



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CONKAL

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CERDAS PELÓN
MEXICANO EN SISTEMA DE CAMA PROFUNDA ALIMENTADAS
CON *Moringa oleifera***

TESIS

Que presenta:

Raul Cervantes Ceballos

Como requisito parcial para obtener el grado de:

Maestro en Ciencias en Producción Pecuaria Tropical

Director de tesis:

MC. Jorge Ricardo Ortiz Ortiz

Conkal, Yucatán, México, 2019



TecNM



SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico de Conkal

Conkal, Yucatán, México, 31 de enero de 2019.

El comité de tesis del candidato a grado: Maestro en Ciencias, constituido por los CC. M.C Jorge Ricardo Ortiz Ortiz, Dr. José Roberto Sanginés García y Dr. Edgar Aguilar Urquizo habiéndose reunido con el fin de evaluar el contenido teórico-metodológico y de verificar la estructura y formato de la tesis titulada: COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CERDAS PELÓN MEXICANO EN SISTEMA DE CAMAS PROFUNDAS ALIMENTADAS CON *Moringa oleifera*, que presenta como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Pecuaria Tropical, según lo establece el Capítulo 2, inciso 2.13.3, de los Lineamientos para la Operación de los Estudios de Posgrado en el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos, dictaminaron su aprobación para que pueda ser presentada en el examen de grado correspondiente.

ATENTAMENTE

M.C. Jorge Ricardo Ortiz Ortiz

Director de Tesis


Dr. José Roberto Sanginés García
Asesor de Tesis

Dr. Edgar Aguilar Urquizo
Asesor de Tesis

Conkal, Yucatán a 31 de enero de 2019

DECLARATORIA DE PROPIEDAD

Declaro que la información contenida en las secciones de materiales y métodos, resultados y discusión de este documento, es producto del trabajo de investigación realizado durante mi estudio de posgrado y con base en los términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial le pertenece patrimonialmente al Instituto Tecnológico de Conkal. En virtud de lo manifestado reconozco que los productos intelectuales o desarrollos tecnológicos que se deriven de lo correspondiente a dicha información son propiedad de la citada institución educativa.



Raúl Cervantes Ceballos

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento otorgado al proyecto **FOMIX-CONACYT No.248961 Conservación del cerdo pelón Mexicano: Estrategias de producción sustentable para la zona maya de la Península de Yucatán** y por el apoyo otorgado mediante la beca con la cual pude realizar dicho estudio

A la División de Estudios de Posgrado (DEPI) y al Instituto Tecnológico de Conkal (ITC) por su apoyo en la realización de este proyecto

Al Dr. José Roberto Sanginés García por haberme invitado a participar en este proyecto, por su apoyo incondicional para la elaboración de esta investigación y por ser un gran profesor y amigo.

Al M.C. Jorge Ricardo Ortíz Ortíz haberme aceptado como mi director de tesis al igual que por su apoyo y comprensión para poder concluir este trabajo

Al Dr. Edgar Aguilar Urquizo por brindarme su apoyo en la realización de este proyecto y guiarme en el trabajo de campo durante todo el experimento.

A mis padres el Sr. Carlós y la Sr. Delta por el apoyo incondicional para poder concluir este trabajo

A mis hermanos Carlos, Evelina y Rodrigo por seguir siempre como ejemplos de vida y motivación para seguir con mis estudios.

A mis compañeros de generación Hiram Gómez, Ricardo Antonio, Auri Pérez y Juan Betanzos por acompañarme durante este trayecto y motivarme a finalizar.

A la Srta. Stephany Cascio por brindarme su apoyo incondicional y motivarme a finalizar este proyecto

A todos mis familiares y amigos que estuvieron siempre apoyándome en los buenos y malos momentos.

A la familia Hernández López que siempre ha estado a mi lado ayudándome y motivándome a ser mejor persona y por su amistad incondicional.

Finalmente a todo el personal del área pecuaria, la posta por ayudarme durante el trabajo de campo ya que su ayuda siempre fue indispensable.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1 INTRODUCCION.....	1
1.2. ANTECEDENTES.....	3
1.2.1 La Producción Porcina en Yucatán	3
1.2.2 La Alimentación en la Porcicultura	4
1.2.3 Cerdo Pelón Mexicano	5
1.2.4 Uso de la fibra en la Alimentación Porcina	6
1.2.5 Alimentación de las Cerdas Reproductoras	8
1.2.6 Uso de Arbóreas y Arbustivas con Potencial Forrajero en la Alimentación de Cerdas.....	9
1.2.7 Uso de la Moringa como una Fuente Alternativa de Forraje.....	12
1.2.8 Sistema de Camas Profundas en la Producción Porcina	17
1.2.9 Bienestar Animal Asociado al Alojamiento en un Sistema de Cama Profunda	18
1.2.10 Indicadores de Bienestar Animal	18
1.2.11 Bienestar en la Maternidad	20
1.2.12 Impacto Ambiental.....	21
1.3 HIPOTESIS.....	22
1.4 OBJETIVOS.....	23
Objetivo general.....	23
Objetivos específicos	23
1.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	24
1.5.1 Diagrama del Procedimiento	24
1.6 Literatura citada.....	25
II. CAPITULO	36
2. SISTEMA ALTERNATIVO DE PRDUCCION PARA CERDOS CRIOLLOS	36
2.1. RESUMEN	36
2.1. ABSCTRACT.....	37
2.2 Introducción.....	38
2.3 MATERIALES Y METODOS	39
2.3.1 Animales Utilizados y Manejo.....	39
2.3.2 Variables Productivas.....	41
2.3.3 Manejo de las Camas	42

2.3.4 Análisis de los Datos.....	42
2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
2.4.1 Cambios de Peso durante la Etapa de Gestación	43
2.4.2 Consumo	45
2.4.3 Lechones	46
2.4.4 Curva de Crecimiento.....	47
2.4.5. Temperaturas.....	48
2.5 Conclusiones	53
2.6 Agradecimientos	53
2.7. Literatura Citada	54

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CAPITULO I

Cuadro 1	Composición proximal (%) del follaje de arbustivas y arbóreas con potencial forrajero, en base seca	10
Cuadro 1.2	Valores medios del número de crías nacidas vivas, muertas, destetadas, pesos al nacimiento y al destete y ganancia de peso	11
Cuadro 1.3	Comparación entre el aporte proteínico y fibra en porcentaje de algunas especies arbustivas y arbóreas con la pasta de soya	12
Cuadro 1.4	Contenido de Metabolitos secundarios en Hojas de Moringa	13
Cuadro 1.5	Comparación entre la composición nutricional de la moringa con alimentos comunes (por cada 100 gramos de parte comestible)	13
Cuadro 1.6	Comparación entre el contenido de aminoácidos esenciales de la moringa con materia prima usada en la elaboración de alimentos balaceados (g/kg de proteína)	14
Cuadro 1.7	Digestibilidad de la Materia Orgánica en Hojas de Moringa (en porcentaje)	14
Cuadro 1.8	Efecto de la posición de las hojas en arbóreas con potencial forrajero sobre la concentración de nitrógeno y el porcentaje de su digestibilidad in vitro en base seca	15
Cuadro 1.9	Valores de la fracción fibrosa de a moringa	16
Cuadro 1.10	Resultados en los indicadores de bienestar animal en ambos sistemas de alojamiento	19

CAPITULO II

Cuadro 2.1	Composición de las dietas experimentales	39
Cuadro 2.2	Cambios de peso durante la etapa de gestación en cerdas alimentadas con Moringa	42
Cuadro 2.3	Promedios de consumo de materia seca (kg) durante la gestación	44
Cuadro 2.4	Indicadores Productivos de Cerdas Alimentadas con Moringa	45
Figura 2.1	Cambios de peso durante la gestación y lactancia en Cerdas de Genotipo Pelón Mexicano	43
Figura 2.2	Curva de crecimiento de lechones pelón mexicano	43
Figura 2.3	Gráfico de temperatura ambiente	44
Figura 2.4	Temperatura superficial de la cama	45
Figura 2.5	Temperatura profunda de la cama	46
Figura 2.6	Temperatura rectal de las cerdas	47

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la productividad en cerdas del biotipo pelón mexicano en un sistema de cama profunda alimentadas con *Moringa oleífera*. Para este estudio se utilizaron 10 cerdas multíparas con un peso inicial promedio de 66 ± 5 kg. Las cuales fueron distribuidas aleatoriamente en corraletas de 3.30 x 3.30 m (10.89 m²) con piso de tierra y divisiones metálicas, se utilizó como material de la cama cascarilla de arroz manteniendo una profundidad de 60 cm; en cada corral se dispuso de un comedero para las raciones diarias con capacidad de 4 kg y un bebedero tipo chupón para el consumo de agua *ad libitum*. Las dietas suministradas se dividieron en dos tratamientos: T1 consistió en ofrecerle a cada cerda el 1% de su peso vivo (PV) de alimento balanceado más el 0.5% de *Moringa* en base verde como fuente de proteína. El T2 consistió en ofrecer el 1.5% del PV de las cerdas en alimento balanceado durante la gestación. El ajuste de las raciones se fue modificando conforme al peso de los animales lo cual fue medido a intervalos de 15 días. Para poder evaluar los parámetros productivos y reproductivos de las cerdas, se pesaron los lechones, se contaron los nacidos vivos muertos, el peso de la camada y el peso de la camada al destete y los días al estro post destete. Para medir la curva de crecimiento de los lechones se pesaron semanalmente hasta su destete. Para el análisis de respuesta fisiológicas se tomaron como datos la temperatura ambiente, las temperaturas internas y externas de la cama, al igual que la temperatura corporal de las cerdas.

Palabras clave: cama profunda, *Moringa oleífera*, cascarilla de arroz, parámetros reproductivos, curva de crecimiento.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the productivity in sows of the Mexican Hairless biotype in a system of deep beds fed with *Moringa oleifera*. For this study, 10 multiparous sows with an average initial weight of 66 ± 5 kg were used. Which were randomly distributed in 3.30 x 3.30 m (10.89 m²) corrals with ground floor and metal divisions, rice husk was used as bed material maintaining a depth of 60 cm; In each pen there was a feeding trough for daily rations with a capacity of 4 kg and a nipple drinker for water consumption ad libitum. The diets provided were divided into two treatments: T1 consisted in offering each sow 1% of its live weight (LW) of balanced feed plus .5% of Moringa on green base as a source of protein. T2 consisted of offering 1.5 % of the PV of the sows in balanced feed during pregnancy, the adjustment of the rations was adjusted as the animals weighed, which was at intervals of 15 days. In order to evaluate the productive and reproductive parameters of the sows, the piglets were weighed, the dead live births were counted, the weight of the litter and the weight of the litter at weaning and the days after estrus after weaning. To measure the growth curve of the piglets they were weighed weekly until weaning. For the analysis of physiological responses, the room temperature, the internal and external temperatures of the bed, as well as the body temperature of the sows were taken as data.

Key words: deep bed, *Moringa oleifera*, rice husk, reproductive parameters, growth curve, physiological response.

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 INTRODUCCION

La importancia de la alimentación porcina se basa en los indicadores productivos, ya que de esta dependen tanto el crecimiento como el desarrollo y los indicadores de las hembras destinadas a la reproducción; este último aspecto se relaciona con el bienestar animal de las hembras reproductoras; además, representa entre el 60% y 75% de los costos variables (Palomo, 2003). Con base en lo anterior, cualquier ahorro en los costos de la materia prima utilizada para la elaboración de los alimentos está asociado a la rentabilidad de la empresa, una estrategia para reducir costos, es la incorporación de materias primas no convencionales en la elaboración de las dietas, sin afectar su calidad y valor nutritivo. En este sentido se ha incorporado el follaje de diferentes arbóreas y arbustivas con alto valor proteínico en la dieta de cerdos en diferentes etapas fisiológicas; sin embargo, su contenido de fibra detergente neutro (FDN) limita la cantidad que puede ser incluida en la dieta de animales destinados al abasto (Carvajal, 2010). Por otra parte, en el caso de las hembras gestantes, se les restringe la cantidad de energía proporcionada en alimento, con la finalidad de evitar un aumento excesivo de peso durante este periodo, lo que podría ocasionar distocias al momento del parto; ésta práctica de manejo ocasiona problemas de estrés por hambre, por lo que el uso de alimentos fibrosos ayuda a aumentar la sensación de saciedad y en consecuencia mejora el bienestar animal (Savón *et al.*, 2002).

Existen evidencias exitosas sobre el uso del follaje de arbóreas en la alimentación de cerdas gestantes (Muñoz *et al.*, 2003); en años recientes, fue introducida a México la *Moringa oleífera*, esta planta es originaria del sur del Himalaya (Martin *et al.*, 2013), su follaje tiene entre 20 y 25% de proteína cruda (PC) y 40% de FDN y digestibilidad aparente de 70%, con un balance de aminoácidos comparable a la pasta de soya (Ly, 2014). Es considerada como una planta medicinal por la presencia de metabolitos secundarios como: taninos, saponinas, polifenoles (flavonoides tales como campferol, quercetina, mirecetina, isoramnetina, glucósidos de campferol, quercetina y rutinósidos) entre otros (Guzman *et al.*, 2015)

Por otra parte, en los sistemas intensivos de producción porcina, el manejo de hembras reproductoras se realiza bajo condiciones muy estresantes, las cuales implican por un lado, la restricción del espacio vital (corraletas de gestación con 0.7 x 2.0 m y corrales elevados de maternidad de 1.5 x 2.0 m), y la cantidad de alimento proporcionada, restringida en la gestación y a libre acceso durante la lactancia. El uso de agua para lavado y enfriamiento de los animales llega a ser excesivo en las regiones tropicales. Por otra parte, el sistema de cama profunda plantea un mayor espacio vital para las cerdas (4 m² durante la gestación y 8 m² durante la lactancia), con un mínimo uso de agua (únicamente el agua de bebida), en este sistema, los animales permanecen en corrales con una cama de 50 a 60 cm de profundidad con material lignocelulósico (cascarilla de arroz ó de café); por lo que es de bajo impacto ambiental ya que no se generan aguas residuales, ni olores desagradables y, la población de moscas es reducida. Sin embargo, no está exento de problemas, ya que si la cama no se maneja adecuadamente aumenta la humedad, puede calentarse por procesos de fermentación microbiana y aumentar el estrés calórico de los animales (Viloria *et al.*, 2008). No obstante, el manejo alimenticio de las hembras es similar al descrito al de los sistemas intensivos.

El objeto del presente estudio fue evaluar el uso de *M. oleífera* como sustituto parcial de la proteína de soya en la dieta de cerdas reproductoras tanto en gestación como en lactancia sobre los parámetros productivos y reproductivos en un sistema de cama profunda, así como la interacción entre la temperatura de la cama y la del animal.

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1 La Producción Porcina en Yucatán

En el estado de Yucatán la actividad porcícola se inició de forma organizada y especializada en 1972 por parte del sector ejidal como una nueva iniciativa al término de la producción henequenera en la zona, el sector privado obtuvo su auge hasta la década de los 80 (Sierra *et al.*, 2005). A partir de 1990 con la integración de los megos proyectos porcinos, la porcicultura se convirtió en la tercera actividad generadora de ingresos para el subsector agropecuario, donde la producción de carne de cerdo ascendió de 83,196 a más de 115 mil toneladas para el año 2014 (SIACON-SAGARPA 2016). Actualmente, se encuentra dentro de los cinco estados de mayor producción de carne de cerdo a nivel nacional y, produce poco más del 9% de la carne de cerdo (FIRA, 2016). Esta alza en la producción en Yucatán se debió en gran medida, a que la estructura del subsector cambio notablemente en términos técnicos y financieros debido a la participación de grandes empresas productivas, al igual que nuevos esquemas de asociación entre empresarios y ejidatarios (Drucker, *et al.*, 2003).

Esta actividad mantuvo más de 3,500 empleos rurales en el año 2000 (SAGARPA, 2006), según el diagnóstico económico y Social del estado de Yucatán, se logró una producción de 167, 092 mil toneladas de carne de cerdo el 2016 colocando a Yucatán como el cuarto lugar entre los estados productores, superando a Guanajuato y quedando sólo detrás de Puebla y Sonora (SIAP 2016).

Además de la porcicultura empresarial, en el Estado se practican otros esquemas de producción: el sistema tecnificado, el semitecnificado y el de traspatio, siendo los dos primeros los más representativos en los sectores privados y ejidal, sus índices de productividad son comparables con los estándares nacionales e internacionales. Por el contrario en los sistemas de producción familiar (traspatio) donde el uso de tecnologías modernas de producción es limitado, tiene bajos índices de productividad, sin embargo, cumplen una función importante en la economía de las familias del ámbito rural (PEDAPEY, 2007), entre otros factores, están la subnutrición de los cerdos y la crianza de razas criollas como el cerdo pelón mexicano y sus cruza con razas magras (Scarpa *et al.*, 2003).

1.2.2 La Alimentación en la Porcicultura

La alimentación eficiente de los cerdos es la práctica de mayor importancia en la pía ya que de ello no solo depende su crecimiento y producción si no, también la rentabilidad de la granja, la alimentación representa entre un 80 y un 85% de los costos totales de producción.

Debido a los elevados precios de los alimentos comerciales en todo el mundo, es necesario que encontremos formas eficaces de minimizar el costo asociado con satisfacer las necesidades energéticas y de aminoácidos de todos los animales de granja, Dado que los cerdos pueden utilizar niveles de fibra moderados pero no altos en las fases de crecimiento (Whitney y Shurson 2004; Weber *et al.* 2008) y finalizador (Whitney *et al.*, 2006), es necesario aumentar la capacidad del cerdo para utilizar la energía asociada con la estructura de los carbohidratos contenidos en subproductos altos en fibra (Muley *et al.* 2007).

Existen varios conceptos que el porcicultor debe conocer para optimizar su producción, acelerando el crecimiento de los cerdos en el menor tiempo posible al igual que considerar a las cerdas como fabricas continuas de lechones, aprovechando su máximo potencial. Esto sería conociendo sus etapas de vida y sus etapas productivas, en base a su optima alimentación, requerimientos nutricionales por etapa fisiológica (Campabadal, 2009).

La capacidad de las cerdas de acumular y movilizar sus reservas corporales durante la gestación es importante para su aprovechamiento durante la lactancia siendo claves la condición corporal y la calidad de la dieta suministrada a la primípara (Mota, *et al.* 2004).

Los alimentos que se pueden utilizar como fuente de energía son principalmente los granos de cereales como el maíz blanco o amarillo, el sorgo, el arroz, el trigo, la cebada, la quínoa, igual se pueden utilizar subproductos como el salvado de trigo, la papa cocida el plátano maduro y la melaza de caña. Como las mejores fuentes de proteína se pueden emplear las harinas de pescado, carne, hueso o sangre, aunque la accesibilidad a estos productos es limitada, se pueden sustituir por otras fuentes de proteínas como son las pastas de oleaginosas como: soya, ajonjolí, cártamo, girasol y canola esto dependerá de la disponibilidad de productos que ofrezca el mercado de la región (FAO, 2000)

Otros factores que intervienen en el crecimiento y engorda de cerdos, son los climáticos ya que tienen una influencia en los requerimientos del animal, se sabe que los

cerdos posdestete tienen un sistema de termo regulación mala, Curtis (1979) demostró que un cerdo parado a diferentes temperaturas (10°C a 30°C) pierde de 9,5 hasta 18,2 kcal/hora por efecto del ambiente, por lo que la energía que consume no es suficiente para mantener una ganancia de peso y a temperaturas bajas tiene que usar la grasa de sus reservas corporales como fuente de energía. Por lo que tanto deficiencias como excesos de nutrientes determinan esfuerzos metabólicos que consumen nutrientes para tales fines, y no para el crecimiento, lo que afecta los costos de producción.

Además de los factores antes mencionados igual hay que tomar en cuenta los siguientes:

El agua de bebida es un factor determinante para el consumo de alimento, un cerdo que no toma agua no come, en un cerdo el contenido de agua es de 60-65% de su peso vivo, sus necesidades son 10 veces superiores a las de un ser humano.

Al igual que el agua intervienen otros que van ligados a la alimentación para obtener buenos resultados productivos, como son la sanidad, factores de manejo, instalaciones, sexo edad y peso (Palomo, 2003).

1.2.3 Cerdo Pelón Mexicano

El origen de los cerdos criollos en América Latina data desde el segundo viaje realizado por Cristóbal Colón, los cuales descienden de los cerdos ibéricos. Los primeros animales llegaron a Haití en 1493 y, posteriormente se distribuyeron en el continente americano (Benitez *et al.*, 2001). Sus ancestros proceden del *Sus scrofa mediterraneus*, que se desarrollaron en zonas semiáridas próximas a las costas, a partir de ellos, se han derivado de una gran variedad de razas celtas e ibéricas desaparecidas con el tiempo (Hernández *et al.*, 1997)

Con la introducción de otras razas porcinas al continente americano, el cerdo criollo fue relegado a las regiones rurales marginadas y se convirtió en una de las razas más importantes del Caribe, tanto por su economía como por el tamaño de su población, siendo

este biotipo un grupo genético muy heterogéneo, por los cruces con razas magras (Renaudeau y Mourot 2007).

En particular, la crianza de la raza cerdo pelón mexicano (CPM) en el estado de Yucatán tiene décadas de integración en el sector rural, en sistemas familiares o de traspatio debido a sus cualidades de fácil adaptación, y son alimentados con residuos agrícolas o residuos de los alimentos familiares (Pattison *et al.*, 2007). Fue considerado en peligro de extinción debido a la erosión genética (Sierra-Vásquez, 2000), ya que los productores integraron en sus sistemas familiares, cruzamientos con cerdos de razas magras, con la finalidad de reducir la proporción de grasa en la canal de los animales destinados al abasto (Cenobio, 1993). Sin embargo esta característica notable de almacenar grasa, puede ser un atractivo para la producción de productos cárnicos de alta calidad como son: jamones curados, tocinos y otros productos de charcutería (De Anda *et al.*, 1999).

Una estrategia para reducir la cantidad de grasa en las canales del CPM, es la restricción alimenticia, con la finalidad de disminuir el espesor de la grasa dorsal y la síntesis de lípidos por cuestiones metabólicas, pero esta, conlleva a una tasa de crecimiento más lenta (Lee *et al.*, 2002; Wiecek *et al.*, 2011).

1.2.4 Uso de la fibra en la Alimentación Porcina

La alimentación de cerdos en el traspatio, se basa principalmente en el uso de residuos agrícolas, los cuales tienen un bajo valor nutritivo. Al respecto Savón (2005) indicó la importancia que podría tener el uso del follaje de arbóreas tropicales como fuente alternativa en la alimentación de monogástricos, como sustituto parcial de la proteína de una dieta convencional (Ly 2005). Uno de los problemas es el alto contenido de paredes celulares o fibra, la cual tiene un bajo contenido energético y produce un efecto de dilución del alimento.

También se denominan a menudo a la fibra como polisacáridos no almidones (PNA), cerca del 90% de las paredes celulares de las plantas se componen de PNA; de los cuales, la celulosa, la hemicelulosa y las pectinas son las más abundantes. Otros PNA menos abundantes incluyen fructanos, glucomananos, galactomananos, mucílagos, β -glucanos y

gomas. La celulosa se encuentra en agregados estrechamente unidos en las plantas, mientras que la hemicelulosa y las pectinas tienen cadenas laterales de azúcar que permiten su descomposición más fácil. La lignina es un polisacárido de nota, pero es un polímero de alto peso molecular, y no se considera un componente dietético funcional porque no es digerible por los cerdos (Grieshop *et al.*, 2001).

La alimentación con altos niveles de fibra en la dieta da como resultado un aumento general en el peso total del tracto gastrointestinal vacío (Stanogias y Perce, 1985; Van *et al.*, 1980; Anugwa *et al.*, 1989). y de las secreciones gastrointestinales

Jorgensen *et al.* (1996) demostraron que el crecimiento de los cerdos alimentados con dietas altas en fibra dietética (PNA + lignina) (268 g / kg de MS) en comparación con los cerdos alimentados con dietas bajas en fibra dietética (59 g / kg MS) obtuvieron más peso en el estómago vacío, ciego y colon, así como un colon más largo. Por otra parte, los cerdos en crecimiento alimentados con dietas que contenían paja de trigo al 10% tuvieron un aumento del 33% en la tasa de proliferación celular en el yeyuno y colon, y un aumento del 65% en las células que experimentaron la muerte celular (Jin *et al.*, 1994). La secreción de líquidos endógenos también se incrementa cuando se suministran dietas altas en fibra a los cerdos (Wenk, 2001). Las secreciones de saliva, jugo gástrico y jugo pancreático se duplicaron cuando el contenido de fibra en la dieta aumentó de 50 a 180 g / kg en cerdos de 50 kg. (Zebrowska, 1983).

Los forrajes fibrosos favorecen el crecimiento microbiano en el tracto gastrointestinal principalmente bacterias con capacidad celulítica y hemicelulítica (*Fibrobacter succinogenes*, *F. intestinales*, *Ruminococcus albus*, *R. flavefacies*, *Butyrivibrio* spp. y *Bacteroides* spp.) lo que permite que se produzcan con mayor cantidad los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y que los microorganismos indeseables sean excluidos; además, la fibra tiene la característica de regular la acción peristáltica de los intestinos evitando la posibilidad de constipación en los animales (Wenk 2001 y Contino 2007).

La digestión de la fibra tiene lugar principalmente en el ciego y el colon, donde las bacterias degradan los PNA que han escapado a la digestión en el estómago y el intestino delgado, utilizándolos para la producción de AGCC (fundamentalmente ácidos acético, propiónico y butírico), metano, hidrógeno, otros gases y masa microbiana (que forma

alrededor del 55 % de la materia seca fecal, y más en las dietas con altos contenidos de fibras). Los AGCC producto de la fermentación de la fibra proporcionan entre el 5 % y el 28 % de los requerimientos energéticos del cerdo en crecimiento, siendo para las cerdas gestantes más altas esta proporción. Sin embargo, los AGCC no se utilizan tan eficazmente como los productos de la degradación de almidones y azúcares en el intestino delgado (Ogle 2006).

Sin embargo, en animales con un bajo desempeño productivo permite el incremento en el consumo de alimento, ya que acelera la velocidad de tránsito en los intestinos. Se ha postulado que la digestibilidad de la fibra se incrementa con la edad de los animales, su adaptación a dieta con alto contenido de fibra y la masa corporal del animal. Por otra parte, el tamaño de partícula y la fuente de fibra contribuyen en su digestibilidad y a la velocidad de paso; así, un tamaño de partícula grande de salvado de trigo disminuye el tiempo de tránsito en comparación con un tamaño de partícula más pequeño. (Bardon y Fioramonti, 1983)

1.2.5 Alimentación de las Cerdas Reproductoras

Los requerimientos nutricionales de las cerdas gestantes son considerablemente más bajos que los de las cerdas lactantes (NRC, 2012). Por tal motivo se debe ajustar el alimento a sus diferentes etapas de forma separada. Durante la gestación, el nivel nutricional de la cerda reproductora tiene un efecto en el peso al nacimiento de los lechones, mientras que durante la lactancia debe producir la suficiente cantidad de leche para lograr buenos pesos al destete, los cuales son responsables en parte de la evolución de su peso durante el crecimiento y en el peso final (Hartog Smits, 2005). La restricción de alimento en las cerdas gestantes como practica para evitar el engrasamiento durante la gestación, es una causa de estrés por hambre, por lo que se sugiere el uso de alimentos voluminosos una estrategia de alimentación como complemento en la dieta puede ser el uso de fibra de buena calidad para poder controlar el estado de saciedad (Kambashi *et al.*, 2014).

Los niveles de nutrición aportados durante la lactación están estrechamente relacionados con la producción de leche, que a su vez se ven influenciados por diversos factores, como son: tamaño de la camada, número de parto, estado corporal de la cerda, etapa

de la curva de lactación, entre otros. Una buena alimentación durante la lactancia favorecerá los parámetros reproductivos del siguiente ciclo reproductivo (Quiles y Hevia, 2003).

Usualmente, la restricción alimenticia durante la gestación corresponde entre el 50 y 60% del consumo *ad libitum* (Mroz y Tarkowski, 1991), por lo que las cerdas padecen de hambre crónica que da lugar a la aparición de conductas estereotipadas, que pueden incluir morder las barras de separación, movimientos masticatorios ruidosos y hozar el piso o el comedero cuando está ausente el alimento, las cuales afectan el bienestar de los animales (Terlouw *et al.*, 1991). Diversos autores han sugerido que las dietas ricas en fibra reducen la aparición de dichas conductas e incrementan el bienestar de las cerdas (Robert *et al.*, 1993; Matte *et al.*, 1994; Vestergaard, 1997).

Así, el uso de forrajes arbóreos y arbustivos en particular los que no son leguminosos, son un tema de interés en la actualidad ya que constituyen una alternativa en la alimentación (Sarria, 2003 y Ly, 2004), y pueden ser integrados a un sistema de producción porcina (Ly, 2009; Ly y Samkol, 2014; Phiny, 2012). Las arbóreas tropicales, destacan por su fácil propagación así como su elevado contenido de nitrógeno, vitaminas y minerales, pero su naturaleza fibrosa limitan su uso para la alimentación porcina (Degen, 2010).

1.2.6 Uso de Arbóreas y Arbustivas con Potencial Forrajero en la Alimentación de Cerdas

Los árboles desempeñan una función importante en la sustentabilidad de los sistemas ganaderos, estos aportan un micro clima que ayuda al confort de los animales en pastoreo; protegen los cultivos contra el viento y pueden ser usados como una fuente de alimentación (Hernández y Babbar, 2001). Los sistemas silvopastoriles, ayudan a mejorar la productividad de los rumiantes en pastoreo en las regiones templadas como tropicales, por su aporte de proteínas a través del follaje comestible (Prestón 1992, Sarria *et al.*, 1992, Sarria *et al.*, 1994, Figueroa 1996).

Por otra parte, se ha estudiado la incorporación del follaje de arbóreas y arbustivas en la alimentación porcina, algunas de estas plantas son: *Trichanthera gigantea*, *Alocasya macrorrysa*, *Morus alba*, *Thitonia diversifolia* y *Gliricidia sepium*; estas últimas no son muy

apetecibles por los cerdos, dado sus sabor astringente. (Sarria 2002). El porcentaje de materia seca de su follaje esta entre el 20 y 25%, el contenido de proteína cruda puede variar en un rango de 16 a 25% y su contenido de FDN es menor al 40%(Cuadro 1). Estos valores son mejores que los observados en las gramíneas tropicales

Cuadro 1. Composición proximal (%) del follaje de arbustivas y arbóreas con potencial forrajero.

Especie	MS	PC	Cenizas	ELN	Energía
<i>Trichanthera gigantea</i>	21	16	16-19		15MJ/kg.
<i>Morus alba</i>	26	15-20	20	42	
<i>Gliricidia sepium.</i>	22	20-23	-	-	
<i>Cajanus cajan</i>	23	22-23	5	-	
<i>Thitonia diversifolia</i>	18	21-28	17		17MJ/kg

Fuente: Sarria (1999)

El uso de arbóreas en la alimentación de cerdas en gestación, induce a una pérdida de la grasa dorsal lo que favorece la movilización de nutrientes para la producción de leche (Holzgraefe *et al.*, 1986). Por ejemplo, cuando se proporcionó *Morus alba*, a cerdas gestantes, estas tuvieron un mejor comportamiento durante la lactancia (Muñoz, 2003), tal y como puede observarse en el siguiente Cuadro 1.2; entre estas observaciones cabe destacar que el peso al destete de los lechones de las cerdas que consumieron morera fue mayor con respecto al control ($5,40 \pm 0,51$ vs $6,30 \pm 1,07$ y $6,07 \pm 0,26$, respectivamente)

Cuadro 1.2. Valores medios del número de crías nacidas vivas, muertas, destetadas, pesos al nacimiento al destete y ganancia de peso.

	AC	AC más morera	75 % de AC más morera
Número de crías nacidas vivas	9.75	9.00	11.00
Número de crías nacidas muertas	0.75 ± 0.50 ^a	0.50 ± 0.57 ^a	0.75 ± 0.95 ^a
Número de crías destetadas	9.75	8.75	10.25
Peso al nacimiento (kg)	1.35 ± 0.52 ^a	1.51 ± 0.22 ^a	1.34 ± 0.10 ^a
Peso al destete (kg)	5.40 ± 0.51 ^b	6.30 ± 1.07 ^a	6.07 ± 0.26 ^a
Ganancia de peso (21 días)	4.05 ± 0.18 ^b	4.79 ± 0.87 ^a	4.73 ± 0.21 ^a

AC (Alimento Comercial

Fuente: Muñoz *et al.* (2003)

* Literales distintas entre columnas indican diferencia significativa (P<0.05)

± Desviación estándar

Tradicionalmente, la fuente de proteína en la dieta de cerdas gestantes y lactantes, es la pasta de soya, la cual tiene alrededor de 450 g de PC por kilogramo de MS, y la dieta en animales reproductoras de razas magras está formulada para que aporte alrededor de 260g de proteína por día y en lactancia alrededor de 800g por día (NRC, 2012). Para el caso de las cerdas pelón mexicano con un peso adulto mucho menor, el requerimiento de proteína es más bajo, y su prolificidad es menor. Es por esto, que el follaje de las arbóreas por su contenido de proteína (Cuadro 1.3) puede sustituir parcialmente la proteína de la soya (Gonzalvo *et al.*, 2001), su limitante de inclusión esta dado en el contenido de FDN, lo que afecta la digestibilidad de la MS. Así, la inclusión en cantidades crecientes del follaje en la dieta tiene una correlación negativa con la conversión alimenticia y la ganancia de peso en animales menores a 60 kg, en este sentido Sarria *et al.* (1991) sugirieron un porcentaje de inclusión menor al 25% de la materia seca, y esta se debe ofertar a animales mayores a 60 kg.

Cuadro 1.3. Comparación entre el aporte proteínico y fibra en porcentaje de algunas especies arbustivas y arbóreas con la pasta de soya.

<i>Especie</i>	PC	FDN	FDA	DIVMS
<i>Trichantera gigantea</i>	19.9	40.7	33.9	67.4
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	26.6	36.7	22.3	72.0
<i>Calliandra calothyrsus</i>	30.3	55.4	24.3	34.0
<i>Erithryna berteroana</i>	29.2	58.5	38.8	54.3
<i>Morus alba</i>	24.4	29.8	18.8	74.5
<i>Cratylia argentea</i>	23.8	60.1	34.1	51.9
<i>Guazuma ulmifolia</i>	11.0	52.0	34.4	43.8
<i>Leucaena leucocephala</i>	24.5	45.2	25.5	51.1
Pasta de soya	45.5	23.2	18.7	84.7

Fuente: Flores *et al.* (1998); Gonzalvo *et al.* (2001).

1.2.7 Uso de la Moringa como una Fuente Alternativa de Forraje

La *Moringa oleífera* es una arbórea que fue introducida a América Latina en la década de los 80's del siglo XX, Es un árbol originario del sur del Himalaya, el nordeste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán (Pérez *et al.*, 2010) Como planta medicinal se le han atribuido diversas propiedades, se dice que combate la fatiga, es usada en pacientes con anemia, se dice que sus hojas vainas y semillas actúan como antihelmíntico, en la india se usa tradicionalmente como: antidepresivo, antidiarreico, diurético, ansiolítico, antidiabético entre otros muchos beneficios (Bonal *et al.*, 2012). Como planta forrajera se ha evaluado en una densidad de siembra de 1 metro por un metro o 10,000 plantas por ha. (Foild *et al.*, 1999), Soporta largos períodos de sequía y crece bien en condiciones áridas y semiáridas. Es un árbol de tamaño pequeño y crecimiento acelerado que usualmente alcanza de 10 a 12 m de alto (Nautiyal y Venhataraman 1987). Por su contenido y calidad de la proteína, además de

su bajo contenido en metabolitos secundarios (Cuadro 1.4) que actúen como factores anti nutricionales, (Cuadro 1.5) se ha evaluado su uso en la alimentación porcina en las diferentes etapas productivas (Foild *et al.*, 1999).

Cuadro 1.4 Contenido de Metabolitos secundarios en hojas de Moringa

Muestra	Fenoles totales (%)	Taninos (%)	Taninos condensados (%)	Saponinas (%)	Fitatos (%)
Extraída	1.6	0.0	0.0	0.2	2.5

Foild *et al.*, 1999

Cuadro 1.5. Comparación entre la composición nutricional de la moringa con alimentos comunes (por cada 100 gramos de parte comestible)

Nutriente	Moringa	Concentración en otros alimentos	alimento
Vitamina A (mg/kg)	1130	315	Zanahoria
Vitamina C (mg/kg)	220	30	Naranja
Potasio (mg/kg)	259	88	Plátano
Calcio (mg/kg)	440	120	Leche de vaca
Proteína (g/kg)	6.7	3.2	Leche de vaca

Fuente: Garavito (2008)

La moringa es una especie prometedora en el trópico durante la etapa de sequía puesto que al final de esta estación el árbol se encuentra lleno de hojas lo que la coloca por encima de otras especies y materias primas que son escasos en dicha época (Fahey, 2005). Tanto su follaje como la pasta de las semillas pueden ser utilizadas en la formulación de dietas para la alimentación animal (Pérez *et al.*, 2010). Las hojas se pueden emplear de manera directa. La composición de aminoácidos (Cuadro 1.6) de las hojas de moringa es comparable con la concentración de estos en la soya. El índice de materia orgánica digestible (MOD) de sus

hojas en los intestinos es superior al de varios suplementos proteínicos convencionales, como la alfalfa, semillas de algodón y semillas de girasol (Cuadro 1.7). Los altos niveles de proteína cruda y de MOD hacen de las hojas de moringa un buen suplemento proteínico. En cerdos se ha utilizado el follaje bajo el sistema de corte y acarreo (Pok *et al.* 2005).

Cuadro 1.6. Comparación entre el contenido de aminoácidos esenciales de la moringa con materia prima usada en la elaboración de alimentos balanceados (g/kg de proteína).

Aminoácido	Moringa*	Alfalfa**	Soya**	Maíz**
PC (g/kg MS)	210	162	450	82.4
Lisina	6.61	7.4	27.9	2.5
Metionina	2.06	2.5	6.0	1.8
Treonina	5.05	7.0	17.3	2.8
Histidina	3.12	3.7	11.4	2.4
Leucina	9.86	12.1	32.1	9.6
Valina	6.34	8.6	20.1	3.8

Fuente: *Zarkadas *et al.* (1995); **NRC (2012).

Cuadro 1.7 Digestibilidad de la Materia Orgánica en hojas de Moringa (en porcentaje)

Alimentos	MOD (%)	ME (MJ/Kg)
Hojas de Moringa	75.7	9.2
Semillas de Algodon	73.0	10.6
Semilla de Girasol	75.0	10.6
Alfalfa Pre-floracion	70.0	10.0

Fuente: Close, *et al.*, (1986)

La edad de las hojas de las arbóreas, esto es la posición que ocupan en las ramas afecta la concentración de nutrientes en el follaje (Cuadro 1.8), dado que las hojas jóvenes tienen mayor contenido de PC y menor concentración de FDN y por tanto su digestibilidad in vitro es mayor (Makkar and Becker, 1996).

La FDN representa la fracción no digestible del alimento (Jeraci y Van Soest 1990), de ahí la importancia de su caracterización en dieta para especies de animales no rumiantes. En el cuadro 1.9 se presentan los valores de las fracciones de fibra en la moringa (Bustamante *et al.*, 2015); la proporción de lignina en las plantas es variable y ejerce una influencia negativa en la digestibilidad de los nutrientes, debido a que impide que las enzimas producidas por los microorganismos actúen sobre los polisacáridos no amiláceos, estableciendo enlaces covalentes entre estas sustancias (Brito *et al.* 2008). Por otra parte el contenido de hemicelulosa se encuentra en el rango promedio de otros follajes (Giger y Pochet, 1987), mientras que el de celulosa es mayor, en animales no rumiantes la hemicelulosa es más digestible que la celulosa (Martínez, 2010).

Cuadro 1.8. Efecto de la posición de las hojas en arbóreas con potencial forrajero sobre la concentración de nitrógeno y el porcentaje de su digestibilidad in vitro en base seca

Hojas de arboles	Nitrógeno total (NKT)	Digestibilidad in vitro	Nitrógeno soluble (%NKT)
Trichantera			
Apicales	3.74	32.08	42.56
Basales	2.98	28.15	26.18
Hibiscus			
Apicales	2.91	27.99	34.71
Basales	2.77	21.91	39.35
Moringa			

Apicales	5.23	57.51	61.86
Basales	4.80	30.87	57.71

Morera			
Apicales	4.95	63.36	65.23
Basales	3.60	29.09	29.31

Fuente: Pok *et al.* (2005)

Cuadro 1.9. Valores de la fracción fibrosa de la moringa

	Media	DE \pm	CV, %
FDN	57.74	0.86	1.49
FDA	45.94	0.95	2.07
Lignina	13.66	0.56	4.10
Celulosa	43.98	1.02	2.32
Hemicelulosa	11.80	0.92	7.80

Fuente: Bustamante *et al.*, (2015)

1.2.8 Sistema de Camas Profundas en la Producción Porcina

El sistema de producción utilizando la tecnología de cama profunda, consiste en la producción de cerdos en instalaciones donde se utiliza el piso de tierra en lugar del piso de concreto, se utiliza material lignocelulósico para generar una cama con 50 a 60 cm de profundidad; ésta, puede estar constituida por heno de gramíneas, cascarilla de arroz o de café, hojas de maíz, bagazo seco de caña de azúcar, paja de trigo, paja de soya o una mezcla de varios de estos materiales bien deshidratados (Cruz *et al.*, 2009). Gallardo (2000). asegura que la paja de trigo y la cáscara de arroz son los mejores subproductos para el sistema de cama profunda. El uso de la viruta u otras partes de madera ha resultado en cerdos rechazados en el matadero, debido a lesiones en los pulmones y en los intestinos por su consumo por el cerdo.

La finalidad de la cama es absorber las excretas eliminando los malos olores y alejando las moscas como fuentes de problemas sanitarios. Una vez que termina su vida útil, puede ser composteada y utilizada como abono de cultivos o, para la alimentación de rumiantes, dadas sus características químicas y microbiológicas. En conjunto con lo anterior el uso de dicho sistema ofrece la reducción en el uso del agua, ya que esta se reduce solo al consumo del animal y no al de lavado de corraletas como se hace en los sistemas convencionales, la reducción se puede interpretar como un ahorro económico para la granja (De Oliveira y Diesel, 2000; Krieter, 2002; Cruz *et al.*, 2010), además de que no se generan aguas residuales.

1.2.9 Bienestar Animal Asociado al Alojamiento en un Sistema de Cama Profunda

La crianza de animales en sistemas intensivos de gran escala, el aprovechamiento de espacios por cuestiones de rentabilidad, conlleva a la reducción del espacio vital de los animales y deterioro en su bienestar, por lo que a partir de los años 80's del siglo pasado, diversas organizaciones se han promulgado por una mejora en la calidad de vida de los animales (Zapata, 2002); en donde, el alojamiento les proporcione un entorno con las condiciones idóneas para que la producción animal pueda realizarse minimizando el estrés (Feld *et al.*, 2010). La producción porcina de camas profundas ofrece la posibilidad de una mejoría en el ambiente del animal haciéndolo lo más natural posible en el cual el animal pueda reducir sus conductas estereotipadas, por lo cual el conocer los patrones de dichas actividades en los porcinos ayuda a reconocer las condiciones de confort (Campiño y Ocampo 2010)

1.2.10 Indicadores de Bienestar Animal

El concepto de bienestar animal está íntimamente asociado al entorno donde se desarrolla la crianza de los animales y está relacionado con el estado físico y psicológico del animal, el cual puede afectar la respuesta productiva debido al estrés, afectando tanto el sistema endocrino como el inmune, además, de una serie de comportamientos estereotipados. La medición del bienestar animal puede ser un proceso complejo ya que implica combinar varios indicadores entre los cuales están: los productivos, fisiológicos y etológicos. Algunos autores (Solano *et al.*, 2004; Broom, 2005) han descrito las condiciones básicas que aseguran el bienestar animal, entre estas se pueden mencionar la ausencia de hambre, sed, desnutrición o subnutrición, maltrato animal que pueda causar heridas, dolor o enfermedad, libre de temor o angustias, no presentar incomodidad y libre de manifestar un comportamiento natural; las cuales deben regir el bienestar animal (Cockram *et al.*, 2004).

La producción porcina en este tipo de sistema, permite un aumento en el bienestar de los animales, para su evaluación se han propuesto algunos parámetros, como son: mortalidad neonatal, mordedura de colas, amontonamiento por frío, lesiones en los miembros anteriores y posteriores, animales jugando, animales hozando. (Manteca, 2007); en el Cuadro 1.10 se presentan la comparación de algunas variables entre un sistema convencional y uno de cama profunda

Cuadro 1.10. Resultados en los indicadores de bienestar animal en ambos sistemas de alojamiento

	Total animales	No. animales/%			Veces x día/%	
		Mordedura de colas	Cojeras	Animales jugando	Animales hozando	Amontonamiento por frio
Cama	36	0/0	0/0	15/41,66	23/63,8	0/0
Piso	36	6/16,66	9/25	7/19,44	10/27,77	8/22,22

Fuente: Cruz (2011)

1.2.11 Bienestar en la Maternidad

En los sistemas intensivos en el área de maternidad, el ingreso de la cerda a las jaulas de parición, por lo general se realiza 4 a 6 días previos al parto, estas jaulas solamente permiten que la madre, este parada, sentada o echada, por lo que este tipo de instalaciones les genera estrés, el cual se verá reflejado en complicaciones al parto y en la producción de leche; por otra parte, tanto las madres como las crías tienen necesidades diferentes en cuanto a temperatura y humedad y, sus problemas de estrés se reflejan de diferente manera; esas condiciones de privar al animal de un nicho natural puede hacer que el parto se retrase o la bajada del calostro se de menor cantidad al igual que la muerte de lechones por aplastamiento.

Por el contrario, cuando la hembra pare en un sistema de cama profunda, puede construir una especie de nido y estimula el instinto materno de la cerda, lo cual se refleja en una menor duración de trabajo de parto y una reducción en el estrés.

Los principales objetivos de controlar el estrés durante la etapa de lactancia son evitar la excesiva pérdida de peso corporal, lograr un buen desarrollo de los lechones, obtener bajo porcentaje de mortalidad neonatal y el retorno al celo en la primer semana post destete, con la finalidad de lograr buenos índices de parición en la granja (Hernández *et al.*, 2012)

1.2.12 Impacto Ambiental

Los sistemas de producción de camas profundas son amigables con el medio ambiente, ya que no utilizan agua para un lavado diario como en las corraletas de los sistemas convencionales. En la Península de Yucatán el abastecimiento de agua es proporcionada por aguas subterráneas presentes en los mantos acuíferos, de los cuales no solo se destinan para el uso de la ciudad, sino que son recursos de vital importancia para algunas comunidades por su consumo humano. Dichas aguas revisten importancia turística en la Península ya que abastece a los cenotes y estos son una derrama economía para las comunidades rurales y un atractivo para el estado. Yucatán es un importante y fuerte productor de cerdos y aves, tomando en consideración esto es un hecho que las granjas presentan un problema de contaminación para el ambiente (Novelo *et al.*, 2009).

La contaminación del aire es una de las afectaciones por la crianza de cerdos y estas son por las emisiones de metano amoniaco, sulfuro de hidrogeno y dióxido de carbono los cuales producen mal olor, problemas respiratorios tanto para el ser humano como para los mismos animales y el elemento más dañino emitido para el mundo es el óxido nitroso N₂O el cual degrada la capa de ozono y contribuye al calentamiento global (Pacheco *et al.*, 1997)

La contaminación del suelo por exceso de excretas vertidas en él puede ocasionar una alteración en el pH, filtración de nitratos en el suelo, la excesiva acumulación metales pesados en la capa superficial del suelo por presencia de sales de hierro y cobre (Kato, 1995). De igual forma la contaminación del mato friático por la lixiviación de las aguas de lavado debido al tipo de suelo calcáreo de la península el cual favorece a la filtración de solidos que quedaran suspendidos en el agua al igual que las coliformes y nitrógeno. El exceso de nutrientes favorece al crecimiento de las algas verdes favoreciendo con ello el agotamiento del O₂ favoreciendo la proliferación de larvas y bacterias nocivas, el amónico disuelto en agua es toxico para muchas especies de peces e invertebrados (Pacheco *et al.*, 1997).

1.3 HIPOTESIS

La sustitución parcial de alimento balanceado por moringa tiene un efecto positivo en las ganancias de peso de las cerdas gestantes y a su vez se ve reflejado en sus parámetros productivos.

1.4 OBJETIVOS

Objetivo general

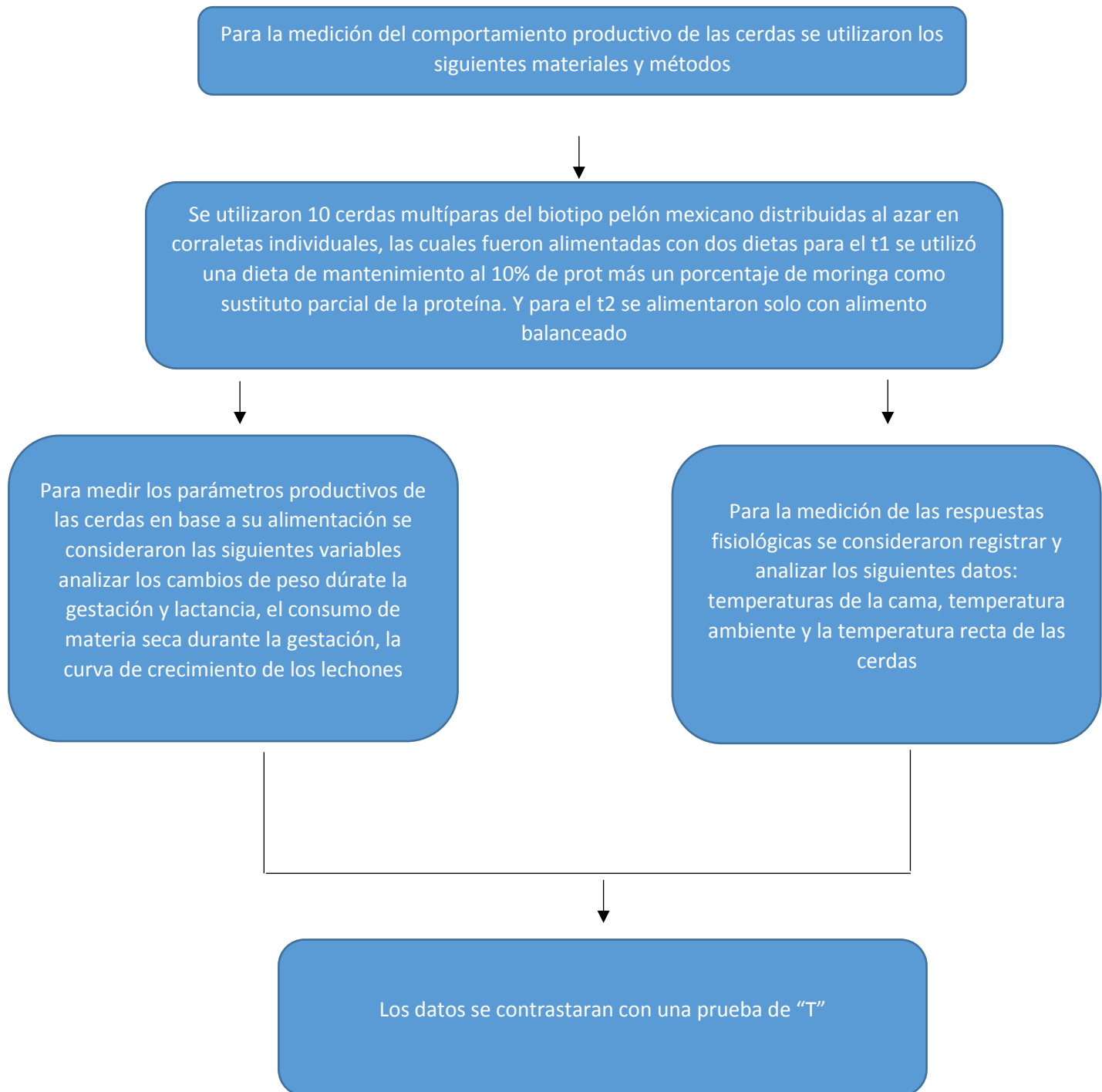
Evaluar el comportamiento productivo en cerdas pelón mexicano durante la etapa de gestación y lactancia en un sistema de cama profunda Suplementadas con moringa.

Objetivos específicos

- Evaluar los indicadores productivos en las cerdas suplementadas con forraje
- Evaluar la curva de crecimiento de los lechones durante la etapa de lactancia
- Describir la respuesta fisiológica de las cerdas en un sistema alternativo de crianza

1.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1.5.1 Diagrama del Procedimiento



1.6 Literatura citada

- Anugwa, F. O., Varel, V. H., Dickson, J. S., Pond, W. G., Krook, L. P. 1989. Effects of dietary fiber and protein concentration on growth, feed efficiency, visceral organ weights and large intestine microbial populations of swine. *The J. of nutrition*, 119(6), 879-886.
- Bardon, T., Fioramonti, J. 1983. Nature of the effects of bran on digestive transit time in pigs. *British J. of Nutrition*, 50(3), 685-690.
- Benítez, O. W., Sánchez, D. M. 2001. Los cerdos criollos en América Latina. Los cerdos locales en los sistemas tradicionales de producción. *Estudio FAO Producción y Sanidad Animal*, 148, 13-35.
- Bonal Ruiz, R., Odio, R. M. R., Carrión, M. E. B. 2012. *Moringa oleifera*: una opción saludable para el bienestar. *Medisan*, 16(10).
- Brito, M.S., Oliveira, C.F., Silva, T.R., Lima, R.B., Morais, S.N. y Silva, J.H. 2008. Polisacáridos no amiláceos en la nutrición de monogástricos - Revisão. *Acta Veterinaria Brasilica*, 2:111- 117
- Broom DM. (2005). The effects of land transport on animal welfare. *Rev Sci Tech Off int Epiz*; 24(2):683-691.
- Bustamante, D., Caro, Y., Savón, L., Elías, A. 2015. *Moringa oleifera*: propiedades físicas y químicas y su impacto en la fisiología digestiva de especies monogástricas. *Rev. Comp. Prod. Porc. Volumen*, 22(2).
- Campabadal, C. 2009. Guía técnica para alimentación de cerdos. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Campiño-Espinosa, G. P., Ocampo-Durán, Á. 2010. Comportamiento de Cerdos de Engorde en un Sistema de Cama Profunda Utilizando Racimos Vacíos de Palma de Aceite *Elaeis guineensis* Jacq. *Orinoquia*, 14(2), 147-159.

- Cenobio, S.L. 1993. Evaluación del comportamiento reproductivo de un lote de cerdas Pelón Mexicano en la etapa de lactancia en el altiplano. Tesis de Lic. Fac. de Med. Vet. y Zoot. UNAM. México, D.F.
- Cockram MS, Baxter EM, Smith LA, Bell S, Howard CM, Prescott RJ. 2004. Effect of driver behaviour, driving events and road type on the stability and resting behaviour of sheep in transit. *J Anim Sci*; 79:165-176.
- Contino, Y. 2007. Estudio de la inclusión del follaje fresco de *Morus alba* Linn. Var. Acorazonada en dietas porcinas (Doctoral dissertation, Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Pastos y Forrajes. EEPF «Indio Hatuey». Matanzas, Cuba).
- Curtis, S. 1,978. The enairoment of szuine housing. *Pork Industry Handbook*. PHI-54:4p
- CLOSE, W. & MENKE, K.H. 1986. *Selected Topics in Animal Nutrition: a manual*. Institute for Animal Nutrition, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany.
- Cruz Martínez, E., Almaguel González, R., Ly, J.2011. Evaluación del bienestar animal de cerdos en crecimiento y ceba alojados en sistema de cama profunda. *REDVET. Rev. Elect. Vet*, 12(7), 1-9.
- Cruz, E.; Almaguel, R.; Mederos, C. y González, C. 2009. Sistema de cama profunda en la producción porcina a pequeña escala. *Rev. Científ. Fcv- Luz*. 19(5):495-499.
- De Anda, S. A., Rubio, L. M. S., Santilla´ n, V. M. C., Méndez, M. R. D. 1999. Análisis descriptivo cuantitativo del jamón tipo Serrano elaborado a partir del cerdo pelón mexicano. *Alimentaria*, 306, 29–35.
- Degen, I. 2010. Dietary influence of fiber on the energy and amino acid digestibility and its consequences for diet formulation in growing pig. (Tesis de doctorado). Universidad de Kaspovár. Kaspovár.
- Drucker, A. G., Semerena, R. E., González, V. G., Rueda, S. M. 2003. La industria porcina en Yucatán: un análisis de la generación de aguas residuales. *Problemas del Desarrollo*, 105-124.

- Fahey, J.W., 2005. *Moringa oleifera*: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties, Part 1. *Trees for Life J.* 1, 5.
- FAO. 2000. Peligra la diversidad genética de los animales de granja. <<http://www.fao.org/ag/esp/revista/0011sp2.htm>.
- Feld, A., Hernández G.I., Racciatti, D.S., González, P.M., Magallanes, S.y Ferrari, H.R. 2010. Metodología en el estudio de comportamiento para mejores condiciones de bienestar de animales en cautiverio. Taller Nacional de Bienestar Animal, Temaikén 2010.
- Figuroa, V. 1996. Producción porcina con cultivos tropicales y reciclaje de nutrientes (No. Doc. 19577)* CO-BAC, Bogotá). Editorial Academia.
- Flores, O. I., Bolivar, D. M., Botero, J. A., Ibrahim, M. A. 1998. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico. *Livestock Res. Rural Devel*, 10(1), 1-10.
- Foidl, N., Mayorga, L., Vásquez, W. (1999). Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. *FAO ANIMAL PRODUCTION AND HEALTH PAPER*, 341-350.
- Gallardo A, D. 2000. Sistema de Producción Porcina con Utilización de Cama Profunda o Deep Bedding. Disponible en: www.chillan.udec.cl/drural/canada2000.html.
- Garavito, U. 2008. *Moringa oleifera*, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel. Recuperado el, 18.
- Giger, S. y Pochet, S. 1987. Méthodes d'estimation des constituantes pariétaux dans les aliments destinés aux ruminants. *Bulletin Technique de l'INRA*, 70:49-54
- Gonzalvo, S., Nieves, D., Ly, J., Macías, M., Caron, M., Martínez, V. 2001. Algunos aspectos del valor nutritivo de alimentos venezolanos destinados a animales monogástricos. *Livestock Res. Rural Devel*. 13(2), 25.

- Grieshop CM, Reece DE, Fahey GC. 2001. Nonstarch polysaccharides and oligosaccharides in swine nutrition. In Swine Nutrition. 2nd edition. Edited by Lewis AJ, Southern LL. Boca Raton, FL: CRC Press;:107–130.
- Guzmán-Maldonado, Salvador Horacio, Zamarripa-Colmenares, Alfredo, Hernández-Duran, Lesly Guadalupe. 2015. Calidad nutrimental y nutraceutica de hoja de moringa proveniente de árboles de diferente altura. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 6(2), 317-330.
- Den Hartog, L. A., Smits, C. H. M. 2005. Estrategias de alimentación y manejo para alcanzar la uniformidad y calidad deseadas en porcino. In Proceedings Fundacion Espanol para el desarrollo de la nutricion animal (FEDNA), Madrid (pp. 326-339).
- Hernández, I. Babbar, Liana. 2001. Sistemas de producción animal intensivos y el cuidado del ambiente: situación actual y oportunidades. Pastos y forrajes. 24 (4):281
- Hernández, J. B, Ferrerta Claramunt, J. L., Vázquez Cisneros C. Menaya M, García Casco J. M. 1997. El cerdo ibérico: el poblador de la dehesa. Dpto. de Producción animal Sección de Porcino Finca la Orden. Junta Extremadura. España
- Hernández, J., Gasa, J. 2012. Manual de Buenas Prácticas de Producción Porcina. Lineamientos generales para el pequeño y mediano productor de cerdos
- Holzgraefe, D. P., A. H. Jensen, G. C. Fahey, Jr. and R. R. Grummer. 1986. Effects of dietary alfalfa-orchardgrass hay and lasalocid on sow reproductive performance. J Anim Sci 62:1145-1153.
- Jeraci, J.L. y Van Soest, P.J. 1990. Improved methods for analysis and biological characterization of fiber. Advances in Experimental Medicine and Biology, 270:245-263
- Jin L, Reynolds LP, Redmer DA, Caton JS, Crenshaw JD.1994. Effects of dietary fiber on intestinal growth, cell proliferation, and morphology in growing pigs. J Anim Sci, 72:2270–2278.

- Jorgensen H, Zhao XQ, Eggum BO. 1996. The influence of dietary fiber and environmental temperature on the development of the gastrointestinal tract digestibility, degree of fermentation in the hind-gut and energy metabolism in pigs. *Br J Nutr*, 75:365–378.
- Kambashi, B., Boudry, C., Picron, P., Bindelle, J., 2014. Forage plants as an alternative feed resource for sustainable pig production in the tropics: a review. *Animal*. 27, 114
- Kato, Luis M. 1995. “La producción porcícola en México: Contribución al desarrollo de una visión integral”. Universidad Autónoma Metropolitana. México. Pp. 21-41.
- Krieter, J. 2002. Evaluation of different pig production systems including economic, welfare and environmental-aspects. *Archiv fur Tierzucht* 45(3): 223-235.
- Lee, C.Y., Lee, H.P., Jeong, J.H., Baik, K.H., Jin, S.K., Lee, J.H., Sohnt, S.H., 2002. Effects of restricted feeding, low-energy diet, and implantation of trenbolone acetate plus estradiol on growth, carcass traits, and circulating concentrations of insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF-binding protein-3 in finishing barrows. *J. Anim. Sci.* 80, 84–93
- Ly, J. 2005. Uso del follaje de árboles tropicales en la alimentación porcina. *Pastos y Forrajes*, 28(1).
- Ly, J. 2014. Utilización del follaje de morera en la alimentación del ganado porcino en sistemas integrados tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(1).
- Ly, J. 2004. Árboles tropicales para alimentar cerdos. Ventajas y desventajas. *Rev. Comp. Prod. Porc.* 11: 5-27.
- Ly, J. 2009. Árboles tropicales para alimentar cerdos. Ventajas y desventajas. *Rev. Comp. Prod. Porc.* 2009 11 suplemento 1:11-33.
<http://www.iip.co.cu/RCP/ant/RCP11s1es.html>
- Ly, J. and Samkol, P. 2014. Utilización del follaje de morera en la alimentación del ganado porcino en sistemas integrados tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 48 suplemento 1: 63-66. <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193030122014.pdf>

- Makkar, h.p.s. & Becker, K. 1996. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. *Animal Feed Science and Technology* 63, 211-228.
- Manteca, X. 2007. Valoración del bienestar animal: indicadores de comportamiento y fisiológicos. Seminario Internacional. Bienestar animal: nuevo desafío para la producción animal. Facultad de Veterinaria. UDELAR. Montevideo, Uruguay, 3-8.
- Martín, C., Martín, G., García, A., Fernández, T., Hernández, E., Puls, J. 2013. Potenciales aplicaciones de *Moringa oleifera*. Una revisión crítica. *Pastos y Forrajes*, 36(2), 137-149.
- Martínez, M. 2010. Caracterización de la harina de forraje de *Mucuna* sp. Y su efecto en la fisiología digestiva del pollo de ceba. Tesis DrSci. Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas, p 49-53
- Matte, J. J., S. Robert, C. L. Girard, C. Farmer and G. P. Martineau. 1994. Effect of bulky diets based on wheat bran or oat hulls on reproductive performance of sows during their first two parities. *J. Anim. Sci.* 72: 1754-1760.
- May, L. D. S., de la Rosa, B. O., Vázquez, Á. C. S., Lorca, J. A. R., García, J. R. S., Magaña, M. Á. M. 2005. Estructura del mercado y comportamiento del precio de la carne de cerdo en Yucatán 1990-2003. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 43(3), 347-360.
- Méndez Novelo, R., Castillo Borges, E., Vázquez Borges, E., Briceño Pérez, O., Coronado Peraza, V., Pat Canul, R., Garrido Vivas, P. 2009. Estimación del potencial contaminante de las granjas porcinas y avícolas del estado de Yucatán. *Ingeniería*, 13(2).
- Mota, D., Spilisbury, M. L. A., Necochea, R. R., Torres, V. A., Ortega, M. E. T. 2004. Efecto de la pérdida de grasa dorsal y peso corporal sobre el rendimiento reproductivo de cerdas primíparas lactantes alimentadas con tres diferentes tipos de dietas. *Revista Científica*, 14(1).

- Mroz, Z. and A. Tarkowsky. 1991. The effects of the dietary inclusion of sidamental (Malvaceae) for gilts on the reproductive performance, apparent digestibility, rate of passage and plasma parameters. *Livest Prod Sci.* 27: 199-210.
- Muley NS, van Heugten E, Moeser AJ, Rausch KD, van Kempen TATG. 2007. Nutritional value for swine of extruded corn and corn fractions obtained after dry milling. *J Anim Sci*, 85:1695–1701.
- Muñoz, C. 2003. Sustitución parcial de alimento comercial por morera (*Morus alba*) en la alimentación de cerdas gestantes, Aspectos técnicos y económicos. Tesis MSci. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Conkal, pp 65
- National Research Council. 2012. Nutrient requirements of swine. National Academies Press.
- Nautiyal B P and Venhataraman K G 1987 Moringa drumstian ideal tree for social forestry. Growing conditions and uses. *Myforest.* 23(1): 53-58.
- Ogle, B. 2006. Forages for pigs: nutritional, physiological and practical implications. Workshopseminar" Forages for Pigs and Rabbits" MEKARN-CelAgrid, 22-24.
- Oliveira de, P. A. y Diesel, R. 2000. Edificação para a producto agroecológica de suinos: Fases de crecimiento e terminacão. *Embrapa Suinos e Aves. Comunicado Técnico* 245, pp. 1-2.
- Pacheco A. J. Sauri, Ma. Rosa R. Cabrera, Armando S. 1997. “Impacto de la Porcicultura en el Medio Ambiente”. *Ingeniería, Revista Académica de la Facultad de Ingeniería.* Yucatán, México. Vol 1 No. 3 Pp. 53-58.
- Palomo, A 2003. Nutrición de cerdos en crecimiento: necesidades energéticas. www.vetplus.org
- Panorama Agroalimentario .Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Carne de Cerdo 2016 FIRA
- Pattison, J., Drucker, A.G., Anderson, S., 2007. The cost of conserving livestock diversity? Incentivemeasures and conservation options for maintaining indigenous pelon pigs in Yucatan, Mexico. *Tropical Animal Health and Production.* 39, 339–353.

- Pérez, A., Sánchez, T., Armengol N. Reyes, F. 2010. Características y potencialidades de *Moringa oleífera*, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. Pastos y Forrajes, 33(4), 1-16
- Phiny, C., Khieu, B., Preston, T. R. Ty, C. 2009. Effect of level of effluent from plastic biodigesters loaded with pig manure on the growth of mulberry (*Morus alba*) trees. Livestock Res. Rural Devel. 21(7).
- Pok, S., Bun, Y. Ly, J. 2005. Physico-chemical properties of tropical tree may influence its nutritive value for monogastric animal species. Rev. Comp. Prod. Porc., 12:31
- Preston, T. R., Murgueitio, E. 1992. Strategy for sustainable livestock production in the tropics. Strategy for sustainable livestock production in the tropics.
- Programa Estatal de Desarrollo Agropecuario y Pesquero del Estado de Yucatán 2007 (PEDAPEY, 2007).
- Quiles, A. Y Hevia, M. 2003. Últimas tendencias en la alimentación de cerdas durante la lactación: Recomendaciones prácticas. Murcia, España: Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia, Campus de Espinardo
- Renaudeau, D., Mouro, J. 2007. A comparison of carcass and meat quality characteristics of Creole and Large White pigs slaughtered at 90 kg BW. Meat science, 76(1), 165-171.
- Robert, S., J. J. Matte, C. Farmer, C. L. Girard and G. P. Martineau. 1993. High fiber diets for sows: Effects on stereotypies and adjunctive drinking. Appl. Anim. Behav. Sci. 37, 297-309.
- SAGARPA 2006. Anuario Estadístico de la Producción Pecuaria de los Estados Unidos Mexicanos. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera
- SAGARPA, 2016 Sistema de Información Agroalimentario de Consulta (SIACON).
- Sarria P. 1994. Efecto del nacedero (*Trichanthera gigantea*) como reemplazo parcial de la soya en cerdas en gestación y lactancia recibiendo una dieta básica de jugo de caña. CIPAV, AA20591 Cali, Colombia. Livestock Res. Rural Devel.. Vol. 6: Number 1, March.
- Sarria, B. 2002. Forrajes arbóreos en la alimentación de monogástricos.

- Sarria, P. 2003. Forrajes arbóreos en la alimentación de monogástricos. In: agroforestería para la producción animal en América Latina II (M.D. Sánchez y M. Rosales, editores) estudios FAO de producción y sanidad animal N° 155 Roma, pp. 213-216.
- Sarria, P., Preston, T. R. 1992. Reemplazo parcial del jugo de caña con vinaza y uso del grano de soya a cambio de torta en dietas de cerdos de engorde. *Livestock Res. Rural Devel.*, 4(1), 80-88.
- Sarria, P., Villavicencio, E., Orejuela, L. E. 1991. Utilización de follaje de Nacedero (*Trichanthera gigantea*) en la alimentación de cerdos de engorde. *Livestock Res. Rural Devel.*, 3(2), 51-58.
- Savón, L. 2002. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 36(2).
- Savón, L., Gutiérrez, O., Ojeda, F., Scull, I. 2005. Harinas de follajes tropicales: una alternativa potencial para la alimentación de especies monogástricas. *Pastos y Forrajes*, 28 (1), 69-79.
- Scarpa, R.; Drucker, A.; Anderson, S.; Ferres-Ehuan, N. 2003. Valuing genetic resources in peasant economies: the case of „hairless“ creole pigs in Yucatan. *J. of Ecological Economics* 45: 427-443.
- Sierra-Vásquez A. C. 2000. Conservación genética del Cerdo Pelón Mexicano en Yucatán y su Integración a un sistema de producción
- Solano J, Galindo F, Orihuela A, Galina CS. 2004. The effect of social Rank on the physiological response during repeated stressful handling in Zebu cattle (*Bos indicus*). *Physiol Behav*; 82:679-683.
- Stanogias, G., Pearce, G. R. 1985. The digestion of fibre by pigs: 3. Effects of the amount and type of fibre on physical characteristics of segments of the gastrointestinal tract. *British J. of Nutrition*, 53(3), 537-548.
- Terlouw, EMC. A. B. Lawrence and A. W. Illius. (1991). Influences of feeding level and physical restriction on development of stereotypies in sows. *Anim Behav.* 42:981-991.

- Kass, M. L., Van Soest, P. J., Pond, W. G., Lewis, B., McDowell, R. E. 1980. Utilization of dietary fiber from alfalfa by growing swine. I. Apparent digestibility of diet components in specific segments of the gastrointestinal tract. *J. Anim. Sci.*, 50(1), 175-191.
- Vestergaard, E. M. 1997. The Effect of Dietary Fibre on Welfare and Productivity of sows. Ph. D. Thesis. The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen.
- Viloria, F., Sulbaran, L., González, C., Almonte, M., González, C. 2008. Comparación de tres tipos de estructura física de corral (cama profunda, piso sólido y piso con rejilla) para cerdos en fase de finalización en granjas comerciales. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal*, 216-223.
- Weber, T. E., Ziemer, C. J., Kerr, B. J. 2008. Effects of adding fibrous feedstuffs to the diet of young pigs on growth performance, intestinal cytokines, and circulating acute-phase proteins. *J. Anim. Sci.*, 86(4), 871-881.
- Wenk, C. 2001. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. *Animal Feed Science and Technology*, 90(1-2), 21-33.
- Whitney, M. H., Shurson, G. C., Johnston, L. J., Wulf, D. M., Shanks, B. C. 2006. Growth performance and carcass characteristics of grower-finisher pigs fed high-quality corn distillers dried grain with solubles originating from a modern Midwestern ethanol plant. *J. Anim. Sci.*, 84(12), 3356-3363.
- Wiecek, J., Rekiel, A., Skomial, J. 2011. Effect of restricted feeding and realimentation periods on compensatory growth performance and physiological characteristics of pigs. *Archives of Animal Nutrition*. 65, 34–45
- Zapata, B. 2002. Bienestar y producción animal: la experiencia europea y la situación chilena. *TecnoVet*, 8(2), ág-3.
- Zarkadas, C.G., Yu, Z. Burrows, V.D. 1995. Protein quality of three new Canadian-developed naked oat cultivars using amino acid compositional data. *J. of Agricultural and Food Chemistry* 43, 415-421.

Zebrowska, T., Low, A. G., Zebrowska, H. 1983. Studies on gastric digestion of protein and carbohydrate, gastric secretion and exocrine pancreatic secretion in the growing pig. *British J. of Nutrition*, 49(3), 401-410.

II. CAPITULO

2. SISTEMA ALTERNATIVO DE PRDUCCION PARA CERDOS CRIOLLOS

2.1. RESUMEN

Se utilizaron 10 cerdas del biotipo pelón mexicano con un peso promedio de 66 ± 5 distribuidas completamente al azar para estudiar el comportamiento productivo y reproductivo en la etapa de gestación y lactancia con el consumo de *Moringa oleífera* como sustituto parcial de la ración para lo cual se evaluaron dos dietas, la primera consistió en ofrecerles el 1% de su peso vivo (PV) más el .5% de moringa, el segundo tratamiento se basó en ofrecerles el 1.5% de su PV; los ajustes de alimento se hicieron conforme los pesajes que se realizaron cada 15 días. La ganancia de peso durante la gestación (GPGES) y la pérdida de peso durante la lactancia fueron similares (PPLAC) ($P > 0.10$) entre tratamientos; independientemente de que en los pesos inicial (PI), al parto y al destete se observó una tendencia ($P < 0.10$) a ser más elevados en las cerdas del tratamiento que consumieron moringa. Las temperaturas registradas durante el experimento se comportaron de manera lineal conforme se acercaba los meses a la temporada invernal la temperatura ambiente fue disminuyendo, sin el comportamiento de la temperatura de las camas vario conforme a su tiempo de utilización y compostaje de las mismas y no al medio ambiente, de igual manera la temperatura rectal de las cerdas se mantuvo conforme a sus parámetros fisiológicos a lo que se concluye que el material de las camas profundas mantienen en confort a los animales.

Palabras clave: Cerdo Pelón Mexicano, Moringa, Comportamiento Productivo y Reproductivo, camas profundas

2.1. ABSCTRACT

We used 10 sows of the Mexican Hairless biotype with an average weight of 66 ± 5 distributed completely at random to study the productive and reproductive behavior in the stage of gestation and lactation with the consumption of *Moringa oleifera* as a partial substitute of the diet for which evaluated two diets, the first consisted in offering them 1% of their live weight (PV) plus the .5% of moringa, the second treatment was based on offering them 1.5% of their PV the food adjustments were made according to the weighings that They were done every 15 days. Weight gain during pregnancy (GPGES) and weight loss during lactation were similar (PPLAC) ($P > 0.10$) between treatments; independently of the fact that in the initial weights (PI), at birth and at weaning, a tendency was observed ($P < 0.10$) to be higher in the sows of the treatment that consumed moringa. The temperatures recorded during the experiment behaved linearly as the months towards the winter season approached. Environment was decreasing, however the behavior of the temperature of the beds varied according to their time of use and composting of the same and not to the environment, another way the rectal temperature of the bristles was maintained according to their physiological parameters to which It is concluded that the material of the deep beds maintain the comfort of the animals.

Keywords: Mexican Hairless Pig, Moringa, Productive and Reproductive Behavior, deep beds

2.2 Introducción

La actividad porcícola en el país es una de las principales actividades pecuarias y por lo tanto las importaciones de carne de cerdo va en aumento, sin embargo este es uno de los problemas para la porcicultura nacional (Hernández *et al.*, 2008). Tan solo en el 2018, México alcanzará un consumo nacional de 2.2 millones de t y sólo 60 % será abastecido con producción nacional. Las mismas tendencias son predichas por USDA (2010) y FAPRI/ISU (2011).

En la actualidad es común el uso de alimentos balanceados para la alimentación de cerdos, siendo estos de un gran valor comercial, ya que estos están formulados con granos y principalmente con soya como ingrediente proteico muchas veces de importación lo que encarece la producción y reduce los márgenes de ganancia ya que la alimentación representa el 80% de los costos de una granja por lo que es importante encontrar alternativas que permitan reducir costos de producción del alimento (Chicco *et al.*, 1977)

El uso de follajes arbóreos en la alimentación de cerdos y en especial en cerdas en etapa de gestación en el trópico puede ser una alternativa para los países con escasos recursos (Ly, 2004), sin embargo, la inclusión de estos follajes como sustituto de alimentación en monogástricos tiene una restricción ya que la digestibilidad de la fibra por los cerdos no es alta, razón por la cual para su consumo se recomienda la inclusión de hasta un 30% en su dieta (Sarria, 1994).

Sin embargo, entre los forrajes prometedores para la alimentación porcina sobre sale la arbórea conocida como Moringa, por tener menor índices de fibra detergente neutra (FDN) la cual tiene una menor absorción en el intestino, además de contener altos índices de proteína (Pérez *et al.*, 2010). De igual forma, se ha observado que la digestibilidad *in vitro* de N en Moringa es de 79.2% en cerdos, por ello esta planta es una buena opción para la sustitución parcial de granos en la alimentación de cerdas en etapa de gestación (Ly *et al.*, 2001)

2.3 MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó entre el mes de mayo de 2017 y enero de 2018, en la Unidad de Producción e Investigación Agrícola y Pecuaria del Instituto Tecnológico de Conkal-Chablekal a 21° 5" latitud Norte y 89°32" longitud Oeste y 7 msnm, clima Aw0 (García 1981), el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, temperatura media anual 29°C con precipitación de 900 mm. El suelo es de origen calcáreo, con poca profundidad, altamente permeable (suelo carstico) y el espejo de agua del acuífero subterráneo se localiza a 6 m. de profundidad.

2.3.1 Animales Utilizados y Manejo

Se utilizaron 10 cerdas multíparas del biotipo cerdo pelón mexicano de 14 meses de edad con un peso inicial promedio de 66 kg. Las cuales fueron distribuidas completamente al azar, en dos tratamientos, alimentadas en función de su peso vivo: T1 alimento balanceado a razón del 1% del peso vivo más el 0.05% de moringa en base fresca; T2. Alimento balanceado a razón del 1.5% del peso vivo. Las dietas se formularon para cubrir los requerimientos recomendados por el NRC (2012) utilizando el programa Lingo® versión 14.0. En el Cuadro 2.1 se presenta la composición de la dieta. Antes de iniciar el experimento las cerdas fueron desparasitadas con ivermectina al 1% (Iverfin 1%®), utilizando una dosis de 1 ml. por cada 33 kg de peso. La dieta ofrecida fue de mantenimiento al 10% de proteína y 2200 Mcal la cual ofreció 95g/d de proteína y la moringa con un 21% de proteína y 2.34 M.cal, ofreció 19g/d de proteína.

Cuadro 2.1. Composición de la dieta experimental

Ingredientes	Kg/100 kg. de alimento
Maíz molido	74.401
Salvado de trigo	4.472
Soya	8.482
Melaza	10.00
Sal común	0.500
Metionina	0.076
Treonina	0.018
Lisina	0.273
Carbonato de calcio	1.337
Premezcla de vitaminas	0.200
Premezcla de minerales	0.200

Los animales fueron alojados por separado en corrales de 3.30 x 3.30 m (10.89 m²) con piso de tierra y divisiones metálicas, se utilizó como material de la cama cascarilla de arroz manteniendo una profundidad de 60 cm; en cada corral se dispuso de un comedero para las raciones secas con una capacidad de 4 kg y un bebedero tipo chupón para el consumo de agua *ad libitum*, los únicos animales que contaron con un comedero extra para las raciones de moringa fueron los del tratamiento uno. Para la alimentación de los animales se dividió en dos horarios la primera porción se les ofreció a las 0800 h (600 g/animal) y la segunda a las 1400 h (600 g/animal). La moringa se cosechó diariamente y se trituro utilizando una picadora de cuchillas, para obtener un tamaño de partícula de 2 cm de longitud de los brotes tiernos y se ofertó a las 0900 h a los animales del T1

2.3.2 Variables Productivas

Cambios de peso en las cerdas. Las hembras de la piara reproductora se pesaron cada 14 días con ayuno previo de 16 h. utilizando una báscula de la marca Ohaus® de 300 kg con una precisión de 50 g. con la finalidad de obtener la ganancia de peso durante la gestación (GPGES), peso al parto (PP), peso al destete (PDES), pérdida de peso durante la lactancia (PPLAC) y compara con el peso inicial (PI) de las cerdas.

Consumo de alimento durante la gestación fue restringida con base al 1.5% del peso corporal de las hembras. Durante la lactancia se ofrecieron 400 g de alimento por cada lechón amamantado.

Prolificidad: se midió con base en el número de animales paridos (vivos y muertos), mientras que para los kg paridos solamente se consideraron a los nacidos vivos.

Habilidad materna se consideró la relación entre los animales nacidos vivos y destetados a 30 días de edad.

Kg producidos por hembra (kg.prod.) durante la lactancia peso de la camada al destete menos el peso de los kg paridos.

Crecimiento de los lechones entre el nacimiento y el destete se pesaron al nacimiento y posteriormente cada semana hasta los 30 días de edad utilizando una báscula de la marca Torrey® con capacidad de 5 kg con precisión de 1 g. la castración de los machos se realizó después del destete.

Retorno al estro: intervalo del destete y la presentación del celo

Temperatura corporal de las cerdas se evaluó cada segundo día a las 0900 h utilizando un termómetro digital por vía rectal.

Consumo de moringa: se evaluó con base a lo ofertado (mañana y tarde) y el rechazo el cual se colecto previo a la oferta y se determinó el contenido de materia seca 2 veces por semana utilizando una estufa de aire forzado a una temperatura entre 65 y 70°C

2.3.3 Manejo de las Camas

Para el relleno de las camas se utilizaron 12 ton de cascarilla de arroz, distribuida de manera homogénea dentro de los corrales. El registro de temperatura superficial y profundidad de la cama, se realizó en cinco puntos (en los extremos y al centro) dos veces por semana utilizando un termómetro laser para la temperatura superficial de la marca Steren® a una distancia de 5 cm sobre la cama y, para la temperatura profunda se utilizó un termómetro digital con electrodo con una penetración de aproximadamente 20 cm. La medición de la temperatura se hizo aleatoriamente a diferentes horas del día. Las camas se removían cada tres días con un bieldo para evitar la fermentación del material, la acumulación de amoniaco y su calentamiento.

2.3.4 Análisis de los Datos

Se realizó una prueba de t de Student para la comparación de medias y una prueba de correlación de Pearson para evaluar el efecto de la temperatura ambiente y de la cama sobre la temperatura corporal de los animales.

2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.4.1 Cambios de Peso durante la Etapa de Gestación

La ganancia de peso durante la gestación (GPGES) y la pérdida de peso durante la lactancia fueron similares (PPLAC) ($P > 0.10$) entre tratamientos; independientemente de que en los pesos inicial (PI), al parto y al destete se observó una menor pérdida de peso en las cerdas del tratamiento que consumieron moringa (Cuadro 2.2). Durante el desarrollo del trabajo, fueron descartadas dos cerdas que no mostraron signos de estro.

Cuadro 2.2 Cambios de peso durante la etapa de gestación en cerdas alimentadas con Moringa

INDICADOR	T1	T2	EE
PI	64.52	57.41	3.98
PP	82.61	76.84	5.43
PDES	71.23	63.43	2.94
GPGES	29.19	29.68	1.91
PPLAC	11.37	13.41	3.23

PI (Peso Inicial)

GPGES (Ganancia de Peso durante la Gestación)

PP (Peso al Parto)

PDES (Peso al Destete)

PPLAC (Pérdida de Peso Durante la Lactancia)

EE (Error Estándar)

En la Figura 2.1 se puede observar que las tendencias en cuanto al cambio de peso promedio en las cerdas durante la gestación y lactancia mostraron las mismas tendencias a pesar de que el peso promedio del tratamiento T2 tendió a ser menor ($P < 0.10$) durante todo el desarrollo del experimento, esto por la variación genética en las cerdas de este genotipo.

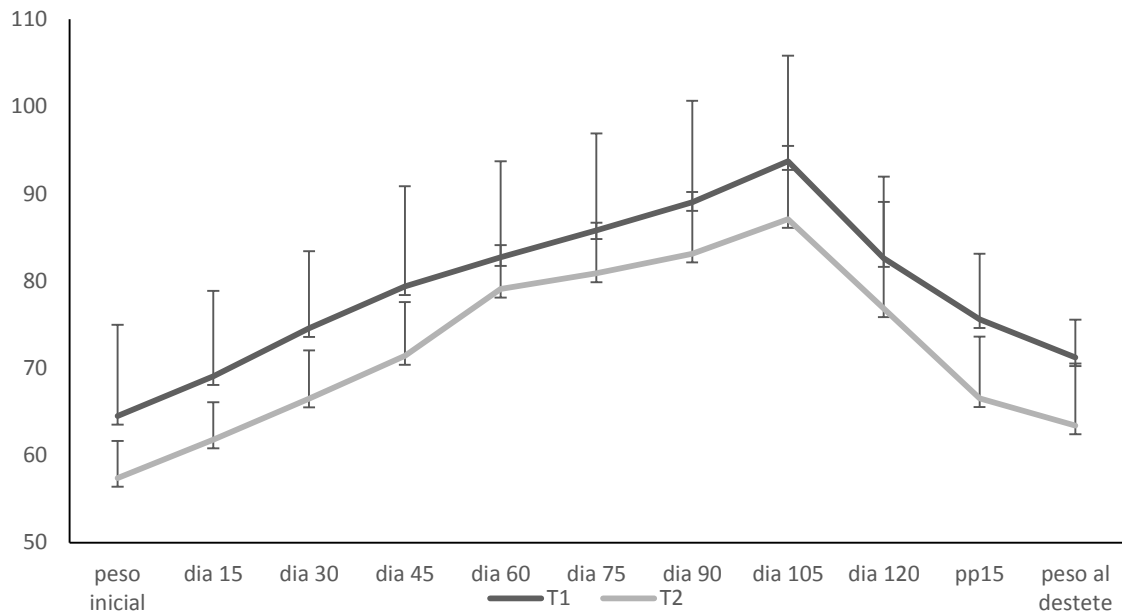


Figura 2.1 Cambios de peso durante la gestación y lactancia en Cerdas de Genotipo Pelón Mexicano.

Quesnel *et al.* (2009) demuestran resultados similares en el comportamiento de las cerdas al ser alimentadas con dos dietas una control y una alta en fibra en la cual el peso corporal durante la gestación no difirió entre tratamientos; el peso corporal promedio después del parto y al destete fueron similares en los 2 grupos ($P > 0.01$) y las cerdas perdieron un promedio de 16 kg durante la lactancia.

El uso de follajes árboles como fuente de forraje para la alimentación de animales y en particular en ganado porcino es una buena opción pues se ha observado la posibilidad de sustituir el 30% de alimento balanceado por forraje en cerdas gestantes (López y Tapia, 2005). Entre los árboles que han dado mejor resultado en la alimentación porcina se encuentran los

no leguminosos como la morera (*Morus alba*), el nacedero (*Trichanthera gigantea*) y la moringa (*Moringa oleífera*) (Phiny, 2009).

2.4.2 Consumo

Cuadro 2.3 Promedios de consumo de materia seca (kg) durante la gestación.

	T1	T2	EE
Alimento comercial	90.90	109.30	4.31
Moringa	10.35	0.00	0.18
Total	101.25	109.30	4.40

El consumo total de materia seca (MS) durante la gestación fue mayor ($P < 0.05$) para las cerdas del T2 que recibieron el 1.5% de su peso vivo (PV) en alimento balanceado en comparación con el T1 las cuales recibieron el 1% de su peso vivo de alimento balanceado más el .5% de moringa en base verde lo cual equivaldría a un 33% del total de su alimentación lo que concuerda con Sarria (1994) quien encontró que se puede sustituir hasta un 30% el aporte proteico de la dieta convencional para cerdas en gestación, sin detrimento de los parámetros productivos y reproductivos. Por otra parte, la diferencia de consumo de MS, no afectó las ganancias de peso durante la gestación ya que las cerdas ganaron en promedio 30kg en ambos tratamientos.

2.4.3 Lechones

Las variables del comportamiento productivo de las hembras medidas a través de lechones nacidos vivos y muertos, así como el peso de los lechones al nacimiento, el peso de la camada al destete, los kg producidos por hembra y los días al estro postdestete fueron similares ($P > 0.10$) entre tratamientos (Cuadro 2.4). Se observó una tendencia ($P < 0.10$) en el peso de la camada al parto, el cual fue más elevado en el grupo control, debido a que las hembras parieron más lechones. Por otra parte, el peso de los lechones al destete fue menor ($P < 0.05$) y esto fue consecuencia de una mayor ($P < 0.05$) cantidad de lechones destetados.

Cuadro 2.4 Indicadores Productivos de Cerdas Alimentadas con Moringa

Indicadores	T1	T2	EE
Lechones Nacidos Vivos(Núm.)	7.25	9.50	1.22
Lechones Nacidos Muertos(Núm.)	0.75	0.25	0.38
Peso de la Camada al parto(kg)	6.87	9.34	0.77
Peso al nacimiento(kg)	1.02	0.98	0.09
Lechones Destetados(Núm.)	5.25	8.25	0.55
Peso de la Camada al Destete(kg)	26.51	29.49	2.36
Peso por lechón al Destete(kg)	5.11	3.57	0.26
kg prod.	19.63	20.15	2.06
Días al estro postdestete	5.25	5.00	0.33

Resultados similares se encontraron en el trabajo de Muñoz (2003) en cerdas de genotipo magro alimentadas con follaje de *Morus alba* durante la gestación. Por su parte Contino *et al.*, (2006) encontraron mejor condición corporal en las cerdas que consumieron follaje fresco de morera durante la gestación con respecto al grupo testigo. En el presente estudio los resultados confirman la suposición de los efectos benéficos del uso de follaje de arbóreas con potencial forrajero durante la gestación y lactancia ya que los kg producidos por hembra fueron similares a aquellas que recibieron una alimentación con base en granos.

2.4.4 Curva de Crecimiento

Se observó una tendencia lineal y similar para ambos tratamientos en el crecimiento de los cerditos del tipo pelón mexicano alojados en un sistema alternativo de camas profundas, sin embargo se puede observar un mayor crecimiento y peso en la cuarta semana para los lechones del T1 en el cual las cerdas fueron suplementadas con Moringa en la dieta.

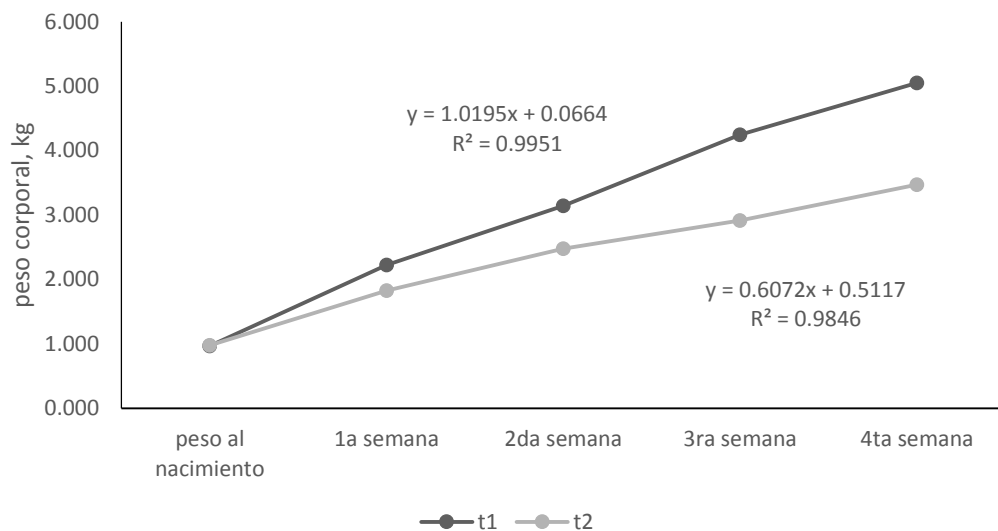


Figura 2.2 Curva de crecimiento de lechones pelón mexicano

Resultados similares se pudieron observar en un trabajo realizado por Robinson (1974) e Irvin *et al* (1991) demostrando que es normal obtener una tendencia lineal, de igual forma otra investigación realizada por Lemus *et al.* (2008) demostraron una tendencia lineal

altamente significativa (R^2 , 0.989; $P < 0.001$) en la curva de crecimiento de lechones del biotipo pelón Mexicano.

Por otra parte Farmer *et al.* (1996) señalaron que la inclusión de una dieta rica en fibra durante la etapa de gestación en cerdas, resulta en una mayor producción láctea lo que se ve reflejado en lechones más pesados al destete.

2.4.5. Temperaturas

Uno de los factores directos que afectaron el comportamiento de las camas profundas fue la temperatura ambiente la cual interactuaba con el material que fue utilizado para hacer las camas; dicho material, al ser orgánico tiende a descomponerse de manera fermentativa lo que provoca elevadas temperaturas. En la Figura 2.3 podemos observar el comportamiento de la temperatura ambiente durante todo el experimento, el cual se realizó entre los meses de mayo a enero por lo cual el comportamiento del clima fue de manera normal para la zona del trópico.

La temperatura media del ambiente al inicio del trabajo fue superior a los 28°C (mes de mayo) y conforme transcurrieron las semanas a partir del mes de mayo fue disminuyendo linealmente hasta observarse una temperatura media menor a los 25°C hacia el mes de noviembre (Figura 2.3), por el contrario la temperatura media de las camas se incrementó poco más de 1°C en el mismo periodo, esto se explica por la acumulación de excretas en la cama y una mayor actividad microbiana a causa de un ligero aumento en la humedad de las mismas.

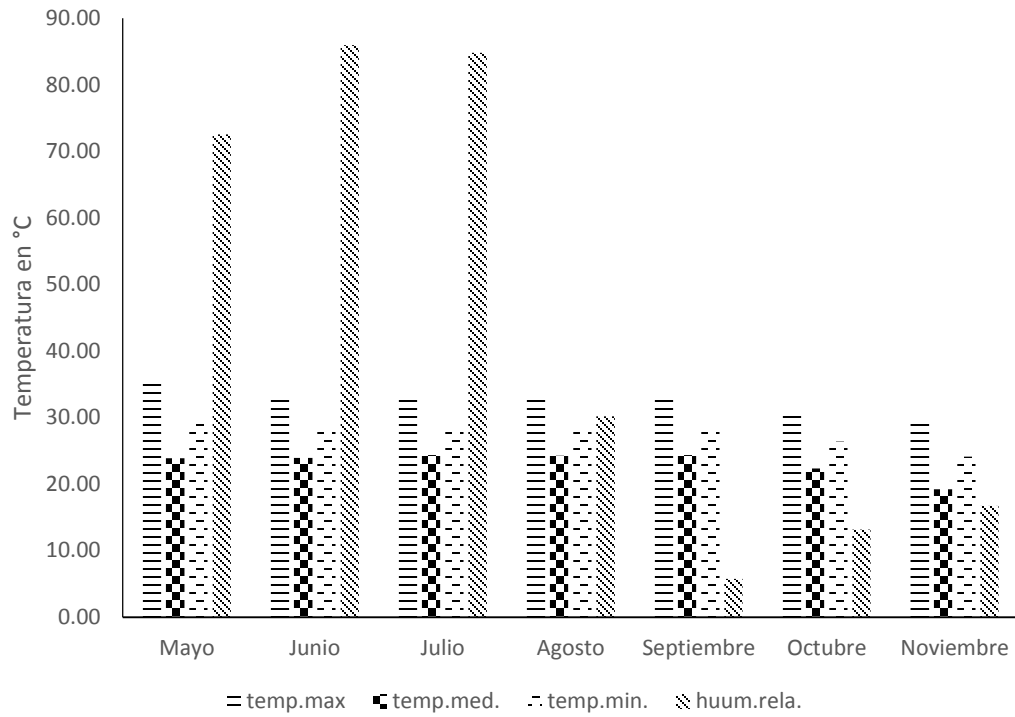


Figura 2.3 Grafico de temperatura ambiente

Los resultados del comportamiento de la cama fueron los esperados (Figura.2.4) a una tendencia de un aumento de la temperatura conforme pasaban los días ya que dicho material utilizado tiende a fermentar por la interacción de microorganismos con las excretas de los animales.

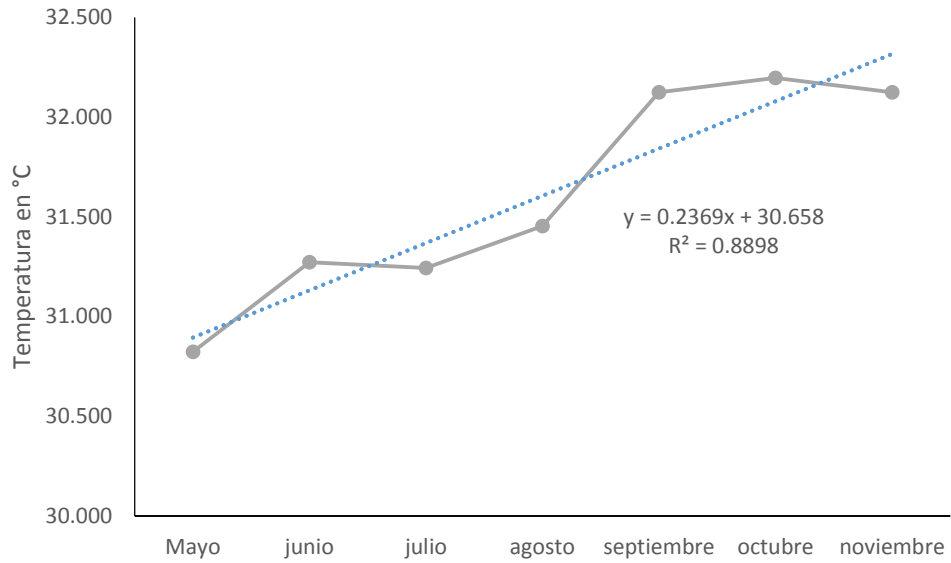


Figura 2.4 Temperatura superficial de la cama

Gallardo (2000), asegura que la paja de trigo y la cáscara de arroz son los mejores subproductos para el sistema de cama profunda ya que estos causan menores lesiones a nivel pulmonar e intestinal por el consumo de los cerdos.

Con respecto a la temperatura de la cama a una profundidad de 20 cm, se observó mayor incremento al pasar de 36 a casi 40°C, dado que esta zona se mantiene más húmeda. Por lo que una medida de reducir los efectos adversos de la temperatura en la cama es el volteado frecuente de la misma, a pesar del movimiento natural que realizan las cerdas al hozar (Figura 2.5).

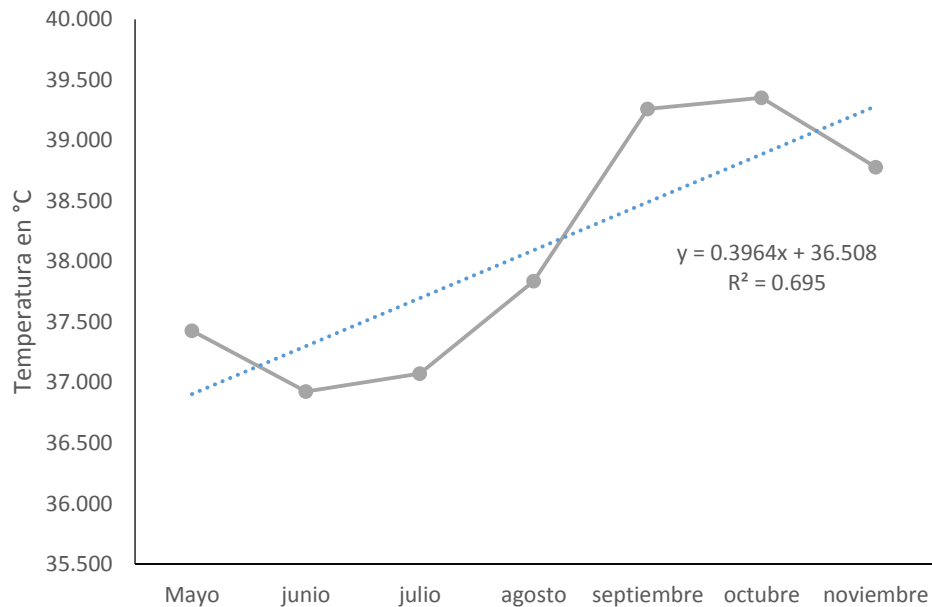


Figura 2.5 Temperatura profunda de la cama

Campiño y Ocampo (2007) obtuvieron resultados similares en el comportamiento de la cama observaron que el aumento en la temperatura profunda se hacía presente con y sin animales en los corrales esto por efecto de ser un material orgánico activo. Sin embargo reportaron mayor incremento en corrales donde la densidad de animales era mayor (51 y 52°C) que en los tratamientos de menor densidad de cama (43 y 47°C) debido al aumento de excretas en el área.

A pesar de las diferencias observadas entre las temperaturas superficial y profunda de las camas, la temperatura corporal de las cerdas se mantuvo estable dentro de los rangos fisiológicos (37 - 39°C) tal y como se pudo observar en la Figura 2.6

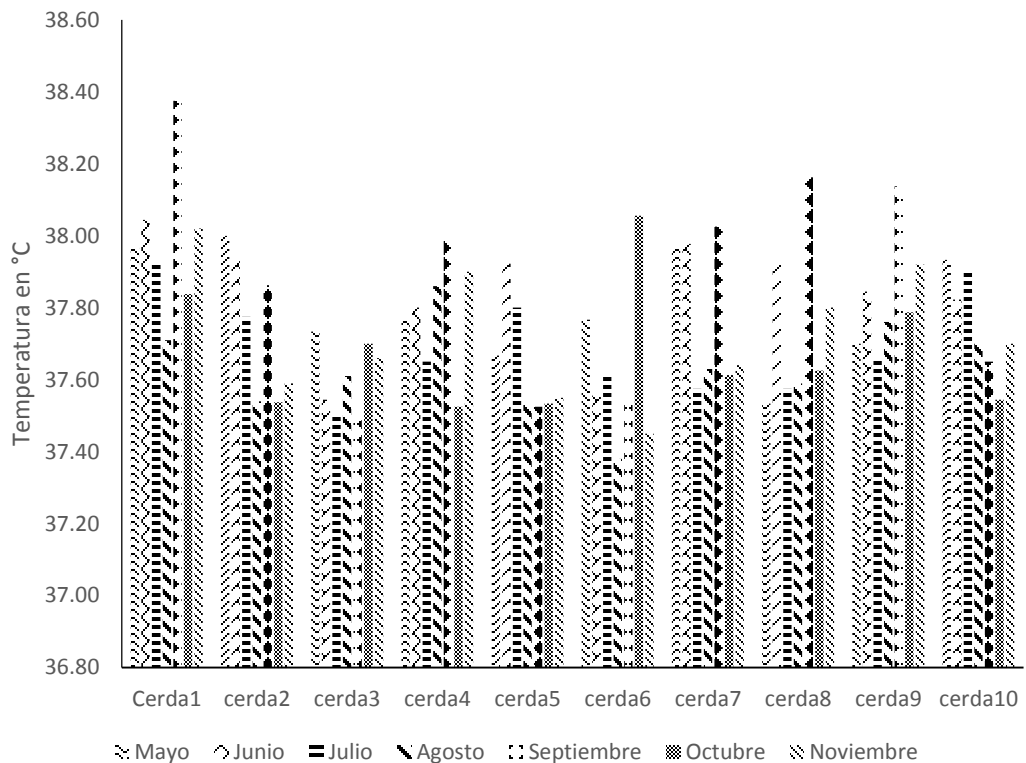


Figura 2.6 Temperatura rectal de las cerdas

En diversos trabajos se ha demostrado que la temperatura ambiente tiene un impacto negativo sobre la fisiología el cerdo, especialmente en el confort del animal, consumo de alimento, crecimiento y conversión alimenticia (Christon, 1988; Huynh *et al.*, 2005; Kouba *et al.*, 2001), esto es más relevante en zonas tropicales, ya que más de seis meses al año las temperaturas son superiores a la temperatura de confort del animal y, esto se ve reflejado en el incremento en la temperatura rectal como indicador de estrés

2.5 Conclusiones

La sustitución parcial del alimento balanceado por forraje de moringa a no más de un 30% para la crianza de cerdas gestantes es factible ya que se demostró que las pérdidas de peso durante esa etapa, los parámetros productivos y reproductivos fueron similares para las que solo consumieron alimento balanceado, esto afectando directamente en los bolsillos de los productores ya que cada kilo de alimento ahorrado es una ganancia para la granja.

De igual manera el uso de sistemas alternativos como lo fue el de camas profundas y el uso de sub productos agrícolas como base para la cama demuestra que es rentable para la granja y ecológico, puesto que se reduce el consumo de agua a solo lo vital para los animales.

Dicho sistema fue confortable para los animales; por lo que demostraron un comportamiento normal observado en sus conductas durante la gestación y lactancia

No se logró observar amontonamiento por frío en los lechones y el registro de temperatura rectal estuvo dentro de los parámetros fisiológicos de esta especie lo que refuerza la recomendación del uso de dichos materiales como cama para crianza.

2.6 Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento otorgado al proyecto **FOMIX-CONACYT No.248961 Conservación del cerdo pelón Mexicano: Estrategias de producción sustentable para la zona maya de la Península de Yucatán** y por el apoyo otorgado mediante la beca con la cual pude realizar dicho estudio.

2.7. Literatura Citada

- Campiño-Espinosa, G. P., & Durán, A. O. (2007). Comportamiento de la temperatura de la cama profunda de cerdos de engorde utilizando racimos vacíos de palma de aceite *Elaeis guineensis* jacq. *Orinoquia*, 11(1), 65-74.
- Chicco, C.F., S.T. Garbati, B Muller-Haye, H.I. 1972. Vecchionacce, La harina de yuca en engorde de cardos. En *Rev. Agron. Trop.*; 12:599–605.
- Christon, R. 1988. The Effect of Tropical Ambient Temperature on Growth and Metabolism in Pigs 1. *J. Anim. Sci.*, 66(12), 3112-3123.
- Contino, Y., Ojeda, F., Herrera, R., Altunaga, N. Pérez, M.G. 2006. Algunas observaciones sobre el consumo de morera (*Morus alba*) fresca en cerdas reproductoras. *Rev. Comp. Prod. Porc.* 13:39
- Cruz, E.; Mederos, C. y Ly, J. 2010. Caracterización de composta obtenida de la cama profunda utilizada en la ceba de cerdos. *Livestock Res. Rural Devel.* Volumen 22(10).
- Farmer, C., Robert, S. y Matte, J.J. 1996. Lactation performance of sows fed bulky diet during gestation and receiving growth hormone releasing factor during lactation *J. Anim. Sci.* 74: 1298-1306.
- FAPRI/ISU (Food and Agricultural Policy Research Institute/Iowa State University). 2011. World Agricultural Outlook. http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2011/tables/6_livestock.pdf
- Gallardo, A. D. 2000. Sistema de producción porcina con utilización de cama profunda o Deep Bedding. Fundación para la innovación agraria y Universidad de Concepción. Canadá.
- Hernández, M. J., S. Rebollar R., R. Rojo R., D. Cardoso J., J. A. García S., E. Guzmán S., y M. A. Díaz C. 2008. Competitividad del comercio exterior de la porcicultura mexicana en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte. *Ciencia Ergo Sum* 15: 126–131

- Huynh, T. T. T., Aarnink, A. J. A., Verstegen, M. W. A., Gerrits, W. J. J., Heetkamp, M. J. W., Kemp, B., Canh, T. T. 2005. Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. *J. Anim. Sci.*, 83(6), 1385-1396.
- Irvin, K.M., Peterson, G.A. y Stewart, N.D. 1991. Adjustment of pig or litter weight to a 21-day basis in Duroc, Landrace and crossbred swine. *J. Anim. Sci.*, 64:472-477
- Kouba, M., Hermier, D., Le Dividich, J. 2001. Influence of a high ambient temperature on lipid metabolism in the growing pig. *J. Anim. Sci.*, 79(1), 81-87. *Livestock Res. Rural Devel.*
- Quesnel, H., Meunier-Salaün, M. C., Hamard, A., Guillemet, R., Etienne, M., Farmer, C., Père, M. C. 2009. Dietary fiber for pregnant sows: Influence on sow physiology and performance during lactation. *J. Anim. Sci.*, 87(2), 532-543.
- Lemus-Flores, C., Hernández, J. A., Navarrete, R., Rodríguez, J. G., & de la Barrera, J. 2008. Nota sobre el efecto del tratamiento con hierro-dextrana en el crecimiento de cerditos pelón Mexicano lactantes.
- López J.L., y Tapia, L. 2005. El forraje de leguminosas como alimento para cerdos 2. Desarrollo del sistema digestivo, efecto de la fibra y respuesta biológica. Universidad de anhuera. *Brasil. Voy.*, 9, num 2, pp.325-335.
- Ly, J., Chhay T., Phiny, C. Preston, T.R. 2001. Some aspects of the nutritive value of leaf meals of *Trichantera gigantea* and *Morus alba* for Mong Cai pigs. *Livestock Res. Rural Devel.*
- Ly, J., No, G. P., Brava, P. 2004. Árboles tropicales para alimentar cerdos: ventajas y desventajas. Instituto de Investigaciones Porcinas (Cuba).
- Muñoz, C. H. 2003. Sustitución parcial de alimento comercial por morera (*Morus alba*) en la alimentación de cerdas gestantes. Aspectos técnicos y económicos.
- Pérez, A., Sánchez, T., Armengol, N., Reyes, F. 2010. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark: Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, 33(4), 1-1.

Phiny, C., Khieu, B., Preston, T. R. Ty, C. 2009. Effect of level of effluent from plastic biodigesters loaded with pig manure on the growth of mulberry (*Morus alba*) trees.

Robinson, O.W. 1974. Growth pattern in swine. J. Anim. Sci., 42:1024-1035

USDA (United States Department of Agriculture). 2010. International Agricultural Projection Data: Supply and Use Tables, 2010–2019.<http://www.ers.usda.gov/data/internationalbaseline/sutabs10.htm> (Consultado: octubre del 2010).