecimiento y los perfiles hormonales de la cerda pre púber Lampiño Tropical Veracruzana.

### **Objetivo específicos**

- Estimar el peso en diferentes etapas de crecimiento en cerdas LT bajo dos dietas con diferente contenido de proteína.
- Determinar los niveles hormonales en cerdas LT bajo dos dietas con diferente contenido de proteína.

## **3.-Hipótesis**

La dieta que contiene soja aumentará la frecuencia y el pulso de la hormona progesterona (P4) y reducirá 10% la edad a la pubertad.

### **Hipótesis específicas**

- La dieta con soja permite tener un crecimiento adecuado en la cerda LT.
- La frecuencia y pulso de la hormona P4 será mayor en las hembras con la dieta con soja.

## 4.-Revision de Literatura

### 4.1. Agroecosistema del estudio

Un agroecosistema viene de una palabra compuesta donde agro significa tierra y ecosistemas definido como distribución de especies con un ambiente asociado, donde influyen componentes abióticos y bióticos como también un componente social, económico, político y tecnológico, que orienta y define la producción. (Martínez-Dávila *et al.*, 2004).

El Agroecosistema (AST) es un modelo conceptual de la actividad agrícola en su nivel mínimo de control cibernético humano. El AST es considerado unidad óptima para el estudio de la agricultura y para su propia transformación; está integrado a un sistema agrícola y rural regional a través de cadenas producción-consumo, busca la producción sustentable de alimentos, materias primas y servicios ambientales, y la creación de bienestar social. Su dinámica está basada en la retroalimentación de los procesos ecológicos y el control humano de sus procesos productivos.

En este caso nuestro agroecosistema de estudio representa una modificación social de un sistema natural comenzando con un subsistema de animales; es abierto, e interactúa con su medio ambiente, resultando en continua evolución, para producir los alimentos y materias primas que la sociedad demanda; está determinado tanto por fuerzas internas (actitud y cultura del productor, microambiente, etc.) como externas (mercado, demanda, políticas, etc.).

El esquema de nuestro agroecosistema se toma como base el que maneja Hart (1985), el cual describe un agroecosistema con subsistema de animales. La figura 1 a continuación describe el agroecosistema.

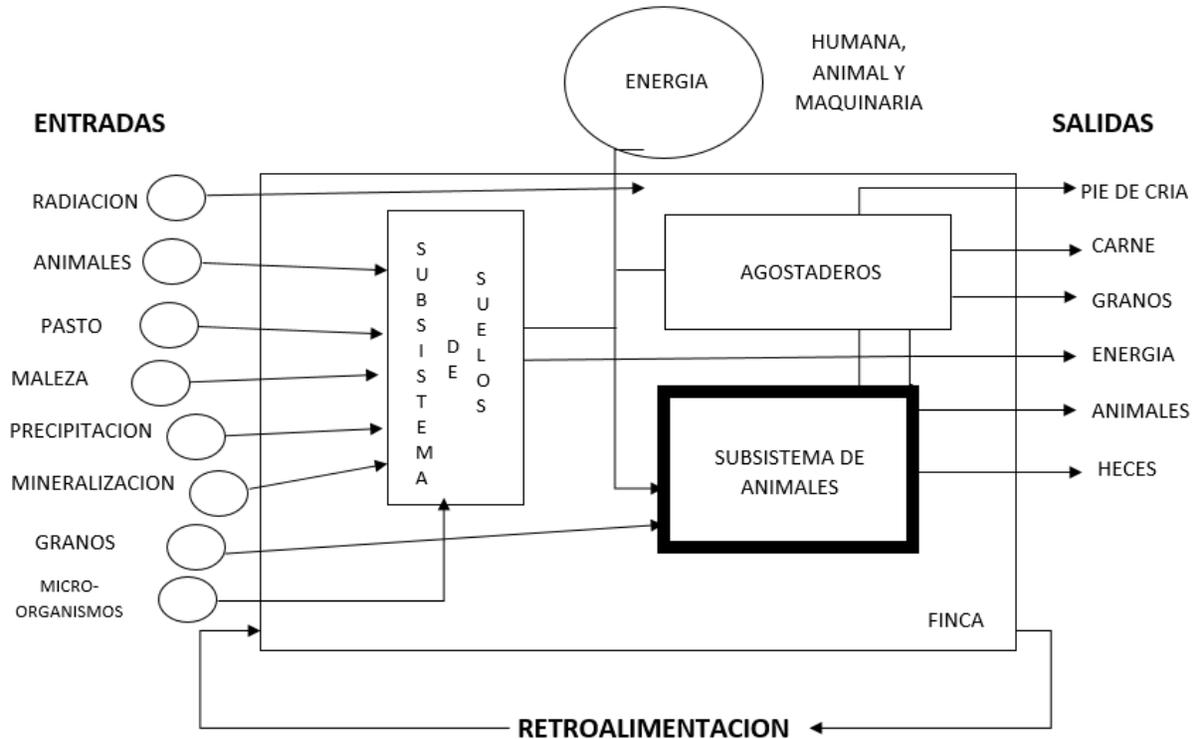


Fig. 1 Agroecosistema del estudio

Este siendo un agroecosistema familiar, el cual es fuente de proteína e ingresos económicos, o a su vez para consumo propio en algún evento. Es ahí la importancia de generar un agroecosistema sustentable y amigable con el medio ambiente.

#### 4.1.2. Sistemas de producción

Comúnmente el CPM es criado en las comunidades rurales en sistemas extensivos o de traspatio (Torres, 2015), en los cuales alcanzan mejores parámetros productivos que las razas introducidas debido a su rusticidad (Linares *et al.*, 2011). Lemus y Ly, (2010) reportaron que los CPM mostraron similitud al digerir pulpa de aguacate en comparación con cerdos de razas comerciales, sin embargo, este estudio se realizó en jaulas, es conveniente evaluar la digestibilidad de los CPM, mantenido en pastoreo, debido a que los cerdos criollos tienen una mejor adaptación al consumo de alimentos fibrosos por un aumento en la capacidad de digestión del ciego y el colon. Lemus *et al.* (2008), realizaron un estudio para evaluar distintas condiciones de crianza del CPM de Nayarit y observaron que los cerdos mantenidos de manera estabulada tienen una mayor ganancia de peso en comparación con aquellos mantenidos en condiciones de pastoreo, sin embargo, al

aumentar su peso aumentó también la cantidad de grasa dorsal. No existen estudios que documenten el comportamiento del CPM en un sistema semi-extensivo, es necesario observar y documentar la conducta de estos genotipos, con el fin de proponer alternativas de crianza y producción para ofrecer a los productores sistemas en los cuales el CPM sea visto como un animal rentable y así contribuir a la conservación y expansión de este recurso zoo genético que se encuentra en peligro de extinción.

#### **4.2. Cerdo Pelón Mexicano (CPM)**

Los cerdos criollos son descendientes directos de los animales traídos a América en el segundo viaje de Cristóbal Colón de 1493, los primeros ejemplares desembarcaron en la isla la española y posteriormente fueron introducidos al continente americano y se distribuyeron a diferentes regiones de muchos países (Benítez y Sánchez, 2002). Estos animales han generado rusticidad a las condiciones extremas donde habitan, producto de su adaptación de más de 500 años desde su introducción a América (Carrero, 2005).

Entre los cerdos criollos mexicanos (CCM) predominantes en el país, se encuentra el Cerdo Cuino (CC), el Pata de Mula (CM) y el Cerdo Pelón Mexicano (CPM), este último es el biotipo más difundido y su formación la obtuvo a partir de una mezcla de cerdos célticos, ibéricos y napolitanos, en combinación con animales asiáticos (Torres, 2015). El CPM se encuentra distribuido principalmente en los estados de Veracruz, Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Michoacán y las costas de Jalisco (Chan *et al.*, 2015). La población de CPM se ha visto amenazada y en los últimos años ha disminuido drásticamente encontrándose una población de cerdos puros menor a 1000 ejemplares, esto debido en gran parte a la constante introducción de razas exóticas en las explotaciones porcinas (Sierra, 2000).

Como estrategias de conservación y expansión de la raza, se ha implementado un programa mediante el cual se caracterizaron poblaciones de CPM en el estado de Yucatán, se realizó un inventario de la raza y análisis moleculares para conocer la pureza de los ejemplares (Sierra *et al.*, 2005). Actualmente el CPM se puede encontrar en comunidades rurales en las cuales es criado de manera extensiva, en su mayoría por las

mujeres y los niños (Torres, 2015; Sierra *et al.*, 2005), su alimentación se basa en desperdicios de alimentación humana, granos y raíces que recolecta en el campo, regularmente no recibe desparasitación y no existe un control reproductivo que proporcione información para mejorar genéticamente estas piaras. El grado de consanguinidad que existe en la población del CPM no se conoce exactamente, pero puede ser alto, por lo tanto, es necesario implementar programas y estrategias de conservación para incentivar a los productores y hacer del CPM un recurso criollo alternativo para mantener la producción animal bajo cualquier cambio drástico de tipo ambiental o económico (Segura-Correa y Montes-Pérez, 2001).

Conservar la diversidad genética de los recursos locales permite elegir animales y genotipos superiores en el medio en el cual han existido y también obtener nuevos genotipos para responder a los cambios ambientales, a los riesgos de enfermedad, a los cambios en las demandas del consumidor, a los cambios de las condiciones del mercado y a las nuevas necesidades de la sociedad, factores en gran medida imprevisibles (González y Vázquez, 1996); características importantes son la resistencia a enfermedades endémicas y al calor (Mejía, 2014).

El CPM se ha visto afectado negativamente, ya que hace 30 años mantenían características propias de animales puros. Además de los cambios genéticos generados por la introducción de las razas comerciales (Lemus *et al.*, 2001), se ha observado la existencia del efecto ambiental dentro de la misma raza, encontrándose que los CPM de las costas del Pacífico y del Atlántico, presentan distancias genéticas notables en algunos alelos (Lemus y Alonso, 2005). Sin embargo, a pesar de las distancias genéticas, los cerdos criollos de cada región comparten características relevantes, tales como: la adaptación a las condiciones adversas de las regiones donde habitan, la tolerancia a parásitos y enfermedades, la longevidad reproductiva y la adaptación a una alimentación pobre en base a los escasos recursos disponibles.

#### **4.2.1. Características morfológicas**

La característica de lampiño es peculiar del CPM que lo diferencia a simple vista de otras razas porcinas, y es aún más notoria en genotipos producto de entre animales puros

(Lemus y Ly, 2010). Se han realizado estudios para describir la morfología corporal de las poblaciones de CPM existentes en diferentes estados de la República Mexicana (Merlos *et al.*, 2015; Pérez *et al.*, 2015). Se ha observado que la mayoría de los CPM son animales de complejión delgada, con la grupa caída y un temperamento agresivo cuando las hembras tienen camada, la trompa es rectilínea y grande con ojos de color café (Torres, 2015). En la Figura 2 se presenta una hembra LT con características antes mencionadas.



Fig. 2 Hembra adulta Lampiño Tropical en un patio de "La Capilla", Cotaxtla, Veracruz.

Merlos *et al.* (2015), evaluaron las medidas zoométricas de hembras y machos Pelón Mexicano y, no observaron diferencias entre sexos, sin embargo, los animales fueron de 100 kg de peso, se requieren estudios de las características fenotípicas y de tipo las diferentes etapas de desarrollo del LT. En el Cuadro 1 se puede observar que el mayor porcentaje de ejemplares de CPM presenta un color de capa y pezuñas relativamente negras, se observó un bajo porcentaje de animales con mamellas y más del 50 % de los animales carecen de pelo, el mayor porcentaje de hembras tienen en promedio 8 mamas. En relación a las orejas casi el 50 % de los animales presentan orejas similares a las

razas asiáticas e ibéricas y se puede encontrar un mayor porcentaje de animales con perfil cefálico subcóncavo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características fenotípicas y morfológicas del CPM (Modificado de Pérez et al., 2015).

Variables	Clase	Frecuencia absoluta (%)	Frecuencia relativa (%)
Color de la capa	Negra	138	95.8
	Manchada	6	4.2
Color de pezuñas	Blancas	12	8.3
	Negras	118	81.9
	Pintas	14	9.7
Presencia de mamellas	Si	19	13.2
	No	125	86.8
Presencia de pelo	Sin pelo	78	54.2
	Escaso	54	37.5
	Abundante	12	8.3
Número de mamas	12	23	16
	11	11	7.6
	10	50	34
	8	28	19.4
Orientación de las orejas	Asiáticas	67	46.5
	Ibéricas	67	46.5
	Célticas	10	6.9
Perfil cefálico	Recto	76	52.8
	Subcóncavo	64	44.4
	Cóncavo	4	2.8

#### **4.2.2. Características Productivas**

El CPM es considerado poco productivo, debido a que es mantenido en las comunidades rurales en sistemas de producción extensiva y su conversión alimenticia es muy baja (Torres, 2015), el tamaño de la camada al nacimiento fue de 5.2, peso individual al nacimiento 860 g y al destete de 4 kg (Sierra *et al.*, 2005). Las ganancias de peso van de los 217 a 260 g según la edad y el peso vivo de 60 kg a edad adulta (Pérez *et al.*, 2015). Además, el rendimiento en canal del CPM fue menor que en razas comerciales y con mayor cantidad de grasa (Lemus y Ly, 2010) peso medio de las vísceras de 7.5kg (Merlos *et al.*, 2015). En confinamiento el CPM presento bajo porcentaje de grasa intramuscular de  $0.8\pm 0.2$  y contenido de humedad de  $74.8\pm 1.3$  %. A pesar de la baja respuesta productiva del CPM, su carne presenta porcentajes de grasa intramuscular adecuada para la elaboración de embutidos y alimentos típicos, como es el caso de la cochinita pibil, platillo que se prepara en el estado de Yucatán (Torres, 2015), así como la diversidad genética de este animal, he aquí la importancia de evaluar y mejorar las poblaciones de CPM existentes.

#### **4.2.3. Características Reproductivas**

En condiciones extensivas el CPM (Chan *et al.*, 2015; Sierra *et al.*, 2005). Se encontró un alto índice de fertilidad del 94.8 % (Sierra *et al.*, 2005). La duración de la gestación fue de 113.4 y de la lactancia 38.9 d (Lemus *et al.*, 2003), una característica notable es que la cerda CPM, presenta estro durante la lactancia (Lemus y Alonso, 2005). Chan *et al.* (2015), evaluaron la conducta sexual en verracos CPM y observaron que 60 % mostraron interés sexual a la monta del maniquí, determinaron en el semen motilidad de  $76.3\pm 0.9\%$ , densidad de  $258.6\pm 231.3 \times 10^6$  espermatozoides/mL y  $4.1\pm 0.4$  % de morfo anomalías.

Sin embargo, al crio preservar semen de verracos CPM a temperaturas de  $-196^{\circ}$  en nitrógeno líquido, se observó una integridad de la teca perinuclear y dominancia de la membrana de un 50.6 % al descongelado, estos valores son menores a los observados en verracos de razas comerciales (Orozco *et al.*, 2008). Lo anterior indica que la conducta sexual y las características seminales de los verracos CPM se consideran buenas para la inseminación artificial.

#### **4.3. Requerimientos nutricionales**

Un concepto importante que se tiene que tener claro es el termino nutrimento, que este se define como elementos orgánicos o inorgánicos que necesita el cerdo para sobrevivir, producir carne y reproducirse, las proteínas, los minerales, las vitaminas y la energía son algunos que tiene que recibir los cerdos para lograr su fin productivo, unos se requieren a mayor cantidad mientras otros a menor, sin embargo, todos son importantes para lograr los rendimientos (Campabadal, 2009)

La desnutrición puede ejercer un efecto negativo sobre la tasa de ovulación, aunque resulta difícil describir efectos positivos opuestos consecuencia de una buena nutrición. Los niveles reducidos de alimentación disminuirán el nivel de lípidos corporales y negarán condiciones óptimas para el crecimiento muscular (Whittemore, 1996).

De acuerdo a las diferentes etapas de crecimiento, existen diferentes requerimientos nutricionales para estas etapas, empezando con la etapa de iniciación que es el más importante a considerar ya que tendrá un efecto en los rendimientos productivos posteriormente, en esta etapa debe de tener una alta digestibilidad con materias que adapten el aparato digestivo de lechón (Solórzano, 2005).

En la fase de crecimiento se debe de cumplir con la máxima producción de tejido muscular en relación con el tejido graso de la canal, generando canales con carne magra para que sea aceptable al público, se recomienda alimentar en esta fase *ad libitum* de 46 a 80 kg de peso vivo según genotipo. Se debe lograr una ganancia de peso entre los 700 a 800 g/d, en esta fase que va muy pegada con la de engorda necesitan 16% de proteína y 250Kcal (Campabadal, 2009).

En la fase de engorda por lo general los animales empiezan a depositar grasa en el tejido muscular, a esto se debe controlar por medio de la alimentación este efecto y que se reduzca, esta etapa va de 80 kg hasta su venta. El porcentaje de proteína necesaria en esta fase va de 14% para un cerdo mejorado genéticamente y 15% para un cerdo criollo, las necesidades de proteína varían de acuerdo al sexo ya que los machos tienen una mala conversión alimenticia y generan más grasa, en cuando a la energía que necesitan es de 250Kcal (Danura, 2010)

En la etapa de reproducción y de gestación la cerda debe de tener un alimento balanceado que proporcione los requerimientos nutricionales necesarios para optimizar los rendimientos de los lechones. En todas estas fases el suministro de agua debe ser *ad libitum*, fresca y limpia, consumen entre 4.4 a 6.5 litros de agua por cada Kg de alimento seco consumido, si los animales se encuentran en estrés o aumenta el calor su consumo de agua aumenta de 15 a 75%. Esta debe ser analizada por lo menos dos veces al año para controlar la existencia de los minerales, microorganismos y otras sustancias, se recomienda que el agua debe tener una alta calidad similar a la de los humanos (García-Contreras, *et al.*, 2012)

### 4.3.1. Proteína

Las proteínas son macromoléculas cuyo nombre proviene del griego prótos, que significa “primero” o “más importante”, formadas por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, son las encargadas de expresar la información genética, la formación de las estructuras del organismo, transporte de moléculas y forma parte de los procesos metabólicos. Son cadenas de aminoácidos en secuencias específicas, teniendo una estructura tridimensional. Las proteínas tienen la misma estructura química central, lo que hace distinta una proteína de otra es la secuencia de aminoácidos (Luque,2005).

La degradación de la proteína produce aminoácidos (AA), los cuales son absorbidos y llevados al hígado por vía sanguínea, parte de estos AA se ocupan para la síntesis de proteína en el hígado y el resto llega a cada tejido para producir proteínas corporales (músculos, órganos y piel). Cuando hay un aporte insuficiente de proteínas, se provoca un crecimiento lento y afecta la formación de tejido muscular, teniendo esto una mala calidad en los canales. Las necesidades de proteína irán cambiando a la etapa de crecimiento que este el animal, teniendo una necesidad mayor cuando el animal es pequeño y disminuyendo a medida que crece (Marota *et al.*,2009).

Se ocupan dos tipos de proteína en la elaboración de alimento para cerdo, las de fuentes de proteína de origen vegetal, la harina de soya, las de fuentes de origen animal, harina de pescado, carne y hueso, subproductos de la leche, plasma porcino, las células sanguíneas y subproductos avícolas. La harina de soya es la que se puede ocupar libremente en la alimentación de cerdos, para la etapa de lechones de peso 5-12kg un nivel de 10% máximo, de 12-18 kg un nivel de 15% y para cerdos de 18kg en adelante no existe restricciones nutricionales (Campabadal, 2009).

### **4.3.2. Aminoácidos**

Hay que asegurarse que el animal recibe todos los aminoácidos (AA) que necesita y que exista equilibrio entre ellos, para que los índices productivos y los de crecimiento no se vean afectados. Los AA se clasifican en no esenciales, semiesenciales, y los esenciales, los cuales se aportarán a través de la dieta, es importante controlar los AA esenciales cuando se reduce el nivel de proteína (Cirera, 2016).

Muchos investigadores buscaron la composición ideal de AA que necesita el cerdo para maximizar el crecimiento y la eficiencia alimenticia y llegaron al término “proteína ideal” que esta se define como el nivel de AA que maximiza la retención de nitrógeno en el animal, lo cual el animal tiene cubiertas sus necesidades fisiológicas y de crecimiento; recibe exactamente lo que necesita. Para esto se ocupan los AA esenciales que estos son aquellos que no sintetiza el organismo y si lo hace es a una velocidad menor y el crecimiento del animal se verá afectado. Lo cual estos AA son requeridos en determinadas proporciones dependiendo de la etapa fisiológica (Marota *et al.*,2009).

Los AA esenciales para los cerdos son: lisina (Lys), treonina(Thr), metionina(Met), triptófano (Trp), valina (Val), isoleucina(Ile), leucina(Leu), histidina(His), fenilalanina(Phe) y tirosina (Tyr), glutamina y arginina que estos son considerados AA no esenciales, estos últimos ocupados para los lechones, todos estos tendrán que ser suplidos a través del alimento, siendo así importante satisfacer las exigencias nutricionales ya establecidas (Nogueira *et al.*, 2012).

### **4.3.3. Vitaminas**

Las vitaminas son sustancias orgánicas ocupadas en funciones metabólicas, como la visión, reproducción, formación de huesos. Tienen un papel importante en el desarrollo del sistema inmune, han demostrado su capacidad de proteger las células de la oxidación, radicales libres, producción de inmunoglobulinas (Campabadal, 2009).

De acuerdo a su solubilidad se dividen en dos grupos: hidrosolubles y liposolubles. las hidrosolubles siendo importantes ya que aumenta la velocidad de las reacciones fisiológicas (catálisis), si no se encuentran en el organismo se tienen consecuencias en el sistema nervioso y sistema inmune, estas vitaminas son del complejo B (tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, piridoxina, biotina, ácido fólico, cobalamina) y la vitamina C (ácido ascórbico) (Zago *et al.*, 2010).

Las vitaminas liposolubles se absorben a través de las micelas y los quilomicrones, se almacenan en el hígado y tejido adiposo, sus funciones son la actividad antioxidante y la producción de células y sustancias químicas del sistema inmune, incluye el grupo de vitamina A, D, E y la K (Waldron,2013).

Gran número de estudios demuestran que la falta de vitaminas en la dieta tiene efectos en el sistema inmune, afectando la resistencia a las enfermedades, producción de inmunoglobulinas y mediadores de la inflamación como prostaglandinas E2 (Campos-Granados, 2015).

#### **4.3.4. Minerales**

Los minerales constituyen entre el 4-5% del peso vivo de un animal y son de suma importancia para la vida y la salud. Se conocen 21 elementos que cumplen diversas funciones en el organismo, son elementos inorgánicos y tienen dos funciones importantes en el cerdo: la primera en la formación de los huesos y la otra en la utilización eficiente de los nutrientes como la proteína y los AA (Campabadal, 2009).

Se clasifican en dos grupos principales: macrominerales y los microminerales. Los macrominerales son aquellos que tienen un peso atómico mayor y con un mayor consumo, algunos de estos macrominerales son: calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio, cloro y azufre. Los microminerales son los de menor peso atómica y menor consumo, como: hierro, selenio, cobre, cromo, zinc, manganeso. Ambos grupos siendo importantes ya que son importantes para el metabolismo (Campos-Granados, 2015).

Los minerales deben de estar presentes en la alimentación en cantidades adecuadas, ya que su déficit o exceso complicaran los procesos metabólicos como regulador de distintas enzimas como ADN y ARN y en el sistema inmune, a su vez pueden causar toxicidad y enfermedades crónicas (Carbajal, 2002).

#### **4.4. Fases reproductivas de las cerdas**

Referente a un proceso de selección de hembras para un sistema de producción se definen en dos fases: la fase de desarrollo de futuras reproductoras y la fase donde las cerdas ya son reproductoras. En donde se encuentran tres tipos de cerdas las nulíparas, pluríparas y multíparas.

Las multíparas son aquellas cerdas que llevan más de dos partos y las pluríparas son las que llevan 2 partos, en ambos casos es importante llevar buenos controles en la fase de lactación, su correcta alimentación, recuperación de la condición corporal (CC) antes de una inseminación artificial, estas cerdas mientras más pasa partos, más comen, dan menos leche y la recuperación de la CC es más lenta (Sánchez, 2000).

Para el caso de nuestra investigación las importantes son las cerdas nulíparas, son aquellas cerdas que nunca han parido, se les llamara así hasta que llega el momento del primer parto, a estas cerdas se les da un manejo adecuado desde la entrada a la explotación hasta la pubertad, evaluando sus características morfológicas y a su vez teniendo un correcto control de los primeros celos (Quiles y Hevia, 2007).

#### **4.4.1. Pubertad**

La pubertad se define como la fase entre inmadurez-madurez, reconociéndose en la cerda joven por la aparición del primer periodo estral. Este primer estro es invariablemente fértil y representa el principio de la capacidad reproductora de la cerda. Normalmente aparece alrededor del día 200 de vida, aunque hay razas que aparecen a los 135-250 días o más. Estas variaciones de la aparición de la pubertad son debidas a influencias estimulantes o inhibitorias que se originan tanto en el entorno externo como en el medio interno del animal y son la consecuencia de factores como la raza y el genotipo de la cerda, estado de nutrición y condiciones climáticas (Hughes y Varley, 1984).

La pubertad es el período en la vida del animal en que adquiere la madurez sexual o capacidad para reproducirse, aparecen los primeros caracteres sexuales secundarios y

adquieren un gran crecimiento y desarrollo los órganos genitales de una manera gradual, junto con el desarrollo general del cuerpo. La pubertad es un fenómeno de relevancia en la vida productiva (Bavera, 2000).

Algunas características que la cerda presenta en su primer celo es: excitación, emisión de gruñidos, enrojecimiento de la vulva, disminución del apetito, cambio de comportamiento (montarse entre ellas) y búsquedas del macho e inmovilidad ante su presencia (Padilla Jáuregui, 2006).

En el caso de cerdas criollas están caracterizadas por su precoz madurez sexual, bajo potencial reproductivo, existen otros factores que influyen en el desempeño reproductivo de la hembra como la alimentación y las condiciones sanitarias (Linares *et al.*, 2011).

Los niveles crecientes de estrógeno procedentes de los folículos en desarrollo del ovario, estimulados por FSH y LH de la glándula pituitaria anterior, ayudan a estimular el crecimiento del aparato reproductor y finalmente origina la oleada hormonal que provoca los síntomas del primer estro puberal (Whittemore, 1996). El primer ciclo estral estará afectado por la nutrición, la heterosis y el ambiente social (Fuentes *et al.*, 2006).

Se ha indicado que la aparición de la pubertad en la cerda joven es una función más de la edad que del peso, pero está claro que existe un límite inferior de peso por debajo del cual la pubertad no aparece. Cuando se combinan el peso y la edad de la cerda se puede calcular el ritmo del crecimiento del animal; el cual se sugiere que los animales que crecen más deprisa maduran más temprano porque tienen un nivel más alto de actividad hipofisaria (Hughes y Varley, 1984).

La edad a la que las cerdas alcanzan la pubertad varía en función de la raza. Pueden existir diferencias de hasta 20 días si se trata de híbridos o razas puras, se sabe que las cerdas híbridas alcanzan la pubertad antes que las de razas puras. Se ha comprobado que el peso de la hipófisis de las cerdas cruzadas, a igual peso y edad, es mayor que en las de raza pura, por lo que el aumento de la actividad hipofisaria puede influir en el adelanto de la pubertad en las cerdas cruzadas. Respecto a las diferencias interraciales, la raza Piétrain alcanza antes la pubertad que la Landrace y Large White, seguida de la Hampshire, siendo las razas chinas (Meishan, Jiaying y Jinhua) las más precoces de todas. Estas últimas pueden llegar a alcanzar la pubertad unos 100 días antes que las razas europeas (92 vs 190 días) (Echave, 2012).

Los efectos del genotipo sobre la aparición de la pubertad en la cerda han demostrado una clara diferencia entre razas y por lo tanto la consanguinidad como el entrecruzamiento puede naturalmente ejercer su influencia (Hughes y Varley, 1984).

Existen efectos estacionales que influyen sobre la función reproductora en la hembra; las hembras nacidas en primavera manifiestan la pubertad más tempranamente que las nacidas en otras estaciones, mediados por la duración del día y la temperatura. El fotoperiodo influye en la reproducción del cerdo que conlleva a una disminución en la edad de la pubertad a medida que los días se hacen más largos influido por la glándula pineal (Hughes y Varley, 1984).

El efecto macho constituye un estímulo social que actúa para iniciar la actividad reproductiva, el comportamiento receptivo en la hembra y la fase folicular. El comportamiento receptivo de una cerda en estro es una respuesta a los estímulos

percibidos por los sistemas olfativo, auditivo, táctil y visual. De todos ellos, los estímulos olfatorios y táctiles son esenciales para producir una respuesta de inmovilidad en la cerda. Está demostrado que el contacto directo con el macho es el estímulo natural más potente para las cerdas jóvenes. Por ello debe desempeñar un papel fundamental en el manejo de estos animales. Cuando esta práctica se realiza correctamente se puede conseguir que 90% de las cerdas expuestas al verraco presenten la pubertad en un periodo de cuatro semanas a partir del primer contacto con el verraco (Echave, 2012).

Los métodos de contacto directo con verracos sexualmente activos consiguen un adelanto de 10 d en la aparición del primer estro. Durante este contacto directo, las nulíparas seleccionan activamente al verraco. Experimentos realizados demuestran que la proporción de cerdas que alcanzan la pubertad es mayor cuando las nulíparas son expuestas al efecto macho, independientemente de las horas luz del día (Echave, 2012).

Para que este contacto tenga el máximo efecto debe producirse cuando la cerda tiene entre 20 y 24 semanas de edad. En cerdas más jóvenes, la respuesta a este estímulo es mucho menor, y cuando son mayores de 24 semanas no se produce una reducción de la edad a la que aparece la pubertad (Hughes, 2001). El verraco utilizado debe tener más de 12 meses de edad, ya que una parte importante del efecto estimulante que ejerce el verraco se debe a su capacidad de sintetizar la androsterona. La producción de esta feromona aumenta de los 8 a los 12 meses de edad, momento en el que se alcanza la máxima producción, y se elimina con la saliva del animal (Echave, 2012).

Se han realizado muchos estudios usando gonadotropina sérica de yegua gestante (PMSG) y gonadotropina coriónica humana (hCG) para inducir precozmente la pubertad

en primerizas. El uso de ambas gonadotropinas en la sincronización del celo parece explicable desde el punto de vista fisiológico, debido a que la PMSG tiene propiedades biológicas similares a FSH y LH (70% de la actividad FSH y 30% de la LH) y la hCG es un agonista de la LH. Generalmente dosis de 500 a 2.000 IU de PMSG seguido de 500 IU de hCG a las 48 o 96 horas pueden inducir la ovulación en el 100 % de primerizas en un rango de edades y pesos. La edad y el peso a la pubertad pueden favorecer el inicio de la ciclicidad, después del tratamiento con PMSG/hCG (Fuentes *et al.*, 2006). Actualmente existen en el mercado compuestos a base de androsterona que constituyen una herramienta más para conseguir una correcta estimulación de las cerdas (Echave, 2012).

Se puede afirmar que hasta ahora no hay un buen método disponible para inducir el estro fértil en cerdas Pre-Púberes. Probablemente se obtengan mejores resultados con la aplicación de PMSG para estimular el desarrollo ovárico, de hCG para inducir la ovulación durante el primer estro y de una inyección de PMSG/hCG al final del primer ciclo estral como refuerzo para inducir el segundo estro (Fuentes *et al.*, 2006).

#### **4.4.2. Dinámica hormonal durante el ciclo estral**

La cerda es un animal poliéstrico, lo cual manifiesta su ciclo sexual en todo el año en condiciones favorables, con una duración de 21 d, algunos autores señalan 4 fases del ciclo estral, proestro (2-7d), estro (2-4 d), post-estro(1-8d) y diestro (14d). En el proestro donde las cerdas empiezan a montarse entre sí, enrojecimiento vulvar y secreciones, el estro abundante secreciones, come poco, gruñe con frecuencia y lo más característico el reflejo de inmovilidad, esta fase siendo la más importante del ciclo estral, post-estro

comienza la producción de progesterona y el diestro, donde si hay gestación los niveles de progesterona aumento y viceversa si no hay gestación (Cintra *et al.*, 2006)

Se caracteriza por dos fases, la fase folicular y la fase lútea del ciclo sexual. En la fase folicular las células de la capa granulosa son encargadas de producir estrógenos y progesterona, mientras las células de la teca producen andrógenos. Una de las hormonas más importantes producidas por los folículos son los estrógenos, se observa un aumento en el estradiol desde 6 pg/ml hasta 20 pg/ml ente el día -6 y el -2.5 del ciclo y posteriormente un pico de hasta 44 pg/ml. En los días siguientes los valores disminuyen gradualmente hasta alcanzar los niveles basales de 2.4 pg/ml en el segundo día. Durante esta fase la secreción de LH hipofisaria presenta un nivel bajo, mientras que la FSH es elevada. Lo que esto aumenta la síntesis de progesterona en las células de la granulosa, mientras que la LH es necesaria para la producción de andrógenos en el tejido. La progesterona y los andrógenos son el sustrato para la síntesis de estrógeno (Falceto, *et al.*, 2005).

La fase lútea está encargada de 3 cosas principalmente, formación del cuerpo lúteo, producción de progesterona y luteolisis, en la fase lútea temprana el cuerpo lúteo se forma a partir de las células foliculares, fase lútea media es cuando se produce grandes cantidades de progesterona y la fase lútea tardía el cuerpo lúteo se destruye por la prostaglandina, esto solo se da si los niveles de progesterona decaen, la hembra entra en una nueva fase folicular incrementando el GnRh (Senger, 2012).

#### **4.4.3. Progesterona (P4)**

Es una hormona con efectos en las vías reproductivas, glándulas mamarias, sistema nervioso central e hipófisis, estimulando cambios y preparándolo para la implantación del embrión y manteniendo la gestación, disminuye la contractilidad uterina y la inhibición de la gonadotropina luteoestimulante (LH), y presente un declive al final del ciclo (CMAEP, 2015)

En las cerdas los niveles de progesterona (P4), empiezan a subir hacia el día 10 del ciclo, llegando a su máximo nivel ocasionando que el tamaño folicular permanezca entre 3 y 4 mm, por lo que la producción de estrógenos es mínima, cuando los niveles de P4 empiezan a caer los folículos empiezan a crecer llegando a un tamaño de 7 y 8 mm (Jiménez, 2006).

Los niveles de progesterona pueden variar antes de la pubertad, estos pueden ser muy bajos donde se dice que la cerda está en anestro (2.5-3 ng/mL) o en lo contrario donde una cerda es cíclica donde los niveles suben, con un pico máximo (25-30 ng/ mL), al mantenerse niveles altos apunta que esta gestante o que presenta cuerpos lúteos persistentes (Falceto, 2004).

#### **4.4.4. Estrógenos (E2)**

Conforme avanza la fase folicular el aumento de estrógenos (E2) produce una inhibición en el eje hipotálamo-hipofisario, de forma que se frena la liberación de FSH y LH, esto ayudando a que los folículos que están destinados a ovular prosigan su crecimiento, así que los estrógenos, en la fase folicular avanzada suprime las concentraciones de estas

hormonas que más tarde favorece el pico preovulatorio de LH y otro segundo de FSH que se produce en el segundo día del ciclo (Falceto, *et al.*, 2004)

Los estrógenos son parte de la proliferación, expansión de la placenta, movimiento de agua y electrolitos, permeabilidad celular y regulación del flujo de sangre uterina, en diversos estudios postulan que la secreción de estrógenos se debe a señales de reconocimiento de embriones (Williamson, *et al.*, 2008). Para un nuevo estro que se necesita la producción de altos niveles de estrógenos que esto dará inicio a la foliculogénesis, desarrollando nuevos folículos que darán el comportamiento sexual y los signos típicos del estro o celo (Bravo, 2015)

#### **4.4.5. Hormona liberadora de gonadotropina (GnRH)**

La GnRH determina la función hipofisaria, estimulando la secreción de la LH y FSH, siendo la LH la que tiene mayor correlación con esta. La secreción de la GnRH se produce de manera pulsátil, lo cual es indispensable en la secreción de gonadotropinas (Potau y Carreño, 2007). La GnRH actúa en el desarrollo folicular del ovario y sobre la función del cuerpo lúteo gracias a la liberación de la LH y la FSH desde la hipófisis. La administración de GnRH incrementa los niveles de LH y FSH, que lo ocupan para estimular el crecimiento folicular y la ovulación, lo que provocara el estro y la ovulación en cerdas pre-púberes, en lactación y en anestro, en diversos estudios observaron que al administrar GnRH ha aumentado el tamaño de camada al nacimiento, el intervalo del parto-destete, así como aplicar la hormona a cerdas jóvenes antes del destete mejora la tasa de parto al primer servicio (Romo *et al.*, 2009).

El estudio de la GnRH en combinación con sus análogos, se demostró que son inductores de la ovulación en cerdas, algunos de sus análogos es la buserelina, perforelina y la triptorelina, lo cual ayudara en el desempeño reproductivo en las cerdas. En pocas palabras la GnRH ayuda a que las cerdas entren en estro, ovulación y a mejorar los parámetros reproductivos (Williams *et al.*, 2018).

#### **4.4.6. Hormona luteinizante (LH)**

La LH se caracteriza por estar presente en la fase folicular, donde se lleva acabo el crecimiento de los ovarios y empieza el estro. La LH produce la ruptura del folículo y se produce la ovulación, esta hormona es encargada de dar origen al cuerpo lúteo, el mismo que empieza a secretar progesterona. Si el cuerpo lúteo no se fecundó, se rompe y no hay producción de progesterona y se inicia un nuevo ciclo sexual (Prieto-Gómez y Velazquez-Paniagua, 2002). Esta hormona se produce en la glándula pituitaria anterior, regulada por el hipotálamo por acción directa de la hormona GnRH.

Cuando se llega a los niveles máximo de estrógeno se desencadena el pico de LH, lo que da inicio a la ovulación, esto sucediendo 30 horas después del pico, con folículos ovulatorios y ellos producirán los cuerpos lúteos de mayor tamaño. Una alteración en la duración del pico de LH causan la falla de la ovulación, folículos quísticos, formación del cuerpo lúteos y la supervivencia embrionaria (Jiménez, 2006).

#### **4.4.7. Hormona foliculoestimulante (FSH)**

La FSH, actúa sobre los folículos, desarrollando los óvulos, haciéndolos crecer de tal manera que desencadena la producción de estrógeno, está inhibiendo la FSH (Prieto-

Gómez y Velazquez-Paniagua, 2002). Cuando hay niveles altos de FSH, hay mayor cantidad de folículos.

La principal acción de la FSH es la estimulación de la maduración del folículo, los primeros folículos se producen en ausencia de FSH, pero no maduran hasta que los niveles aumentan y se da la ovulación, también actúa en las células de la granulosa ovárica, convirtiendo andrógenos en estrógenos. La FSH dará pie a la hormona LH (Potau y Carreño, 2007).

## **5. Materiales y Métodos**

### **5.1. Ubicación y condiciones agroecológicas**

El estudio se realizó en el predio “El Huilango” de la comunidad “La Capilla” municipio de Cotaxtla, Veracruz, México; a 18° 53´ N y 96° 15´ O altitud de 30 msnm. La temperatura y precipitación media anuales son de 25,4 °C y 1.042 mm, con un clima Aw0(w)(i´) g cálido subhúmedo, con poca oscilación térmica tipo Ganges sin canícula con lluvias en verano (García, 1988).

### **5.2. Descripción de los animales**

Los animales se recolectaron en comunidades del municipio de Comapa de la región de Las Altas Montañas del estado de Veracruz, se adquirieron 30 cerdas pre-púberes de aproximadamente  $60 \pm 7$  días de edad, se desparasitaron (Panacur, MSD-Animal Health, México) y se les suministroo alimento comercial de la etapa de destete durante 30 días. Al inicio del experimento tuvieron un peso medio de  $7.5 \pm 1.5$  kg.

### 5.3. Instalaciones

Se utilizaron 10 corrales de 3.0 x 2.5m, con malla borreguera, piso de tierra, cerco eléctrico y con acceso a sombra. Los comederos fueron de cemento y con bebederos automáticos tipo chupón.



Fig. 3. Instalaciones de hembras criollas Lampiño Tropical.

### 5.4. Periodo experimental, distribución de animales en los tratamientos.

El periodo experimental fue de 128 d. de marzo a julio de 2017. Se dividió el experimento en dos etapas, durante la primera etapa se midieron las características de crecimiento y en la segunda se incluyeron muestras de sangre para evaluar los niveles de progesterona y estradiol. Se asignaron aleatoriamente tres cerdas pre-púberes por corral. A cada dieta se asignaron 15 hembras pre-púberes de edad media de 10 semanas.

## 5.5. Elaboración de dietas

Se utilizaron dos dietas, una a base de maíz quebrado adicionada con vitaminas y minerales(MA) y otra a la que se le adiciono soja(MS); la primera con 7.8% de proteína cruda y la segunda con 13.8%.

### 5.5.1. Cuadro de inclusión (%)

Cuadro 2. Ingredientes de la dieta con porcentaje de inclusión.

Ingredientes	Dieta	
	MA(%)	MS(%)
Maíz amarillo quebrado	96.5	82.0
Pasta de soya	--	14.5
Vitaminas	1.0	1.0
Minerales	2.5	2.5

MA=Maíz, MS=Maíz-Soya

## 5.6. Dietas y forma de alimentación

El alimento se proporcionó dos veces al día, con lectura y limpieza de comederos durante la mañana. La cantidad de alimento suministrada fue incrementándose de acuerdo al consumo observado diariamente.

## 5.7. Características estudiadas

Las variables de respuesta relativas al crecimiento fueron peso vivo (kg), ganancia de peso (kg d-1), consumo de alimento (kg d-1), largo del cuerpo (cm) y amplitud de cadera (cm) y para los niveles hormonales fueron progesterona (ng mL-1) y estradiol (pg mL-1). Los datos de las variables corporales se recolectaron durante siete periodos, los tres primeros fueron mensuales y los cuatro últimos quincenales; las hormonas durante tres periodos quincenales.

### 5.7.1. Colecta de sangre

La colecta de sangre se hizo entre las 8:00 y 14:00 h. Se extrajo sangre de la vena auricular lateral (de la oreja). La oreja se froto para dilatar el vaso, se desinfecto el área y se introdujo la aguja desde la parte media de la oreja hacia la base de la misma, una vez que se vio sangre en la jeringa se tomó una muestra de 3 mL, y se retiró la aguja (Sjaastad y Aass, 2000). El manejo del animal fue de pie y sujetando el hocico. En algunas tomas de muestra, hubo cerdas que no se les pudo extraer sangre.

### 5.7.2. Análisis de muestras de sangre

Se realizó mediante el método de ELISA, se ocuparon kits comerciales (DRG), con un total de muestras de 99 de las cuales solo se ocuparon 72 muestras. El análisis hormonal de las muestras de sangre se realizó en el área de sistemas de producción agropecuarios de la Universidad Autónoma Metropolitana.

## 5.8. Diseño experimental

Las variables de respuesta se analizaron con el siguiente modelo fijo experimental:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + T_j + (GT)_{ij} + E_{ijk}$$

**Donde:**

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta

$\mu$  = Constante que caracteriza la población.

$G_i$  = Efecto de  $i$ -ésima dieta ( $i=1,2$ )

$T_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo periodo ( $j=1,2,3,4,5,6,7$ )

$(GT)_{ij}$  = Efecto de la interacción del  $i$ -ésima dieta con la  $j$ -ésimo periodo.

$E_{ijk}$  = Error experimental

## 6. Resultados y Discusión

Tanto el nivel de proteína de la dieta como el periodo de medición; así como, su interacción tuvo efectos significativos en todas las variables de respuesta relacionadas con el crecimiento ( $p \leq 0.01$ ), para estradiol solamente tuvo significancia la interacción y para progesterona la dieta ( $p \leq 0.01$ ).

En el Cuadro 3 se observa que, aunque al inicio del experimento el PV en ambas dietas fue similar con una diferencia observada de 200 g, este fue diferente a partir del tercer periodo, favoreciendo a la dieta MS en 14.63 kg en el último periodo, diferencia enorme para animales criados bajo las mismas condiciones, excepto el nivel de proteína en la dieta y cambios asociados en la composición de la misma, por incluir pasta de soya. Mientras en la dieta MA las cerdas incrementaron su PV del primero al último periodo en 21% de la dieta MS este incremento fue de casi 350%, en 128 días.

Becerril (2004) evaluó los pesos en dos tipos de sistemas, uno en confinamiento y otro en pastoreo, encontrando pesos del CPM, en confinamiento fue de 57 kg y en pastoreo de 45 kg. Lemus *et al.*, (2000b) comparo pesos de CPM en diferentes climas, encontrando al inicio del experimento un peso medio de 7 kg, no importando el clima, pero a mayor tiempo mayores condiciones de estrés por calor viéndose reflejado en el peso, dando como resultado un peso final de 51 kg en un clima semi-calido, y los otros dos grupos con un peso medio de 35 kg, esto explica porque en el experimento el peso máximo fue de 16 kg para la dieta de MS, viéndose afectado por el calor.

El consumo de alimento se presenta en el Cuadro 4. desde el primer periodo, la dieta MS fue más apetitosa para las cerdas quienes la consumieron hasta más de 600 g d<sup>-1</sup> en los

últimos dos periodos, a diferencia de la MA que no alcanzo 400 g en ningún periodo; el consumo medio de la dieta MS fue superior de 520 g d-1, más del doble que en MA que no alcanzo 250 g d-1.

Lemus *et al.* (2000a) obtuvieron un consumo en CPM en pastoreo de 1.3 kg y máximo de 1.6 kg, para el mismo biotipo pero en condiciones de pastoreo obtuvieron consumo de 1.4 kg y un máximo de 1.97 kg, el consumo de alimento fue menor para los animales en pastoreo ya que estos animales tiene una gran habilidad para consumir pasto, y en la unidad experimental fue mucho menor, ya que el piso del corral fue de tierra, lo cual se justifica que los consumos de alimento fueran mínimos, ya que los animales comían tierra.

La ganancia media de peso en la dieta MA fue muy reducida, alimentar con un solo ingrediente, aunque sea maíz, no favoreció el crecimiento de las cerdas; en la dieta MS la ganancia media de peso fue superior de 120 g d-1, que corresponde a un nivel bajo, aunque aceptable para las condiciones de climas cálidos tropicales de una raza de cerdos criolla que no ha sido seleccionada para esta característica, la ganancia medio de peso máxima ocurrió en el período 3 con más de 160 g d-1 (Cuadro 5).

Lemus *et al.* (2000) obtuvo una ganancia diaria de 1.53 kg con cerdos en clima semi-calido, para cerdos en clima cálido obtuvieron ganancias de 0.97 kg y 0.86 kg. El CPM tiene preferencias por la vegetación nativa, lo cual ocasiona un ritmo de crecimiento lento y tener ganancias de peso menores.

Aunque el ancho de la cadera aumento en ambas dietas, en la dieta MA solamente fue de 4.6 cm al final del estudio, mientras que en la MS fue de 14.22 cm, tres veces más que en la MA, diferencia acumulada a partir del tercer periodo. El desarrollo anatómico

de la cadera es importante en las hembras, en relación a la fortaleza del tren posterior para realizar la copula, facilidad de parto y formación de jamones (Cuadro 6).

Castro *et al.* (2012) encontró un valor de 26.97 cm para cerdos de pampa rocha, describiendo a estos cerdos como cerdos mesolíneas, Estupiñan *et al.* (2009) encontró un valor de 23.08 cm en cerdo del ecuador, Martínez *et al.* (2016) encontró valores para el CPM de 20.12 cm, cerdos cuinos de 19.31 cm, y una cruce que no se definió pero de las áreas rurales de México un valor de 21.45 cm, existiendo una mayor variabilidad morfológica en relación a cerdos américo latino, dada a los diferentes sistemas de producción, de manejo, ambientes y sobre todo de la genética.

Arredondo *et al.* (2011) encontró valores de 17.29 cm en cerdo criollos de Colombia. Lo que explica que para este estudio y lo que reporta Martínez *et al.* (2016) no hay diferencia, porque en la dieta de MS se obtuvo un valor de 33.69 cm siendo mayor.

En el cuadro 7, similar al ancho de cadera, el largo del cuerpo también favoreció a la dieta MS con más de 18 cm en el último periodo y que significo una diferencia de 31 %; en ambas dietas las cerdas inician con tamaño de cuerpo próximos a los 50 cm, sin embargo, en MA se aproximaron a los 60 cm y mientras que en MS a los 80 cm. Un cuerpo más largo permite a las futuras madres disponer de más espacio para distribuir más ampliamente a su camada durante la lactancia y permite una mejor disposición de tetas.

En un estudio anterior Lemus *et al.*, (1999) evaluaron diferencias morfológicas, encontrando para el CPM una media de 82 cm a una edad media de 488 d, los animales de este estudio su edad media era de 188 d. Becerril (2004) caracterizo al CPM y

Yorshire-Landrace y no encontró diferencias en lo largo del cuerpo ya que la medida media para ambos biotipos fue de 51 cm.

Martínez *et al.* (2012) para longitud de cuerpo encontró un valor de 77.81 para el CPM, en cerdo cuino encontró un valor de 69.59 cm y para una craza no definida de áreas rurales mexicanas un valor de 88.52, lo encontrado para CPM en este estudio fue de 66.68 cm no muy alejado a lo que encontró Martínez *et al.* (2012). Entre los cerdos criollos mencionados, no hay diferencias significativas en el largo del cuerpo, lo cual describe animales medianos.

## Peso Vivo

Cuadro 3. Peso vivo (kg) de hembras criollas Lampiño Tropical alimentadas con dietas a base de maíz (MA) y maíz-soya (MS).

Dieta	Periodo							Global
	1	2	3	4	5	6	7	
<b>MA</b>	6.92±0.56 <sup>a</sup>	7.36±0.74 <sup>a</sup>	7.49±0.89 <sup>b</sup>	7.71±1.02 <sup>b</sup>	7.91±1.16 <sup>b</sup>	8.24±1.38 <sup>b</sup>	8.39±1.50 <sup>b</sup>	7.72±0.99X
<b>MS</b>	6.72±0.54 <sup>a</sup>	10.04±0.7 <sup>a</sup>	14.51±0.8 <sup>a</sup>	18.64±0.9 <sup>a</sup>	19.78±1.11 <sup>a</sup>	21.51±1.3 <sup>a</sup>	23.02±1.4 <sup>a</sup>	16.32±0.9Y
<b>Global</b>	6.82±0.39A	8.70±0.5B	11.00±0.6C	13.17±0.7D	13.84±0.8E	14.87±0.9F	15.71±1.0G	

<sup>a-b</sup>, X-Y: Literales distintas por columna son diferentes ( $p \leq 0.001$ ). A - G: Literales distintas en la hilera son diferentes ( $p \leq 0.001$ ).

## Consumo de alimento

Cuadro 4. Consumo de alimento (gr) de hembras criollas Lampiño Tropical alimentadas con dietas a base de maíz (MA) y maíz-soya (MS).

DIETA	PERIODO						GLOBAL
	1	2	3	4	5	6	
<b>MA</b>	0.16±0.04 <sup>b</sup>	0.14±0.04 <sup>b</sup>	0.17±0.04 <sup>b</sup>	0.20±0.04 <sup>b<sup>a</sup></sup>	0.34±0.04 <sup>b<sup>a</sup></sup>	0.39±0.04 <sup>b</sup>	0.24±0.03X
<b>MS</b>	0.34±0.04 <sup>a</sup>	0.46±0.04 <sup>a</sup>	0.50±0.04 <sup>a</sup>	0.59±0.04 <sup>a</sup>	0.60±0.04 <sup>a</sup>	0.60±0.04 <sup>a</sup>	0.52±0.03Y
<b>GLOBAL</b>	0.26±0.03A	0.31±0.03A	0.34±0.03AB	0.40±0.03B	0.47±0.03C	0.49±0.3C	

<sup>a-b</sup>, X-Y: Literales distintas por columna son diferentes ( $p \leq 0.001$ ). A - G: Literales distintas en la hilera son diferentes ( $p \leq 0.001$ ).

## Ganancia de peso

Cuadro 5. Ganancia de peso (gr) de hembras criollas Lampiño Tropical alimentadas con dietas a base de maíz (MA) y maíz-soya (MS).

DIETA	PERIODO						GLOBAL
	1	2	3	4	5	6	
<b>MA</b>	0.01±0.01 <sup>b</sup>	0.005±0.01 <sup>b</sup>	0.005±0.01 <sup>b</sup>	0.005±0.01 <sup>b</sup>	0.04±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	0.02±0.007X
<b>MS</b>	0.12±0.01 <sup>a</sup>	0.15±0.01 <sup>a</sup>	0.16±0.01 <sup>a</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>	0.12±0.01 <sup>a</sup>	0.11±0.01 <sup>a</sup>	0.12±0.007Y
<b>GLOBAL</b>	0.07±0.01A	0.08±0.01A	0.08±0.01A	0.03±0.01B	0.08±0.01C	0.07±0.01C	

<sup>a-b</sup>, X-Y: Literales distintas por columna son diferentes ( $p \leq 0.001$ ). A - G: Literales distintas en la hilera son diferentes ( $p \leq 0.001$ ).

## Ancho de cadera

Cuadro 6. Ancho de cadera (cm) de hembras criollas Lampiño Tropical alimentadas con dietas a base de maíz (MA) y maíz-soya (MS).

DIETA	PERIODO							GLOBAL
	1	2	3	4	5	6	7	
<b>MA</b>	27.76±1.22 <sup>a</sup>	27.23±0.83 <sup>a</sup>	26.76±1.05 <sup>b</sup>	26.62±1.29 <sup>b</sup>	25.69±1.12 <sup>b</sup>	29.25±1.40 <sup>b</sup>	32.36±1.29 <sup>b</sup>	27.95±0.81X
<b>MS</b>	27.42±1.17 <sup>a</sup>	27.28±0.80 <sup>a</sup>	30.57±1.01 <sup>a</sup>	34.78±1.21 <sup>a</sup>	33.42±1.04 <sup>a</sup>	40.71±1.27 <sup>a</sup>	41.64±1.16 <sup>a</sup>	33.69±0.77Y
<b>GLOBAL</b>	27.60±0.84A	27.26±0.57A	28.68±0.73B	30.70±0.88B	29.57±0.76B	34.99±0.94C	37.00±0.87C	

<sup>a-b</sup>, X-Y: Literales distintas por columna son diferentes ( $p \leq 0.001$ ). A - G: Literales distintas en la hilera son diferentes ( $p \leq 0.001$ ).

### Largo del cuerpo

Cuadro 7.. Largo de cuerpo (cm) de hembras criollas Lampiño Tropical alimentadas con dietas a base de maíz (MA) y maíz-soya (MS).

DIETA	PERIODO							GLOBAL
	1	2	3	4	5	6	7	
MA	53.02±2.16 <sup>a</sup>	52.87±2.34 <sup>a</sup>	55.17±2.47 <sup>a</sup>	55.39±2.53 <sup>b</sup>	55.51±2.38 <sup>b</sup>	57.35±2.58 <sup>b</sup>	58.96±2.69 <sup>b</sup>	55.48±2.26X
MS	50.79±2.12 <sup>a</sup>	56.08±2.29 <sup>a</sup>	65.00±2.41 <sup>a</sup>	71.72±2.45 <sup>a</sup>	73.15±2.30 <sup>a</sup>	72.79±2.49 <sup>a</sup>	77.22±2.53 <sup>a</sup>	66.69±2.21Y
GLOBAL	51.92±1.51A	54.48±1.63B	60.10±1.72C	63.57±1.76D	64.34±1.65D	65.10±1.79D	68.1±1.85E	

<sup>a-b</sup>, X-Y: Literales distintas por columna son diferentes ( $p \leq 0.001$ ). A - G: Literales distintas en la hilera son diferentes ( $p \leq 0.001$ ).

### Nivel de estradiol

Cuadro 8. Niveles de estradiol (pg/mL) de hembras criollas Lampiño Tropical alimentadas con dietas a base de maíz (MA) y maíz-soya (MS).

DIETA	PERIODO			GLOBAL
	1	2	3	
MA	43.58±4.57 <sup>b</sup>	49.68±4.70 <sup>a</sup>	54.14±5.53 <sup>a</sup>	49.14±3.60 <sup>X</sup>
MS	59.57±4.85 <sup>a</sup>	46.03±4.18 <sup>b</sup>	46.14±6.12 <sup>b</sup>	50.58±3.59 <sup>Y</sup>
GLOBAL	51.58±3.59 <sup>C</sup>	47.86±3.14 <sup>A</sup>	50.14±4.13 <sup>B</sup>	

<sup>a-b</sup>, X-Y: Literales distintas por columna son diferentes ( $p \leq 0.001$ ). A - C: Literales distintas en la hilera son diferentes ( $p \leq 0.001$ ).

En el cuadro 8, se muestran los valores medios de estrógenos, observando que hay diferencia estadística ( $P \leq 0.05$ ), al inicio con un valor mayor para la dieta MS y para los siguientes periodos con niveles mayores para la dieta MA.

Williamson *et al.* (2008), encontró un valor promedio de 19.36 pg/mL en cerdas, Hafez y Hafez (2000) menciona que el nivel de estrógenos empieza a aumentar desde la semana 11 después de nacer.

García (1992) evaluó cerdas ibéricas y cerdas híbridas de Yorkshire-ibéricas, los niveles séricos de estradiol lo que encontró que para cerdas ibéricas el día 0, niveles de 18.69 pg/mL, y con niveles máximos días previos al estro con 34.88 pg/mL, para cerdas híbridas en el día 0 con valores de 18.82 pg/mL, al igual que las cerdas ibéricas, estas cerdas tuvieron niveles máximos días previos al estro inferiores a las cerdas puras, con 25.96 pg/mL, lo cual se tiene una conducta que días previos al estro los niveles de estrógeno son altos y en el transcurso del estro los niveles medios son de 10 pg/mL.

Lo cual podemos resaltar que las cerdas de este estudio tenían en ambas dietas niveles altos como los registrados en García (1992), lo que se puede suponer que estaban a días en entrar en estro, o iniciando la fase de madurez sexual.

### Nivel de progesterona

Cuadro 9. Niveles de progesterona (ng/mL) de hembras criollas Lampiño Tropical alimentadas con dietas a base de maíz (MA) y maíz-soya (MS).

DIETA	PERIODO			GLOBAL
	1	2	3	
MA	2.90±0.49 <sup>a</sup>	1.45±0.50 <sup>a</sup>	2.57±0.52 <sup>a</sup>	2.32±0.33 <sup>Y</sup>
MS	0.82±0.53 <sup>b</sup>	0.56±0.43 <sup>a</sup>	0.25±.58 <sup>b</sup>	0.54±0.33 <sup>X</sup>
<b>GLOBAL</b>	1.86±0.37 <sup>C</sup>	1.00±0.33 <sup>A</sup>	1.40±0.39 <sup>B</sup>	

<sup>a-b</sup>, X-Y: Literales distintas por columna son diferentes ( $p \leq 0.001$ ). A - C: Literales distintas en la hilera son diferentes ( $p \leq 0.001$ ).

En el cuadro 9, se muestran valores medios de progesterona, observando que hay diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ), en el periodo 1 y 3, con un valor máximo de 2.32 ng /mL para la dieta MA y un valor mínimo de 0.54 ng / mL para la dieta MS.

Ortiz (1989) encontró niveles de progesterona en diferentes etapas con un valor mínimo de 0.58 ng /mL en el día 0, y para el día 36 encontró niveles de 7.8 ng/ mL, obteniendo cerdas reproductivas, Mota *et al.* (2002), encontró niveles basales de progesterona de 4.5 pg/ mL, en ambos casos, son niveles superiores a este estudio, donde demuestra que los niveles para estas cerdas no fueron lo suficientemente altos para decir que las cerdas ya estaban listas para la reproducción.

Williamson *et al.* (2008) encontró niveles de progesterona de 12.53 ng/mL, comparando este valor con cerdas gestantes, lo cual, para esta investigación, se tomaría este valor como referencia para comparar si nuestras cerdas presentaron celo, lo que demuestra que nuestras cerdas no presentaron estro, hormonalmente no han alcanzado la pubertad.

García (1992), evaluó niveles de progesterona en cerdas ibéricas y en cerdas híbridas de Yorkshire-Ibéricas, los niveles para cerdas ibéricas en el día 0 fueron de 0.07 ng /mL, y con valor máximo en el día 13 con 11.62 ng /mL, en las cerdas híbridas Yorkshire-Ibéricas, para el día 0 encontró valores de 0.10 ng /mL, y al igual que las cerdas ibéricas con niveles máximos en el día 13 con valores de 12.84 ng /mL, comparando los niveles para el día 0 con esta investigación para la dieta MS muestra valores parecidos a los de García (1992), y para la dieta MA los valores aún más altos, lo que puede referirse a días iniciales del estro.

De acuerdo a lo revisado en la literatura referente a las hormonas, las cerdas de este estudio presentan los niveles para días previos al estro, porque los niveles de estrógeno son altos y los niveles de progesterona son bajos, lo que no se confirma es la entrada al estro ya que los niveles en nuestras repeticiones son consistentes y no hay cambios para confirmar estro, y por lo tanto no se puede confirmar que las cerdas entran a pubertad.

## 7. Conclusiones

Se rechaza la hipótesis general, ya que la dieta MS no aumento la frecuencia de progesterona, por lo tanto, las cerdas no llegaron a pubertad; respecto al crecimiento con esta dieta, las hembras, se desarrollaron, pero no lo adecuado a las etapas de crecimiento.

Para las variables morfológicas se concluye que la dieta ocupada fue de suma importancia ya que en la dieta MS mantuvieron valores superiores a los de MA, lo que nos dio cerdas más grandes y largas. En las variables productivas se concluye que la dieta MS tuvo mejor rendimiento tanto en consumo de alimento conversión alimenticia y ganancias de peso, ya que la dieta era más rica en proteína, lo que se concluye que, aunque son cerdos criollos, necesitan requerimientos nutricionales de acuerdo a su etapa. Para los niveles de hormona, se concluye que la edad a pubertad en cerdos está más influenciada por el peso que por la edad, también es influenciada por la calidad nutricional, lo que la dieta dada no fue suficiente para que estas cerdas llegaran a la madurez hormonal.

Se deja abierta esta investigación, para mejorar la dieta dada buscando los requerimientos que necesiten las cerdas lampiño tropical, y poder alcanzar los niveles hormonales para definir el peso y la edad a la pubertad.

## 8. Literatura citada

- Arredondo J. V. Muñoz J. E. Arenas L. E. Pacheco, E. Álvarez, L. A. 2011. Caracterización zoométrica de cerdos criollos en el departamento del chocó-Colombia. Acta Iberoamericana de Conservación Animal. pag. 57-69
- Bavera, G. A. 2000. PUBERTAD. Curso de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. pag 2
- Bravo O. 2015. Pautas para el manejo reproductivo de las cerdas. Sitio Argentino de Producción Animal. pag. 1-2.
- Benítez O, W., D Sánchez, M. 2002. Los cerdos locales en los sistemas de producción. FAO. Producción y sanidad animal: 148. 35.p
- Becerril, H. M. 2004. Crecimiento y Calidad de la Canal de Cerdos Pelón Mexicano y York-Landrace en Confinamiento y Pastoreo. Tesis de Maestría. FMVZ, Universidad Autónoma de Nayarit.
- Castro G. Montenegro M. Barlocco N. Vadell A. Gagliardi R. Llambí S. 2012. Caracterización zoométrica en el cerdo pamapa rocha de Uruguay (descriptiva primaria). Actas Iberoamericanas de Conservación Animal. pag. 83-86.
- Carbajal A, A. 2002. Manual de Nutrición y Dietética. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universas Complutense de Madrid. pag. 1-33.
- Carrero G, H. 2005. Manual de producción porcícola. Ministerio de la Protección Social. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Centro Latinoamericano de Especies Menores. Tuluá, Valle, Colombia. 111. P
- Campos-Granados C, M. 2015. El impacto de los micronutrientes en la inmunidad de los animales. Nutrición Animal Tropical. pag 1-23 Canul, S. M. Sierra, V. A. Martínez, M. A. Ortiz, O. J. Delgado, J. V. Vega-Pla, J. L.; Pérez, G. F. 2005. Caracterización genética del cerdo pelón mexicano mediante marcadores moleculares. Archivos de Zootecnia, vol. 54, núm. 206-207, pp. 267-272

- Campabadal C. 2009. Guía Técnica para alimentación de cerdos. Asociación Americana de Soya-IM.pag.44.
- Cintra F, M, Pérez García P, L, Hernández S, Y, Pérez S, M.2006. Características reproductivas de la cerda. Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales. REDVET. Vol. VII.pag 1-36
- Cicera M. 2016. La importancia de la proteína y los aminoácidos de la dieta tras el destete.3tres3.com.
- Comité de Medicamentos de la Asociación Española de Pediatría.2015. Progesterona natural micronizada. Pediamécum. Edición.
- Chan C., C Mukul., A Sierra, C., J Ortiz, R., J Rodríguez, C., M Canul., J Bojórquez C., C Tamayo, J. 2015. Comportamiento sexual y calidad seminal en verracos Pelón Mexicano de Yucatán. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal. 6: 432-442.
- Danura S. 2010. Requerimientos nutricionales y plan de alimentación para la etapa de crecimiento y terminación. Sitio Argentino de Producción Animal.pag.3.
- Estupiñan K. Mora D. Bareto S. Zambrano K. 2008.Estudio morfoestructural de una población de cerdos naturalizados en los cantones valencia y la mana Ecuador. Ciencia y Tecnología 2(2): 15-20.
- Echave S, R., Hernández P, R., Llano P, B., Casado G, P. 2012. Factores que influyen en la pubertad de las cerdas. Artículos porcinos.pag 2
- Falceto, M.V.; Bascuas, J.A, Ciudad, M.J., de Alba, C; Ubeda, J.L. 2004. El anestro como causa de esterilidad en la cerda. Porci 82. pp: 33-52
- Falceto R, V. 2004. Retraso en la pubertad y anestro postdestete en la cerda. Departamento de Patología Animal. Universidad de Zaragoza España.pag 1-19

- Falceto, C. Duque, J. Alfonso, M.J. Ciudad, E. Espinosa. 2005. Variaciones fisiológicas de la funcionalidad ovárica en la cerda. Dpto. Patología Animal. Facultad de Veterinaria de Zaragoza, España.pag.1-22
- Fuentes C, M., García P, L., Hernández S, Y., Pérez S, M. 2006.Características reproductivas de la cerda. Influencia de algunos factores ambientales y nutricionales.REDVET.pag 36
- García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Distrito Federal, México. Instituto de Geografía UNAM. 191 p.
- García-Contreras AC, De Loera Ortega YG, Yagüe AP3, Guevara González JA y García Artiga C. 2012. Alimentación Práctica del Cerdo. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias 6(1):21-50
- González, P.E. y P.C. Vázquez. 1996. Síntesis de la presentación de los países participantes sobre la situación de los recursos genéticos animales. En: Memorias del taller hacia un sistema interamericano de recursos genéticos animales. FAO/USDA/IICA, Costa Rica. 36-67.
- Hafez E. Hafez B. 2000. Reproduccion e inseminacion artificial. Septima edicion. Mc Graw-Hill Interamericana.
- Hart R, D.1985. Conceptos básicos sobre agroecosistemas. Turrialba, C, R. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Hughes P, E., Varley M, A.1984.Reproduction in the Pig.Editorial ACRIBIA.pag 345
- Jiménez E, C. 2006. Fisiología del ciclo estral de la cerda. Universidad Nacional de Colombia.pag.1-7
- Lemus, F. C., Hernández, S. A., Hernández, S. M., González, M. S. A. 1999. Existencia y diferencias morfológicas del Cerdo Criollo Mexicano en los municipios de Huajicori, Acaponeta y Rosamorada del estado de Nayarit. Memorias de la Tercera

Reunión de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Nayarit. Tepic, Nay. pp. 68-70.

Lemus, F. C., Becerril, H. M., Alonso, S. M., Mota, R. D., Ramírez, N. R. 2000. Diferencias morfológicas del cerdo criollo en México. Memoria del V Congreso Iberoamericano de Razas Autóctonas y Criollas. 28 de Nov. al 1º de Dic. La Habana, Cuba. p. 265.

Lemus, F. C., Ramírez R., J. C., Hernández B., J. A., Hernández H., J. C. 2000a. Efecto de la aplicación parenteral de hierro dextrán sobre el crecimiento en lechones criollos lactantes criados en sistema semi-extensivo. Sexta Jornada de Investigación Científica. Universidad Autónoma de Nayarit. pp. 19-21.

Lemus, F. C., Villagómez Z., D. A. F., Rubio T., J. C., Ramírez R., J. C., de la Barrera, L. J. 2000b. Ganancia de peso, conversión alimenticia y grasa dorsal de Cerdo pelón Mexicano engordado en dos climas y en dos sistemas de alimentación. Sexta Jornada de Investigación Científica. Universidad Autónoma de Nayarit. pp. 17-19.

Lemus F. C., M Alonso, R., M Spilsbury, A., N Ramírez, R. 2003. Reproductive performance in mexican native pigs. Archivos de Zootecnia. 52: 109-112.

Lemus, F. C. Alonso-Spilsbury, M. 2005. EL CERDO PELÓN MEXICANO Y OTROS CERDOS CRIOLLOS. 1ª Edición. Universidad Autónoma de Nayarit. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

Lemus-Flores, C., R. Ulloa-Arvizu., M. Ramos-Kuri., F. J. Estrada, and R. A. Alonso. 2001. Genetic analysis of Mexican hairless pig populations. Journal of Animal Science. 79: 3021-3026.

Lemus C., J. A Hernández, B., R Navarrete., J Rodríguez, G., J Barrera., J Ly. 2008. Algunos estudios de manejo de cerdos Pelón Mexicano durante el crecimiento. Revista Computarizada de Producción Porcina. 15(2): 158-162.

Lemus C., J Ly. 2010. Estudios de sostenibilidad de cerdos mexicanos pelones y cuinos. La iniciativa nayarita. Revista Computarizada de Producción Porcina. 17(2): 89-98.

- Linares, V. Linares, L. Mendoza, G.2011. Caracterización etnozootécnica y potencial carnívoros de *Sus scrofa*. *Scientia Agropecuaria* 2. 97 – 110 Luque V. 2005. Estructura y Propiedades de las proteínas. pag.34.
- Luque V. 2005. Estructura y Propiedades de las proteínas. pag.34.
- Martínez G. Roman S. Vélez A. Cabrera E. Cantu A. Cruz L. Duran M. Maldonado J. Martínez F. Rios A. Vega V. Ruiz F. 2016. Morfometría del cerdo de traspatio en áreas Rurales de México. *Revista Mexicana de Ciencia Pecuaria*; 7 (4):431-440.
- Martínez-Dávila J.P, Sánchez L.C, Vázquez P.A.2004. EL CONCEPTO DE AGROECOSISTEMA: Un enfoque de Cadenas Producción-Consumo. 1er. Coloquio sobre Agroecosistemas y Sustentabilidad. Colegio de Postgraduados.
- Marotta E, Lagreca L, Tamburini V.2009. Requerimientos alimenticios adaptados al porcino modernos y calidad de carne. *Sitio Argentino de Producción Animal*. pag.1-9
- Mejía J. 2014. Incentivaran producción de cerdo pelón en Yucatán. *SIPSE*.3p. Merlos T, M., S Mireles., E González., R Rosales., M Carrasco, D., L Guerrero, A. 2015. Estudio Morfológico y visceral del cerdo Pelón Mexicano. *Revista Computarizada de Producción Porcina*. 22(1): 22-25.
- Mota, D., Alonso-Spilsbury, M., Mayagoitia, L., Trujillo, M. E., Valencia, J., Ramírez-Necochea, R. 2002. Lactational estrus induction in the Mexican Hairless sow. *Anim. Repr. Sci*. 72: 115-124.
- Nogueira E, Kutschenko M, Luciano Sa.2012. Nutrición de aminoácidos para lechones: una visión de la industria. *Ajinomoto*.
- Ortega T, María Elena. Gamba M, Roberto., Lozano H, Marco Antonio. 2002. La perra reproductora. Editorial Mundi Prensa. Pag. 245.
- Orozco B. M. G., F.C. Lemus., J. A. B. Hernández., R. M. Navarrete., M. L. M. Juárez. 2008. Alterations of domains in the plasmatic membrane due to damages of the

perinuclear theca of pig preserved spermatozoa. PakistanJournal of BiologicalScience. 11(10): 1360-1364.

Pérez F., A Sierra, C., M Canul, A., J Ortiz, R., C Bojórquez, J., J Rodríguez, C., J Tamayo-Canul. 2015. Caracterización etnológica del cerdo Pelón en el estado de Yucatán, México. Actas Iberoamericanas de conservación animal. 6: 443-451.

Prieto-Gómez B, Velázquez-Paniagua M. 2002.Fisiología de la reproducción: hormona liberadora de gonadotrofinas. Rev. Fac. Med. UNAM.pag. 1-6

Potau V,N, Carreño A.2007. Gonadotropinas (LH y FSH) y corticotropina (ACTH). Endocrinol Nutr. 54(2):109-17

Quiles, A. y Hevia, M.L.2007.Manejo y preparación de las ceras nulíparas (1ª parte). Producción animal. Universidad de Murda.pag.2-9

Romo R, J, Romo V, J, Acuña M, O, Güémez G, H, Barajas C, R, Juárez B, F, Félix C, S. 2009. Efecto de la aplicación de GnRH- análogo después del destete sobre el desempeño reproductivo de la cerda. Revista Electrónica de Veterania. Vol. 10.

Sánchez R, M. 2000.La reproducción en el ganado porcino. Producción Animal e Higiene Veterinaria.paga.1-17

Sierra A. 2000. Conservación genética del cerdo Pelón en Yucatán y su integración a un sistema de producción sostenible. Primera aproximación. Archivos de Zootecnia. 49 (187): 415-421.

Segura-Correa J, C., R Montes-Pérez, C. 2001. Razones y estrategias para la conservación de los recursos genéticos animales. Revista Biomédica. 12: 196-206.

Sierra A, C., T Poot, B., Z Díaz, I., A Cordero, H., J Delgado, V. 2005. El cerdo pelón mexicano, una raza en peligro. Archivos de Zootecnia. 54(206-207): 165-170.

Sierra A, C., T Poot, B., Z Díaz, I., A Cordero, H., J Delgado, V. 2005. El cerdo pelón mexicano, una raza en peligro. Archivos de Zootecnia. 54(206-207): 165-170.

Sjaastad, Ø y R. Aass. 2000. Bleeding and intravenous techniques in pigs Norwegian School of Veterinary Science and \*Norwegian Independent Meat Association, Oslo  
In: <http://oslovet.norecopa.no/teaching/pig/pigbleed>

Solórzano R. 2005. Alimentación básica del cerdo. Ediform. Vademecum Avícola. pag.2

Torres H, G. 2015. Los recursos Zootécnicos criollos en México. Ed. Colegio de Postgraduados. 220 p.

Waldron, M. 2013. Enhancing immunity and disease resistance of dairy cows through nutrition. Animal Science Research Center, Division of Animal Sciences. University of Missouri-Columbia, USA. p 10

Williamson, D M; Yaful, G N, Riesco, O F y Koncurat, MA. 2008. Progesterona, estrógenos y expresión de integrinas en la gestación temprana porcina. Ciencia Veterinaria. Vol 10. pag.1-11

Whittemore T, Colin. 1996. Ciencia y práctica de la producción porcina. Editorial Acribia, S.A. pag.92.

Williamson, D M; Yaful, G N, Riesco, O F y Koncurat, MA. 2008. Progesterona, estrógenos y expresión de integrinas en la gestación temprana porcina. Ciencia Veterinaria. Vol 10. pag.1-11

Zago, G., Karina, I., García, F., María, Y., Di Bernardo, M., Vit, P., Luna, J.R. y Gualtieri, M. 2010. Determinación del contenido de vitamina C en miel de abejas venezolanas por volumetría de óxido-reducción. Rev. Inst. Nac. Hig. 41(1): 25-30.