



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**  
**INGENIERO (A) ZOOTECNISTA**

**MODALIDAD:**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

“UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE MORERA  
(*Morus alba*) EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN LA ETAPA DE  
CEBA”

**AUTORES:**

CEDEÑO VARGAZ GEOVANNA JAMILETH  
ZAMBRANO ZAMBRANO NEVIN ENRIQUE

**TUTOR:**

ING. EUSTER ALCÍVAR ACOSTA. MG

**CHONE-MANABÍ-ECUADOR**

**2018**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico con todo mi amor y cariño a mi madre Nellys Vargaz por su sacrificio y esfuerzo, pues ella fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación.

A mi abuela Trinidad Moreira que puedo decir es mi segunda madre, los aportes y valores que ha realizado en mi vida son simplemente invaluables. A Dios que fuente de inspiración en mis momentos de angustia, dedicación, aciertos y reveses, alegrías y tristezas.

***Cedeño Geovanna***

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios y a mis familiares como mi padre Nevin Zambrano, mis tías Dioselina Zambrano y Mayra Zambrano abuelo Marcos Zambrano y a mi Madre Teresita Rodríguez ya que con la ayuda de todos pude salir adelante en mi carrera, quienes fueron un gran apoyo emocional y económico durante el tiempo en que realizaba mis estudios.

A la madre de nuestra hija y fiel acompañante María Daniela y a mi hija Natasha Pauleth quienes me apoyaron y alentaron para continuar, cuando parecía que me iba a rendir.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

***Zambrano Nevin***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos primeramente a Dios por darnos la vida y permitirnos seguir adelante con nuestros estudios.

Gracias a nuestros padres por ser los principales promotores de nuestros sueños, gracias a ellos por confiar y creer en nosotros, en nuestras expectativas, por estar dispuestos a acompañarnos en este camino, por siempre desear y anhelar lo mejor para nuestras vidas, gracias por sus consejos y por cada una de sus palabras que nos guiaron durante nuestra vida.

Como no agradecer a la Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Zootécnicas por brindarnos la oportunidad de formarnos como profesionales al servicio de la sociedad.

A nuestros Docentes por impartir sus sabios conocimientos en cada clase impartida, infinitas gracias por hacer de nosotros Ingenieros Zootecnistas con excelencia académica e investigativa.

***Los Autores***

## CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Ing. Euster Alcívar Acosta, Mg. catedrático de la Facultad de Ciencias Zootécnicas, extensión Chone de la Universidad Técnica de Manabí CERTIFICO, que la presente tesis titulada: **UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE MORERA (*Morus alba*) EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN LA ETAPA DE CEBA** ha sido realizada por los egresados: Cedeño Vargas Geovanna Jamileth y Zambrano Zambrano Nevin Enrique; bajo la dirección del suscrito habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Chone, marzo de 2018

---

Ing. Euster Alcívar Acosta, Mg.  
**DIRECTOR DE TESIS**

# CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN

## TESIS DE GRADO

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión y Evaluación designado por: el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Zootécnicas, extensión Chone de la Universidad Técnica de Manabí, como requisito previo a la obtención del título de:

### INGENIERO (A) ZOOTECNISTA

TEMA:

**“UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE MORERA (*Morus alba*) EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN LA ETAPA DE CEBA”**

### REVISADA Y APROBADA POR:

ING. FERNANDO VIVAS ARTURO, MG .....  
**REVISOR DE TESIS**

ING. JOSÉ LUIS AZUM, PhD .....  
**PRIMER MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

ING. CÉSAR MOREIRA ALCÍVAR, MG .....  
**SEGUNDO MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

DR. MANUEL PEÑA PEÑA, PhD .....  
**TERCER MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

El presente trabajo, así como las ideas, conclusiones y recomendaciones, corresponde única y exclusivamente a sus autores, siendo el más fiel reflejo de los conocimientos adquiridos en los años de estudios superiores.

**LOS AUTORES**

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iv
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS .....	v
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN.....	vi
DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE LOS AUTORES.....	vii
ÍNDICE .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
LISTADO DE ABREVIATURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY .....	xv
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
3. JUSTIFICACIÓN .....	3
4. OBJETIVOS.....	5
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
5. HIPÓTESIS.....	5
6. MARCO REFERENCIAL.....	6
6.1. MORERA.....	6
6.1.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA MORERA.....	7
6.1.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA MORERA .....	7
6.1.3. VALOR NUTRITIVO DE LA MORERA .....	8
6.1.4. PRINCIPALES USOS DE LA MORERA.....	9
6.1.5. LA MORERA COMO ALTERNATIVA EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS.....	10
6.2. PRODUCCIÓN PORCINA .....	15
6.2.1. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PORCINA .....	16
6.2.1.1. Nivel de traspatio .....	17
6.2.1.2. Nivel Semi industrial .....	17
6.2.1.3. Nivel Industrial .....	18

6.3.	EL CERDO .....	18
6.3.1.	RAZAS DE CERDOS.....	20
6.3.1.1.	Pietrain .....	21
6.3.1.2.	Yorkshire .....	21
6.3.1.3.	Landrace.....	22
6.3.1.4.	Duroc.....	23
6.3.2.	NUTRICIÓN DEL CERDO .....	24
6.4.	ETAPA DE CEBA .....	24
6.5.	CARNE DE CERDO .....	26
6.5.1.	VALOR NUTRICIONAL DE LA CARNE DE CERDO .....	26
6.5.2.	CARACTERÍSTICAS SENSORIALES EN LA CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO.....	27
6.5.2.1.	Textura de la carne .....	28
6.5.2.2.	Color de la carne .....	29
6.5.2.3.	Aroma y sabor .....	29
6.5.2.4.	Jugosidad .....	30
7.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	30
7.1.	MÉTODOS .....	30
7.1.1.	LOCALIZACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN.....	30
7.1.2.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	31
7.2.	MATERIALES.....	32
7.2.1.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	33
8.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	34
8.1.	RESULTADOS .....	34
8.1.1.	EVALUACIÓN DEL USO DE DIFERENTES NIVELES DE LA HARINA DE MORERA EN LA DIETA DE ALIMENTACIÓN PORCINA EN LA ETAPA DE CEBA .....	34
8.1.1.1.	Consumo de Alimento.....	35
8.1.1.2.	Incremento de Peso.....	36
8.1.1.3.	Conversión Alimenticia .....	38
8.1.2.	DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE GRASA DORSAL DE LOS CERDOS SOMETIDOS A CADA TRATAMIENTO CON LA INCLUSIÓN DE HARINA DE MORERA.....	40

8.1.3. ANÁLISIS SENSORIAL DE LA CARNE DE CERDOS SOMETIDO A LOS TRATAMIENTOS .....	41
8.2. DISCUSIÓN.....	44
8.2.1. CONSUMO DE ALIMENTO .....	44
8.2.2. INCREMENTO DE PESO.....	455
8.2.3. CONVERSIÓN ALIMENTICIA.....	46
8.2.4. GRASA DORSAL.....	466
8.2.5. ANÁLISIS SENSORIAL.....	46
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	477
9.1. CONCLUSIONES .....	47
9.2. RECOMENDACIONES.....	48
BIBLIOGRAFÍA.....	4949
ANEXOS.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos utilizados en la investigación .....	32
Tabla 2. Formulación de la ración alimentaria por tratamientos para los cerdos .....	34
Tabla 3. ANOVA de un factor para la variable consumo de alimentos.....	35
Tabla 4. ANOVA de un factor para variable incremento de peso .....	37
Tabla 5. ANOVA de un factor para la variable conversión alimenticia .....	39
Tabla 6. Comparación de promedios según Tukey para la conversión a los 15 días .....	39
Tabla 7. ANOVA sobre los parámetros sensoriales .....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Promedios para el consumo de alimento de los cerdos en etapa de ceba .....	36
Figura 2. Promedios para el incremento de peso de los cerdos en etapa de ceba .....	38
Figura 3. Promedios para la conversión alimenticia de todos los tratamientos en los cerdos en etapa de ceba .....	40
Figura 4. Promedios para la grasa dorsal de todos los tratamientos en los cerdos en etapa de ceba .....	41
Figura 5. Promedios sobre los parámetros sensoriales .....	45

## LISTADO DE ABREVIATURAS

<b>Siglas</b>	<b>Significado</b>
<b>FAO</b>	Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
<b>ASPE</b>	Asociación de Porcicultores del Ecuador
<b>UPAs</b>	Unidades de Producción Agropecuarias
<b>MAGAP</b>	Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca
<b>ESPAC</b>	Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua
<b>VN</b>	Valor Nutritivo
<b>DIVMS</b>	Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca
<b>PC</b>	Proteína Cruda
<b>PB</b>	Proteína Bruta
<b>MS</b>	Materia Seca
<b>MO</b>	Materia orgánica
<b>Mcal</b>	Megacaloría
<b>HHM</b>	Harina Hojas de Morera
<b>FDN</b>	Fibra Detergente Neutra
<b>FDA</b>	Fibra Detergente Ácida
<b>FB</b>	Fibra Bruta
<b>N</b>	Nitrógeno
<b>Ca</b>	Calcio
<b>K</b>	Potasio
<b>P</b>	Fósforo
<b>IP</b>	Incremento de Peso
<b>CA</b>	Conversión Alimenticia
<b>CDA</b>	Consumo Diario de Alimento
<b>RDC</b>	Rendimiento de la Canal
<b>PV</b>	Peso Vivo
<b>PSE</b>	Pálida, Suave y Exudativa
<b>UP</b>	Universo Porcino
<b>t</b>	Tonelada
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>g</b>	Gramo
<b>ha</b>	Hectárea
<b>%</b>	Por ciento
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud

## RESUMEN

La utilización de forrajes en la alimentación de los cerdos trae consigo ventajas nutricionales y fisiológicas que favorecen el comportamiento porcino. El objetivo de esta investigación consistió en evaluar el efecto de la utilización de diferentes niveles de harina de Morera en la alimentación de cerdos en la etapa ceba, la misma que se efectuó en la granja porcina del Departamento de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Zootécnicas. Los parámetros evaluados fueron: consumo diario de alimento (CDA), incremento de peso (IP), conversión alimentaria (CA) y rendimiento de la canal (RDC). En el consumo de alimento de los cerdos no existió diferencia significativa, demostrando un mayor consumo con la inclusión de harina de morera el T<sub>1</sub>. En cuanto al incremento de peso total desde el inicio hasta el día 45 para el tratamiento T<sub>0</sub> fue de 11,475 Kg - 37,5 Kg; el T<sub>1</sub> aumentó entre 13,23 Kg- 37,43 Kg; el T<sub>2</sub> 13,54 Kg - 40,18 Kg, y por último el tratamiento T<sub>3</sub> aumentó de 13,54 Kg - 38,84 Kg respectivamente. Los promedios de conversión alimenticia a los 45 días fueron de 2,88 Kg/Kg para el T<sub>0</sub>. 2,87 Kg/Kg para el T<sub>1</sub>. 2,64 Kg/Kg para el T<sub>2</sub> y 2,72 Kg/Kg para el T<sub>3</sub>. Respecto a la grasa dorsal no existió diferencia estadística al ( $P < 0.05$ ), las medias entre todos los tratamientos estuvieron entre 22,5 mm y 23,5 mm; siendo una buena opción la inclusión de harina de morera para obtener mejores resultados sobre este parámetro medido. La utilización de harina de morera no influye sobre las características sensoriales de la carne de cerdo, según los datos obtenidos mediante la aplicación de un test sensorial; por cuanto se recomienda el T<sub>1</sub>.

**Palabras clave:** canal, cerdos, consumo, grasa dorsal, morera.

## SUMMARY

The use of fodder in the feeding of pigs brings with it nutritional and physiological advantages that favor the porcine behavior. The objective of this research consisted of evaluating the effect of the use of different levels of Morera flour in the feeding of pigs in the fattening stage, the same that was carried out in the swine farm of the Department of Animal Production of the Faculty of Zootechnical Sciences. The parameters evaluated were: daily food consumption (CDA), weight increase (IP), feed conversion (CA) and carcass yield (RDC). In the feed consumption of the pigs there was no significant difference, demonstrating a greater consumption with the inclusion of mulberry flour T<sub>1</sub>. Regarding the total weight increase from the beginning to the 45th day for the treatment T<sub>0</sub> was 11,475 Kg - 37,5 Kg; T<sub>1</sub> increased between 13.23 Kg- 37.43 Kg; the T<sub>2</sub>: 13.54 Kg - 40.18 Kg, and finally the T<sub>3</sub> treatment increased from 13.54 Kg - 38.84 Kg respectively. The averages of food conversion at 45 days were 2.88 Kg / Kg for T<sub>0</sub>. 2.87 Kg / Kg for T<sub>1</sub>. 2.64 Kg / Kg for T<sub>2</sub> and 2.72 Kg / Kg for T<sub>3</sub>. Regarding the back fat there was no statistical difference at (P <0.05), the means between all the treatments were between 22.5 mm and 23.5 mm; being a good option the inclusion of mulberry flour to obtain better results on this measured parameter. The use of mulberry flour does not influence the sensory characteristics of pork, according to the data obtained through the application of a sensory test; because T<sub>1</sub> is recommended.

**Key words:** canal, pigs, consumption, back fat, mulberry.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el trópico latinoamericano, la baja productividad de cerdo está relacionada directamente con la poca disponibilidad de alimentos y el pobre valor nutritivo que presentan. Es conocido que la productividad mejora cuando se dispone de harina de morera suficiente, de aceptable valor nutritivo para satisfacer los requerimientos de los animales. En este sentido, los pastos y forrajes constituyen la fuente basal alimenticia más económica para los sistemas de producción a nivel mundial. Una de las alternativas más viables para reducir los costos de producción en las regiones tropicales es la inclusión parcial de material forrajero en la dieta, aprovechando su gran diversidad (Trigueros & Villalta, 2000).

Debido a la amplia diversidad y características de adaptación a gran cantidad de ecosistemas en climas tropicales las plantas forrajeras ofrecen perspectivas como solución biológica, práctica y viable para la alimentación animal. Sin embargo, la mayoría de estas fuentes no convencionales, en general presentan un alto contenido de humedad y fibras, lo que influye como limitante para la incorporación en altas cantidades en la dietas para cerdos (Botero, 2004). Además, el nitrógeno en ocasiones está ligado a compuestos antinutricionales, por lo que deben emplearse con precaución en las dietas destinadas a monogástricos (González, 2005).

La utilización de forrajes en la alimentación de los cerdos trae consigo ventajas nutricionales y fisiológicas, las que favorecen el comportamiento porcino (Savón, 2005). Ly (2005), al recapitular sobre los avances logrados en este tema, señala que el mayor interés se ha centrado en sustituir al menos una parte de la proteína requerida para el buen desarrollo de los cerdos, buscando abaratamiento de los costos e independencia en las fuentes de abastecimiento. Particular atención ha presentado la morera (*Morus alba*), por su reconocido valor bromatológico, su adaptación a los cortes frecuentes y su productividad (Sánchez, 2002).

Por lo que se precisa buscar alternativas locales de alimentación con especies que se desarrollen en el territorio. En el trópico existen numerosas oportunidades para un desarrollo sustentable, gracias a las enormes riquezas biológicas, cuya explotación racional puede soportar una ganadería ecológica. Los árboles y arbustos ofrecen una forma alternativa sostenible de intensificar ésta, mientras promueven la biodiversidad animal y vegetal, así como la conservación del ambiente (FAO, 2005).

De la misma manera Sarria (1999), afirma que la morera en la utilización de harina en la alimentación de los cerdos trae consigo ventajas nutricionales y fisiológicas, las que favorecen el comportamiento porcino, al recapitular sobre los avances logrados en este tema, señala que el mayor interés se ha centrado en sustituir al menos una parte de la proteína requerida para el buen desarrollo de los cerdos, buscando abaratamiento de los costos e independencia en las fuentes de abastecimiento. Particular atención ha presentado la morera, por su reconocido valor bromatológico, su adaptación a los cortes frecuentes y su productividad.

A partir de los antecedentes citados, el objetivo de la presente investigación consistió en evaluar la sustitución parcial de la proteína del concentrado comercial mediante la inclusión de harina de morera en tres niveles 3, 6 y 9%, y su influencia en el comportamiento productivo en cerdos en etapa de ceba.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad los porcicultores utilizan un sin número de métodos con la finalidad de obtener mayores beneficios productivos y económicos en sus unidades de producción, pero los altos costos de producción es uno de los principales problemas de los productores de la zona, se ha determinado que solo utilizan alimentos concentrados en sus granjas, muy pocos utilizan alternativas como desperdicios de cocina, suero dulce de leche y bagazo de frutos.

Las especies arbustivas con potencial forrajero como la morera es una alternativa que puede ser utilizada para la alimentación porcina, por lo que es conveniente desarrollar nuevas alternativas de alimentación para que el productor pueda conseguir bajo condiciones favorables y aplicar en su entorno productivo, sin perjudicar el medio ambiente ni competir con la alimentación humana con recursos existentes en el medio.

Bajo esta perspectiva se plantea la siguiente investigación: ¿Cuál es el efecto de la aplicación de varios niveles de harina de morera (3% 6% 9%) en la alimentación de cerdos en la etapa de ceba?

### **3. JUSTIFICACIÓN**

En Manabí trimestralmente existe un movimiento en cuanto a la producción bastante considerable, donde se manejan cifras por sobre las 68.351 cabezas nacidas en 9.026 UPAs, con un promedio aproximado de 8 animales por cada UPAs, de las cuales 4.485 cabezas son sacrificadas dentro de las propias UPAs que significa casi 2 cabezas de cerdos por trimestre, y 50.903 vendidas al mercado con un promedio de 4 animales a nivel de finca (MAGAP, 2012).

El sector porcino en Ecuador tiene un ritmo de crecimiento dinámico, teniendo entre los principales productores a los criadores de cerdo de traspatio, que realizan esta actividad en espacios pequeños, con instalaciones rústicas, y con una cantidad de cerdos no mayor a 10 animales de razas mejoradas, pero con escasa tecnología, sistemas de alimentación basada en balanceado de casas comerciales y complementados con desechos de cocina, frutas, subproductos de industrias lácteas, cárnicas, y vegetales, que no garantizan una buena producción y rentabilidad de ésta actividad productiva pero que generan una garantía económica para la familia; por otro lado los medianos y grandes productores que producen en granjas cantidades superior a 10 animales, empleando instalaciones con tecnología, buena genética y asistencia técnica permanente (Sarria, 2013).

En ambos casos ningún productor está acostumbrado a utilizar plantas arbustivas en la alimentación porcina, a pesar de que en sus fincas disponen de estas especies en buenas cantidades.

En la provincia de Manabí existe una gran diversidad de especies arbustivas con potencial forrajero, como la Moringa (*Moringa oleifera*), la Morera (*Morus alba*), Matarratón (*Gliricidia sepium*) Nacadero (*Trichanthera gigantea*), Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Algarrobo (*Prosopis pallida*) entre otras especies, con una alta presencia en el territorio, sin ser usadas como fuente alimentaria por los productores de cerdo de traspatio, y por los pequeños y medianos productores ya que desconocen el potencial nutritivo de estas plantas, que bien se las pueden utilizar y servir en la alimentación de sus animales complementado con tubérculos, cereales y otros granos; además poseen un buen contenido energético, de vitaminas y minerales (Sarria, 2013).

El alto valor de la proteína para la alimentación de los cerdos y la poca capacidad de los campesinos a acceder a productos importados, así como la producción de cultivos comerciales que le brinden una fuente proteica, ameritan el estudio de la morera (planta forrajera) como fuente de proteína de alta adaptabilidad, productividad y de fácil adquisición como se conoce hay un alto contenido en fibras en los forrajes, es necesaria la experimentación con dicho forraje, con el fin de determinar la alternativa que pueden brindarle al campesino o pequeño productor para la utilización en la alimentación del cerdo y generar la sustitución o reemplazo de una parte importante en el suministro de concentrados (Osorto, 2003).

El forraje de la morera cuenta con alta producción de biomasa y buen contenido en proteínas, lo cual las convierte en una alternativa para la alimentación porcina; pero está limitada por su contenido de fibras, lo que lleva a convertirla en un limitante para incorporación de altas cantidades en la dieta (Pérez, Sánchez, Armengol, & Reyes, 2010).

Los altos costos de las materias primas necesarias para la producción de los concentrados para cerdos y la poca producción de la zona generan la necesidad de realizar estudios en busca de las alternativas variables para la alimentación porcina, que finalmente pueden ser utilizados por el pequeño productor.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de la utilización de diferentes niveles de harina de morera (*Morus alba*) en la alimentación de cerdos en la etapa ceba.

### **4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el uso de diferentes niveles de la harina de morera en la dieta de alimentación porcina en la etapa de ceba.
- Determinar los niveles de grasa dorsal de los cerdos sometidos a cada tratamiento con la inclusión de harina de morera.
- Realizar el análisis sensorial de la carne de cerdo sometida a los tratamientos.

## **5. HIPÓTESIS**

En la presente investigación se planteó la siguiente hipótesis.

El uso de diferentes niveles de harina de hoja de morera como fuente de proteína en la alimentación de cerdos en la etapa de ceba, mejorará los parámetros productivos y de calidad ?.

## 6. MARCO REFERENCIAL

### 6.1. MORERA

La morera ha sido seleccionada y mejorada por calidad y rendimiento de hojas en muchos ambientes, las hojas son muy palatables y digestibles (70-90%) en rumiantes y también puede ser dada a los monogástricos, además tiene un excelente perfil de aminoácidos esenciales y varía entre 15-28% dependiendo de la variedad, hasta la actualidad no se han identificado compuestos tóxicos o principios antinutricionales (Sánchez, 1999; Osorto, 2003).

Particular atención ha presentado la morera, por su reconocido valor bromatológico, su adaptación a los cortes frecuentes y su productividad (Sánchez, 2002).

Un coeficiente de digestibilidad de la proteína de 68%, que sería el correspondiente a un alimento en que la mitad del aporte nitrogenado proviene de forrajes y contenido de proteína bruta recomendado sería de 15,35% para animales en crecimiento (García, 2006).

Otra característica importante en la morera, es su alto contenido de minerales, donde se reportan valores de cenizas de hasta 17% con contenidos normales de calcio entre 1,8 a 2,4% y de fósforo de 0,14 a 0,24%. Se ha encontrado valores de potasio entre 1,90 a 2,87% en las hojas y entre 1,33 a 1,53% en los tallos tiernos, y contenidos de magnesio de 0,47 a 0,64% en hojas y 0,26 a 0,35% en tallos tiernos (Espinoza, 1996).

Las hojas de morera son una fuente alternativa promisoría de proteína para el engorde de cerdos en el trópico (Sánchez, 1999).

La utilización de forraje en la alimentación de los cerdos trae consigo ventajas nutricionales y fisiológicas, las que favorecen el comportamiento porcino (Savón *et al.*, 2005).

Ly (2005), señala que el mayor interés se ha centrado en sustituir al menos una parte de la proteína requerida para el buen desarrollo de los cerdos, buscando abaratar costos e independencia en las fuentes de abastecimiento.

El empleo de alimentos fibrosos en la alimentación reduce la contaminación ambiental, ya que los microorganismos toman el nitrógeno excedente del metabolismo proteico y durante los procesos de fermentación de la fibra sintetizan proteína microbiana, disminuyendo la excreción de este contaminante con un impacto ambiental favorable (Martínez, 2004).

### **6.1.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA MORERA**

La clasificación taxonómica de la morera es la siguiente:

**División:** Spermatophyta (Cifuentes & Kee-Wook, 1998).

**Clase:** Angiosperma

**Subclase:** Dicotiledóneas

**Orden:** Urticales

**Familia:** Moraceae

**Género:** *Morus*

**Especies:** *Morus alba*, *M. inga*, *M. laevigata*, *M. bombycis*, etc.

### **6.1.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA MORERA**

La especie *Morus alba* diploide es la más extendida, son especies cosmopolitas y se han hecho extremadamente difícil situar con seguridad su origen, sin embargo, varios autores señalan al Himalaya como el lugar más probable de origen (Benavides, 2000).

El árbol de morera es caducifolio que vive entre 120 y 150 años y su altura varía entre 10 y 20 metros, la copa es redondeada y el tronco un tanto retorcido, dioico, se cultiva desde el nivel del mar hasta 4000 metros de altitud y se reproduce por semilla sexual y asexual, (estaca, acodo e injerto). La

morera es de rápido crecimiento cuando son jóvenes, y más lento a medida que alcanzan la madurez (García, 2006).

Según Boschini & Rodríguez (2002), el método fundamental de propagación de esta especie es asexual, con material vegetativo estandarizado en estacas de 25 a 30 cm de largo y al menos tres yemas en buen estado, de 1 a 1.5 cm de grosor, extraídas de ramas maduras con más de 120 días de edad. Esta vía de propagación es la más utilizada, ya que es una forma fácil y rápida de conservar las características de la planta madre. Dentro de este sistema existe la plantación de cultivos por siembra directa y por medio del trasplante del material enraizado al campo.

### **6.1.3. VALOR NUTRITIVO DE LA MORERA**

La morera muestra una baja resistencia a la deshidratación y la harina de las hojas de morera posee indicadores nutricionales de (91.2% de M S; 26.4% de PB; 10.1% de FB; 90.7% de MO; 2.1% de Ca y 0.15% de P) que le permiten competir desde el punto de vista bromatológico con los concentrados convencionales y con algunas harinas de oleaginosas (Ojeda, 1998).

Todas las especies de morera, especialmente *Morus alba*, son consideradas plantas extremadamente peculiares; a su composición química y calidad, desde el punto de vista nutricional, se suman también a las características distintivas de la especie. Como forraje, reúne excelentes características bromatológicas. El follaje de morera contiene entre 15 y 28% de proteína cruda, depende de la variedad y condiciones de crecimientos y presenta más del 46% de aminoácidos esenciales (Shayo, 1997).

Dado sus altos contenidos nutricionales: energía metabolizable (2.44 Mcal/kg de MS), digestibilidad de la materia seca (entre 75 y 90%) y proteína bruta (entre 20 y 25%, de la cual el 90% es digestible), se perfila como una de las plantas con mayores potencialidades para proporcionar un alimento

deshidratado capaz de constituir un suplemento animal de primera línea (Benavides, 1996).

Su elevada adaptabilidad a las condiciones tropicales ha permitido que esta planta atenúe las dificultades hoy existentes en la dieta de los rumiantes y los monogástricos; ya que su follaje, prácticamente, es comparable en muchos indicadores con los valores de los concentrados comerciales. Además, su elevada palatabilidad permite asegurar su consumo durante el periodo seco como forraje fresco o en formas conservadas. Igualmente, la caracterización y evaluación de los principales factores que influyen en la composición química ha estado basada, fundamentalmente, en indicadores bromatológicos clásicos que no esclarecen la verdadera naturaleza de sus fracciones (García, 2006).

#### **6.1.4. PRINCIPALES USOS DE LA MORERA**

Dada su elevada adaptabilidad y grado de selección, se reportan más de una decena de usos en el mundo; y en la actualidad, más de 42 países la utilizan de una u otra forma. Del total de naciones que cultivan la morera, el desglose según su uso corresponde a 60% en actividades agrícolas; 48% en la fabricación de la seda y como forrajera; 26% en labores de jardinería, paisajismo y preparación de infusiones; 31% como alimento y 14% como frutal, además de emplearse para mejorar el ecosistema (Sánchez, 2002).

Independientemente de su utilización en la sericultura, se reconocen otros múltiples empleos y beneficios (Zepeda, 1991), los cuales demuestran el potencial de explotación desde el nivel familiar hasta la industria.

En algunos países como México, Egipto, Turquía, Grecia, Japón y Korea, se usa como árbol frutal. La fruta, llamada mora, se consume fresca o procesada como jugo, mermelada, frutos secos y para fermentar y hacer vino (Arias & Sánchez, 2002; Gerasopoulos & Stavroulakis, 1997). En otros lugares como Argentina, Bolivia, Perú, Estados Unidos, Francia, Italia y España se utiliza

como planta ornamental y como árbol de sombra (Sánchez, 2002). La madera de los troncos y las ramas se emplea como leña, en la elaboración de algunas piezas e implementos, en la ebanistería y la construcción (Ye, 2002); en Japón, la pulpa de la madera se utiliza para elaboración de papel.

Su uso como medicina natural es milenario; en países como China y Japón le atribuyen propiedades curativas a las hojas, los frutos y la corteza de las raíces, por la elevada actividad biológica de los metabolitos secundarios presentes. Duke, (2005) resume más de 60 propiedades terapéuticas en las diferentes partes de la especie. Se emplea en tratamientos para algunas enfermedades como la diabetes, la hipertensión arterial, la deposición de colesterol; también las hojas deshidratadas son usadas en infusiones a manera de té (Yongkang, 2002) y el látex se utiliza con éxito en la industria farmacéutica.

La morera presenta un gran potencial para el control de la erosión, especialmente en áreas con grandes pendientes (Pizarro, 1997). Su uso como forraje ha demostrado un gran potencial, por la calidad y producción de su follaje, características organolépticas y elevado consumo animal (Benavides, 1996).

En algunas zonas de Tailandia, las hojas y brotes tiernos son consumidos como vegetales; su abundante fructificación permite mantener la biodiversidad animal, especialmente de aves y mamíferos (Benavides, 1996).

#### **6.1.5. LA MORERA COMO ALTERNATIVA EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS**

La morera es una planta arbustiva que presenta características nutritivas viables y es posible utilizar su follaje, fresco o en harina, para reemplazar fuentes de proteína convencional en dietas de cerdos en crecimiento y ceba, mejora la retención de N (Nitrógeno) cuando se incrementa el nivel de HHM en la dieta. La producción de follaje de morera fertilizado a razón de 480 kg

N/ha produce alrededor de 53 t de forraje verde comestible anuales/ha y 2.3 t de PB/ha (Estupiñán & Vasco, 2009).

Debido a su capacidad de producción de biomasa, muchas especies leñosas pueden contribuir a mejorar la calidad de la dieta de los animales, satisfacer la demanda de alimentos en la época de sequía y estimular la aplicación de técnicas de producción animal compatibles con el medio ambiente y los recursos naturales. Entre ellas se destaca la morera por los altos niveles de proteína (19-25 %) y digestibilidad de su follaje (80-90 %), así como por su elevada capacidad de producción de biomasa (Domínguez, Telles, & Revilla, 2001).

Los contenidos de PC y pared celular de la hoja de Morera, así como la proporción de los carbohidratos estructurales y la acumulación de cenizas, indican que es un excelente alimento para el ganado de alta producción, pudiendo ser suministrado tanto en fresco como incorporado en forma seca dentro de una dieta balanceada. (Boschini, Dormond & Castro, 2000).

Todas las especies de morera, especialmente la *Morus alba*, son consideradas plantas extremadamente peculiares; su composición química y su calidad, desde el punto de vista nutricional, se suman también a las características distintivas de la especie. Como forraje, reúne excelentes características bromatológicas, el contenido de PC es superior al 20% MS y de DIVMS ambas por encima del 80%. Presenta una composición aminoacídica similar a la de la harina de soya, definida como una gran fuente de aminoácidos, de los cuales, la mitad son aminoácidos esenciales. Los contenidos de cenizas totales pueden llegar a ser superiores al 15% en dependencia del grado de fertilización del suelo, aunque normalmente oscilan entre 10 y 15% (García, Noda, Medina, Martín & Soca, 2006).

Se han realizado estudios relacionados con la caracterización y la utilización de morera en la alimentación animal, complementados con investigaciones acerca de la agrotecnia, la fisiología y la composición química de las especies;

lo que ha permitido reafirmar el verdadero potencial forrajero que presenta por su aporte de biomasa y calidad proteica (García, 2006).

García (2006), afirma que la elevada adaptabilidad a las condiciones tropicales ha permitido que la morera atenúe las dificultades hoy existentes en la dieta de los rumiantes y los monogástricos; ya que su follaje, prácticamente, es comparable en muchos indicadores con los valores de los concentrados comerciales. Además, su elevada palatabilidad permite asegurar su consumo durante el periodo seco como forraje fresco o en formas conservadas”.

El follaje de la morera tiene un excelente valor nutritivo debido a sus altos niveles de proteína (de 20 a 24%) y de digestibilidad (de 75 a 85%) que lo hacen comparable a los valores de los concentrados comerciales para vacas lecheras. Su contenido de MS varía entre 19 y 25%. Las variaciones en la composición bromatológica son producto de la edad del material, la posición de las hojas en la rama y el nivel de fertilización (Benavides, 1995).

Datos de América Central indican que la morera se caracteriza por presentar una sobresaliente producción de biomasa (2-30 t/ha/año), su follaje un contenido de proteína bruta entre 15 y 25% y altos contenidos de N, K y Ca, alcanzando las hojas valores de 3,35; 2,0 y 2,5% respectivamente (Ly, 2005). Su digestibilidad en cerdos en crecimiento es superior al 80 %. Los estudios efectuados en morera indican que como alimento animal resulta promisorio, ya que presenta aceptables indicadores nutricionales, físicos y fitoquímicos (Savón, Gutierrez, & Scull, 2005).

La sustitución parcial entre 27 y 30% de los requerimientos de la PB del concentrado comercial en cerdos en ceba por la inclusión de follaje de morera fresca determinó un comportamiento productivo similar con respecto al grupo control, lo que justifica su evaluación en otras condiciones (Contino, Ojeda, Herrera, Altunaga, & Pérez, 2008), lo que es corroborado por Osorto, Lara, Magaña, Sierra, & Sanginés, (2003) quienes concluyen que es factible incluir hasta 15 % de HHM en la dieta de cerdos en crecimiento de 22-35 kg de PV.

En las etapas posteriores, de 35-90 kg, la inclusión puede ser hasta 20 %, sin afectar la respuesta productiva de los animales (Osorto, Lara, Magaña, Sierra & Sanginés, 2003).

Sarria (2013), evaluó la utilización de morera en cerdos, mostrando los mejores resultados en incremento de peso y CA; apreciándose además el costo más bajo por kg de PV producido, a pesar de que existió un rechazo de la morera ofrecida, del orden de 47%, lo que se atribuyó a la cantidad muy alta de tallos que no es apetecida por el cerdo. Se evidencia que el uso de la morera en la alimentación de cerdos permite reducir los costos de producción de especies monogástricas, a partir de disminuir la importación de fuentes proteicas, al reemplazar hasta un 15 % de la PB (proteína bruta) en cerdos durante el crecimiento.

Por otra parte, el cultivo y producción de alimento animal a partir de la Morera, aporta ventajas en el orden ambiental, al mejorar y conservar la fertilidad del suelo, aumentar la cobertura vegetal de arbóreas, aportar leña y ayudar a la conservación de fuentes de agua. No obstante una dificultad importante para la incorporación de proteína de hojas en la alimentación porcina, es el escaso conocimiento de su composición química y valor biológico y no existen muchos estudios exclusivamente dedicados a determinar la composición química y el VN de las hojas y el follaje para alimentar cerdos (Pérez, Sánchez, Armengol & Reyes, 2010).

Savón (2005), afirma que mediante la utilización de forrajes en la alimentación de los cerdos trae consigo ventajas nutricionales y fisiológicas, las que favorecen el comportamiento productivo del cerdo, confirmado por Ly (2005), señala que el mayor interés se ha centrado en sustituir al menos una parte de la proteína requerida para el buen desarrollo de los cerdos, buscando abaratamiento de los costos e independencia en las fuentes de abastecimiento. Particular atención ha presentado la morera, por su reconocido valor bromatológico, su adaptación a los cortes frecuentes y su productividad.

La morera presenta características nutritivas viables y es posible utilizar su follaje fresco o en harina, para reemplazar fuentes de proteína convencional en dietas de cerdos en crecimiento, incluso parece ser que mejora la retención de N cuando se incrementa el nivel de HHM en la dieta. Su principal limitante podría ser el contenido de FDN (24.1%), por su influencia en la digestibilidad, por lo que el uso de ingredientes con alto contenido de fibra se debe utilizar en forma racional; pero este no parece ser el caso de la morera, ya que su digestibilidad en cerdos en crecimiento es superior al 80% (Phiny, 2003).

El uso del follaje morera durante la gestación de cerdas resulta técnica y económicamente factible, dado que el costo de alimentación de las cerdas alimentadas con el 75% del concentrado y follaje de morera a libre acceso tuvo una economía de 22.6% con respecto a las cerdas alimentadas de manera convencional, por lo que su uso representa una alternativa real en la reducción en los costos de producción. (Castillo, Magaña, Lara, Ramón, Ortiz & Sanginés, 2011), por otra parte Botero (2004) incorporó la morera en un 30% en la dieta en cerdas adultas sin observar mayores alteraciones en el proceso digestivo, presentándose como una alternativa para la incorporación en los procesos productivos de los pequeños productores.

La inclusión de HHM en la dieta de cerdos en crecimiento no afecta las variables productivas, probablemente por la alta digestibilidad de la FDN y del N en dietas con 30 % de HHM, por lo que las hojas de morera parecen una fuente alternativa promisorias de proteína para el engorde de cerdos en el trópico, su utilización en la alimentación de cerdos representa una reducción de 14.4% en el costo promedio siendo una alternativa para las explotaciones porcina en el trópico (Ly, 2005).

Como otras especies arbóreas, la morera, que no es una leguminosa, se ha estudiado desde distintos puntos de vista para determinar cuáles podrían ser las mejores opciones para su utilización como forraje en la alimentación animal. Uno de los datos más interesantes desde el punto de vista de la nutrición porcina, lo es el contenido de N (Nitrógeno) de la biomasa arbórea,

y con mayor detenimiento, deben tener en cuenta el uso de follaje arbóreo en la nutrición porcina (Ly, 2005).

La tendencia actual de utilizar forrajes de origen arbustivos y arbóreos es estimulada por los incrementos de los precios de los concentrados y sales minerales, realidad que causa mayores costos en la producción animal. La utilización del componente arbóreo como recurso forrajero se considera una estrategia válida en los sistemas de producción animal (Sarría, 2005).

Una de las características distintivas más importantes de la mayoría de éstas especies forrajeras radica en su elevado nivel proteico, que en el caso de la alimentación de monogástricos debe ser, obligatoriamente, superior al 13% de MS (Ly, 2004).

## **6.2. PRODUCCIÓN PORCINA**

Los resultados del censo (2010) arrojan que en el país existen 1.737 granjas porcinas con 20 o más animales y/o con al menos 5 madres, con un total de 310.607 cerdos (MAGAP, 2010).

El mayor porcentaje de granjas y de animales se encuentran en las regiones Sierra y Costa, con el 79% de las granjas registradas y un 95% de la población porcícola encuestada. La Amazonía y Galápagos concentran el 21% de las granjas y solamente el 5% de la población porcina (MAGAP, 2010).

El 85% de la población censada (262,444 cerdos) son categorías destinadas a producción y reemplazos. Del total destinado a la producción, el 47% de estos cerdos están destinados al engorde, el 23% son lechones y el 30% levante. El 15% de cerdos (48,163 animales) son destinados para reproducción; de las cuales las más numerosas son las madres o vientres con el 74% de la población de esta categoría, seguida de las chanchillas o machos de reemplazo con el 22%, y finalmente los verracos con el 5%. (FAOSTAD, 2011).

Con esta información poblacional, se obtiene que la relación cerdos en producción/madres sería de 16,83 es decir que una madre está “produciendo” 16,83 cerdos por año. En las fincas tecnificadas esta relación es en promedio de 22,4 cerdos/madre/año mientras que en las fincas no tecnificadas es en promedio de 9,6 cerdos/madre/año. La relación entre madres y verracos es de un verraco por cada 15 madres (FAOSTAD, 2011).

La producción porcina en el país ha cobrado importancia en los últimos años; la carne de cerdo es la tercera fuente de proteína de origen animal (consumos 25,3 Kg de Pollo, 17,5 Kg de carne bovina, 15,4 Kg de carne de cerdo), se estima que aproximadamente 2,1 millones de personas se relacionan con esta actividad productiva; y de acuerdo al tercer censo nacional agropecuario 1 de cada 2 UPAS poseían algún tipo de producción porcícola, con una población 1'527,115 cabezas, 90% de las cuales son criados en condiciones tradicionales de manejo (AGROCALIDAD, 2010).

### **6.2.1. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PORCINA**

El uso de desperdicios de comida en la alimentación porcina es una práctica arraigada en los sistemas tradicionales y que tiene su origen en la época de la conquista, cuando los españoles, a falta de dietas equilibradas para sus cerdos, los alimentaban con este recurso. Esta actividad continúa siendo utilizada en la mayoría de los sectores rurales y en general aporta al mantenimiento de pequeños hatos familiares. La estrategia varía cuando se trata de animales de ceba a los que se les administra dietas ricas en carbohidratos: maíz, tubérculos, residuos de arroz y otros (Calderón, 2012).

El objetivo de la producción de cerdos es que el poricultor logre de una manera eficiente y rentable satisfacer las necesidades humanas de una alimentación de alta calidad, añadiendo carne de cerdo sabrosa y con un alto valor nutritivo (VN). Las formas de producción porcina en el país se ha dividido en tres grandes extractos: uno a nivel casero y chiquero que corresponde al

85% del total, un nivel semi industrial que corresponde al 4,8% y un nivel industrial con el 10,2%. (ESPAC 2014).

#### **6.2.1.1. Nivel de traspatio**

Es aquella explotación porcina donde las construcciones son rudimentarias, hay poca inversión de capital y baja o ninguna asistencia técnica. Este es el sistema que ha sido adoptado por pequeños productores campesinos; el cual está basado en la alimentación con desperdicios, la forma de manejo de la explotación es bastante precaria, por lo general aquí abundan explotaciones con 5 a 10 cerdos y no hay ningún control sobre el comportamiento reproductivo de la piara y mucho menos de la producción. En este nivel, cuando el porcino alcanza un peso promedio de 25 a 40 Kg es comercializado en las ferias más cercanas y desde ahí, el animal es llevado al matadero, en donde la faena se hace en condiciones precarias (Espinoza, 2013).

La viabilidad de usar cerdos de traspatio como recurso importante para combatir la pobreza, generar empleo en su caso y evitar los efectos negativos de la misma en los ámbitos urbanos, la cría de cerdos se concentra en las zonas marginales en lo que el cerdo constituye una opción para las familias de escasos recursos económicos con un objetivo similar al descrito en el trabajo, es decir, viabilidad para usar espacios rústicos, utilizar desechos de la ciudad para su alimentación y generar dinero (Espinoza, 2013).

La mayor parte de este tipo de productores se dedica al ciclo completo que incluye la presencia de cerdas y un semental para producir lechones, de los cuales, una parte son vendidos y los demás engordados para su venta posterior (Espinoza, 2013).

#### **6.2.1.2. Nivel Semi industrial**

Es aquel donde el productor ha adoptado algunas prácticas de tecnificación y los animales son producto del cruce de razas puras o mestizas. Existe una

infraestructura de construcciones e inversión pequeña de capital, algunos equipos de fabricación artesanal, la asistencia técnica es ocasional y la alimentación de los animales puede darse con productos aprovechados de la localidad (Espinoza, 2013).

### **6.2.1.3. Nivel Industrial**

El nivel industrial es un tipo de explotación donde se hace uso de técnicas más avanzadas, la alimentación es balanceada, los animales son de razas puras e híbridos, El Censo Agropecuario del 2010, ha dado como resultados que el sistema de reproducción más utilizado en las granjas es la monta libre, el 78% de las fincas lo utiliza aunque solamente involucra el 39% de las madres. El 15% de las granjas usa inseminación artificial e involucra el 56% de las madres, mientras que el 7% de las granjas utiliza ambos sistemas en una población equivalente al 5% de las madres (Espinoza, 2013).

La alimentación de los cerdos debe estar basada en dietas que contengan niveles nutricionales adecuados a su genética, etapa fisiológico-productiva, estado sanitario de los animales y de la unidad de producción porcina, condiciones ambientales en donde estén alojados y al manejo al que estén sometidos los mismos. No es suficiente que una dieta cumpla las necesidades nutricionales de los cerdos, es requisito legal y profesional conocer y aplicar en la formulación de esta, la normativa oficial de cada país o zona que rija el uso y fabricación de alimentos para las distintas etapas de los cerdos (García, De Loera, Yagüe, Guevara, & García, 2012).

## **6.3. EL CERDO**

El cerdo es un mamífero ungulado porque tiene las patas acabadas en pezuñas, además es un artiodáctilo, como lo son también el ciervo o el bisonte, porque tiene número de dedos par. Este tiene mala fama de ser un animal sucio, el cerdo en realidad no es un animal sucio, simplemente le gusta revolcarse en el fango para refrescarse ya que no puede sudar porque no

tiene glándulas sudoríparas. Su esperanza de vida es de unos 15 años (Botanical, 1999).

El cerdo es un animal omnívoro, fácil de criar, precoz, prolífico, de corto ciclo reproductivo; requiere poco espacio, se adapta fácilmente a diferentes climas y ambientes, posee una gran capacidad de transformación para producir carne de alta calidad nutritiva, con una buena conversión alimentaria. Es uno de los animales que más rendimiento produce, puesto todo cuanto compone su cuerpo se paga a buen precio y se aprovecha: carne, tocino, grasa, huesos, piel, intestinos, sangre, pelos, etc. (Fundación Hogares Juveniles Campesinos, 2002).

El cerdo es considerado un fermentador intestinal caudal, la actividad fermentativa se concentra en las partes posteriores del tracto gastrointestinal (ciego, y colon), tiene un estómago relativamente grande e intestino delgado largo cuando se lo compara con otros animales monogástricos; el intestino grueso está formado por el ciego, el colon y el recto, mide aproximadamente 4 a 4.5 metros y tiene un diámetro considerablemente mayor al intestino delgado (Church & Pond, 1996).

El cerdo es un animal que transforma con facilidad los productos de origen vegetal en carne de excelente calidad, apta para el consumo directo y para su industrialización en una variada gama de productos chacineros de gran aceptación en el mercado consumidor. Pero el cerdo produce también grasa en mayor proporción que otras especies de abasto, debido a su particular constitución, ya que los cerdos primitivos se veían forzados a alimentarse intensamente en épocas propicias en las que abundaban las bellotas, castañas y tubérculos, para acumular reservas grasas que les permitieran resistir después largos períodos de hambre.

El cerdo es un animal omnívoro y como tal su alimentación presenta una gama muy extensa de productos aprovechables, que en muchos casos no compiten con el consumo humano. Un ejemplo de ello son los forrajes, que se pueden

utilizar en mayor o menor medida en los sistemas de explotación al aire libre, tanto en los animales reproductores como en los cerdos en crecimiento y engorde (Basso, Pereyra & Cossu, 2009).

Los cerdos disponen de un estómago de capacidad mediana que tiene la posibilidad de almacenar hasta 6 kg de alimento, cuando se trata de un animal de 100 kg. Su calidad de monogástrico no le permite acumular, durante mucho tiempo los alimentos ingeridos ya que la digestión de los mismos se hace de manera rápida (Zambrano, 1999).

Si bien el cerdo no dispone de un estómago relativamente grande, sus intestinos pueden alcanzar hasta veinte veces el tamaño corporal, lo que le permite una buena adaptación a los variados regímenes alimentarios y la asimilación de alimentos tanto ricos en celulosa, como sucede con cerdos que se alimentan al pastoreo, o ricos en proteínas, como sucede con cerdos alimentados con residuos de carnes, alimentos tanto ricos en celulosa, como sucede con cerdos que se alimentan al pastoreo, o ricos en proteínas, como sucede con cerdos alimentados con residuos de carnes (Zambrano, 1999).

### **6.3.1. PRINCIPALES RAZAS DE CERDOS**

Los cerdos se dividen en tres grupos:

**Cerdos asiáticos.-** Derivados del *Sus vitatus*; razas con origen en China e Indonesia.

**Cerdos nórdicos.-** Derivados del *Sus scrofa ferus*; razas del centro y norte de Europa.

**Cerdos mediterráneos.-** Derivados del *Sus mediterrneus*; razas ribereñas del Mediterráneo.

#### **6.3.1.1. *Pietrain***

Tiene su origen y nombre en un pueblo de Brabant, Bélgica, fue descubierta en 1950. Los cerdos son algo más cortos, con un dorso ancho y espaldas musculadas. Es una raza seleccionada, sobre todo por la calidad de su canal. Esta raza es la que peores parámetros de crecimiento, índices de conversión y reproducción tiene, sin embargo, posee el mayor porcentaje de piezas nobles y posee mucha grasa intramuscular. También es la raza que presente en mayores ocasiones PSE (carnes pálidas, blandas y exudativas) (Sánchez, 2002).

Universo Porcino (2005), indica que es una raza seleccionada, sobre todo por la calidad de su canal, junto con Hampshire y Landrace. Se utiliza para mejorar la calidad de la carne en cruces simples o a tres vías. Y, casi siempre, como es lógico, se utilizan los machos, y rara vez las hembras.

Los verracos tienen un peso de 260 a 300 kg mientras que las cerdas de 230 a 260 kg. La raza Pietrain es la única que produce una carne sin grasa. Sea cual sea la hembra, el cruce con verracos Pietrain resultará siempre en una mejora sustancial de la calidad de la canal, una mejor proporción en partes nobles y una mejor clasificación comercial (Sánchez, 2002).

#### **6.3.1.2. *Yorkshire***

Es una raza porcina muy valorada por sus características maternas, esta raza porcina se utiliza habitualmente en cruces como línea materna. Es además, la mejor considerada, entre las razas mejoradas, en cuanto a resistencia. Yorkshire es, con frecuencia, la mejor raza en cuanto a valores de prolificidad, cualidades maternas como capacidad lechera y productividad (Universo Porcino, 2005).

Esta raza de cerdos es la que más ha contribuido a hacer conocer y prestigiar las razas inglesas de porcinos en el mundo. Dentro de las distintas variedades

que comprende, Large, Middie y Small White, ha proporcionado a los criadores y simpatizantes un tipo que se adaptara a sus particulares y exigencias. Se originó en el condado de su nombre y parece ser el resultado del apareamiento de cerdos de origen céltico, que existían por entonces en los condados de York, Lincoln y Lancaster, con padres Leicestershire que, a su vez, provenían del cruzamiento asiático - ibérico (Klober, 2009).

Aunque parece ser que da una edad de pubertad de su descendencia más tardía, también se encuentra, junto con la Duroc, entre las que presentan una mayor velocidad de crecimiento e índice de conversión. Pero las cosas cambian cuando nos ponemos a hablar de parámetros de calidad, solo la raza Duroc está menos valorada en cuanto a calidad de la canal, por sus proporciones en partes nobles y por la calidad de la carne. Para la calidad de la carne se toma en cuenta sobre todo la cantidad de grasa infiltrada en el músculo. (Universo Porcino, 2005).

Por su parte Klober (2009), indica que es una raza que se caracteriza por el gran tamaño de las camadas, tanto en el parto como en el destete, lo que evidencia sus excelentes habilidades maternas y lactantes. También aparece en muchos de los cruces más populares, incluso en cruces con otras razas blancas, para proporcionar hembras de reposición altamente productivas para operaciones comerciales.

### **6.3.1.3. Landrace**

La raza Landrace es de origen danés, destaca por sus orejas largas y caídas, es la más utilizada para los cruces industriales porque aumenta el tamaño de la carnada y la longitud de la canal de sus descendientes, dando como resultado cerdos de sacrificio para el mercado doméstico (Klober, 2009).

Klober (2009), sostiene que es una raza que se emplea en la industria cárnica por su buen rendimiento a la canal, la producción de jamones bien conformados y la calidad de su carne. Son animales de tamaño medio, color

blanco (excepcionalmente se pueden tolerar algunas pequeñas manchas negras o azules, siempre que el pelo implantado sobre ellas sea blanco). Su musculatura está bien desarrollada y es una raza que destaca por englobar animales alargados con 16 a 17 pares de costillas a diferencia de otras razas que presentan 14. Esta raza se destaca por englobar animales de buen comportamiento que responden satisfactoriamente ante condiciones adversas. Presentan buena ganancia media diaria en peso y conversión alimentaría, con bajo nivel de engrasamiento, considerándose por ello una raza de tipo magro.

#### **6.3.1.4. Duroc**

La raza Duroc es originaria de Estados Unidos, es una raza muy difundida por todo el mundo, aunque se cría especialmente en Europa y Estados Unidos. Se ha hecho un hueco debido a sus buenas cualidades tanto de crecimiento como de calidad de la carne, ya que es muy magra. Se caracteriza por su rusticidad y por producir una carne con alto grado de infiltración de grasas. Muy adecuada para el transformado de jamón y lomo (Sánchez, 2002).

Jamón Ibérico (2013), indica que surge del cruce entre la raza Jersey Red de (Nueva Jersey) y de la Duroc (Nueva York). La resultante fue conocida como Duroc-Jersey, aunque posteriormente fue denominada simplemente como Duroc. Actualmente se utiliza como raza finalizadora en los cruces industriales de cerdo blanco, proporcionando un incremento de la grasa infiltrada que hace que estas piezas (jamón y paleta) mejoren la proporción entre músculo y grasa.

Se distingue por las características de su canal y la eficiencia alimentaria, sólidas pezuñas y patas, se caracteriza también por tener camadas numerosas, característica que es frecuentemente conservada en programas de cruzamiento, así mismo tiene buena velocidad de crecimiento e índice de conversión (kilos de alimento para deponer peso vivo) (Sánchez, 2002).

### **6.3.2. NUTRICIÓN DEL CERDO**

Cuando a los cerdos se los alimenta con forrajes tiernos se ha comprobado que los cerdos realizan un aprovechamiento de la proteína a nivel del intestino. En general se admite que el cerdo es capaz de utilizar, por estas fermentaciones, alrededor del 30 % de la celulosa y hasta el 50% de la hemicelulosa, no así la lignina que es indigestible (Bauza, 2005).

En la alimentación de los cerdos existe una gran variedad de ingredientes que pueden utilizarse en la formulación de una dieta. El nivel de uso de estos ingredientes en la ración, estará determinado por la composición nutricional del producto, de las restricciones nutricionales que tenga para las diferentes etapas productivas y del requerimiento de nutrimentos que se quiera satisfacer (Campabadal, 2009).

Los alimentos que se pueden utilizar en los cerdos son los granos de cereales, ya sean de maíz blanco o amarillo, sorgo, arroz, trigo, cebada o quinua. También se pueden utilizar subproductos como el salvado de trigo, papa cocida, plátano maduro y melaza de caña. Se pueden emplear como fuentes de proteínas la harina de alfalfa y el gluten de maíz. Sin embargo, las mejores fuentes de proteínas son las harinas de pescado, carne, hueso o sangre, aunque la accesibilidad a estos productos es muy limitada. También se pueden utilizar los desechos de cocina como papa, soja y maní (FAO, 2000).

### **6.4. ETAPA DE CEBA**

Church (1996), manifiesta que la etapa de ceba va desde que los animales han alcanzado pesos entre 40 a 45kg aproximadamente hasta cuando alcanzan 90 kg de peso vivo. En esta etapa los requerimientos cuantitativos para los nutrientes, distintos a la energía, son menores, así como también el requerimiento total diario de alimento es considerablemente mayor durante esta fase, no solo debido al mayor tamaño del cuerpo sino también a la necesidad de alimento por unidad de ganancia de peso corporal, este es un

reflejo del aumento de la disposición de grasa que necesita en gran medida más energía por unidad de ganancia.

Los cerdos de engorda se mantienen normalmente en confinamiento. Es necesario clasificarlos de acuerdo a su edad y peso, para evitar que haya animales menos fuertes que sean perjudicados en su alimentación. El número de animales por corral también tiene importancia en la eficiencia del sistema de engorda. Por esto, deben tenerse lotes no mayores de 10 animales por corral. El primer día después del destete, los cerdos reciben poco alimento. Después se aumenta gradualmente la cantidad de alimento hasta llegar a la cantidad normal. El agua es indispensable suministrarla limpia y a libre acceso en todo momento (Gallo, 1996).

El cerdo puede producir una cantidad determinada de carne de acuerdo a sus aptitudes de engorda. Para lograr una producción óptima se debe escoger para la engorda lechones robustos, largo, con jamones amplios y profundos. Los lechones mal formados tienen una baja capacidad productiva y una mala conversión alimenticia. Los cerdos deben enviarse al rastro cuando pesan entre 90 a 100 kg. (Ellis, 2000).

Este mismo autor, determina que el período que comprende el desarrollo y el engorde del cerdo es una de las etapas más importantes de la vida productiva del animal, pues aquí se consume entre el 75 y el 80% del total del alimento necesario en su vida productiva. Siendo este rubro el principal costo de producción, la utilización deficiente del alimento repercutirá en la rentabilidad de la operación porcina.

El período de desarrollo y engorde empieza cuando los cerdos tienen un sistema digestivo capaz de utilizar dietas simples, y responder adecuadamente a situaciones de estrés calórico e inmunológico, este período ocurre cerca de los 20kg de peso y termina cuando el cerdo es enviado al mercado (Easter, 2000).

Una alimentación eficiente en el periodo de desarrollo y engorde debe cumplir con tres metas importantes: maximizar la eficiencia de la producción de tejido muscular en relación al tejido graso de la canal y la producción de carne magra con características físicas, químicas y sensoriales aceptables (Easter, 2000).

## **6.5. CARNE DE CERDO**

La carne de cerdo es un producto cárnico procedente del cerdo, es una de las carnes más consumidas en el mundo. Algunas religiones la consideran un alimento prohibido. Por ejemplo, el judaísmo la considera treifá y el islamismo, haram. Es además una de las más aprovechadas, porque se utiliza casi todo el cuerpo del animal, así como muchos de sus ubproductos: jamón, chorizo, bacón, morcilla, tocino, paté, etc. (André, 2008).

La carne de cerdo se destaca por ser sabrosa pero la que contiene más grasa ubicándose el 70% debajo de la piel (tocino) y el 30% el resto del cuerpo. Es un poco indigesta por lo que es recomendable consumirla al medio día. Debe adquirirse en muy buen estado, porque es fácilmente contaminable. Su aspecto ha de ser muy consistente, de un tono pálido y rosado y sin puntos blancos en los músculos. Debe cocerse muy bien para su consumo (Price, 2005).

### **6.5.1. VALOR NUTRICIONAL DE LA CARNE DE CERDO**

La carne es una fuente principal de grasa en la dieta y su composición de ácidos grasos determina su valor nutricional. Mientras que la ingesta total de grasas está claramente asociada con enfermedades como la obesidad, no hay evidencia de efectos significativos sobre la enfermedad cardiovascular o la incidencia de cáncer (FAO, 2010). En lugar de la cantidad total de grasa, es su composición de ácidos grasos que tiene un impacto en el riesgo de enfermedad cardiovascular.

En cambio, los reemplazos de SFA con ácidos grasos insaturados pueden reducir los niveles de colesterol y el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Hooper, 2012).

La FAO (2010), recomienda un 15-35% de grasa de la ingesta total de energía, una ingesta de SFA máximo del 10% de la energía total, y una ingesta de ácidos grasos poliinsaturados de 6-11% de la energía total (2,5-9% y 0,5-2% de ácidos grasos omega-6 y omega-3 PUFA (Ácidos grasos poliinsaturados), respectivamente. No hay límites para la ingesta de ácidos grasos monoinsaturados en estas recomendaciones.

El valor nutricional de la carne de cerdo aumenta notablemente cuando se alimenta al animal con productos de calidad. La carne de cerdo ha sido tradicionalmente considerada como un producto muy graso, dándosele, por tanto, un lugar secundario dentro de la clasificación de la alimentación sana o saludable. Sin embargo, hoy en día se sabe que la calidad de su grasa y la cantidad y calidad de sus proteínas la hacen muy adecuada para el estándar deseable de una carne de calidad (Price, 2005).

#### **6.5.2. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES EN LA CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO**

En el estudio de la tecnología de carnes, así como en la comercialización minorista de carnes, es muy utilizada la evaluación de la calidad de las carnes mediante la observación agudizada de los atributos sensoriales que permiten al investigador o al consumidor, diferenciar la calidad de las carnes. De ahí la importancia de recordar o aprender, que factores influyen en la calidad de carnes y especialmente conocer la estructura, la composición y función de los músculos, de la grasa y de los huesos, como principales y más abundantes componentes tisulares (Basso, 2009).

El análisis sensorial no es un mero complemento, sino una de las bases fundamentales para un sistema de aseguramiento de la calidad, ya que no

existe instrumental que pueda reemplazar las percepciones del hombre (Basso, 2009).

Las propiedades sensoriales se detectan por medio de los sentidos y son: la apariencia, el olor, el aroma, el gusto y las propiedades quinesísticas o texturales (Basso, 2009).

#### **6.5.2.1. Textura de la carne**

La textura de la carne se define como un conjunto de sensaciones percibidas durante la masticación y deglución del alimento, consecuencia fundamentalmente de las propiedades físicas del mismo, entre las que destacan la densidad, la dureza, la plasticidad, la elasticidad y la consistencia o el tamaño de las partícula (Matz, 1998).

De entre todas ellas la dureza es uno de los principales criterios determinantes de la calidad de la carne para el consumidor. La dureza de la carne está determinada fundamentalmente por tres factores:

- Cantidad y naturaleza del tejido conectivo.
- Estado de contracción del músculo.
- Integridad de las proteínas que forman las miofibrillas musculares.

El tejido conectivo de la carne está constituido por una serie de láminas dispuestas en diferentes niveles de organización que rodean el músculo, los fascículos musculares y las fibras musculares individualmente. Estas láminas están formadas fundamentalmente por dos proteínas, colágeno y elastina, aunque parece que es la primera de ellas la más directamente relacionada con la textura (Warris, 2003).

El colágeno es una proteína constituida por subunidades de tropocolágeno organizadas de tal manera que forman una estructura en forma de fibras de gran resistencia a la tracción (Warris, 2003).

Tanto las moléculas de tropocolágeno de una fibra de colágeno como las distintas fibras de colágeno que integran una lámina de tejido conectivo están inter conectadas por una serie de enlaces cruzados 2 cuya presencia y estabilidad aumenta con diferentes factores, entre los que destaca la edad del animal (más cantidad a mayor edad) y el sexo (mayor en machos), (Warris, 2003).

#### **6.5.2.2. Color de la carne**

El aspecto es la propiedad sensorial en la que el consumidor se basa para juzgar la calidad y frescura de la carne al elegir el producto durante la compra. Así, el consumidor asocia el color rojo brillante a carnes más frescas, mientras que la aparición de coloraciones marrones o parduzcas se relaciona con carnes poco frescas. El color de la carne se debe fundamentalmente a la presencia de un pigmento de naturaleza proteica, la mioglobina. Se trata de una proteína que presenta un grupo hemo en cuya constitución entra a formar parte un átomo de hierro (Andrés, (2000).

La cantidad de mioglobina existente en la carne es responsable de la intensidad del color de la misma (también llamado saturación del color), mientras que el estado en que se encuentre el hierro de la mioglobina (oxidado o reducido) y los ligandos que se encuentren unidos a dicho átomo de hierro determinan el tinte, es decir, la tonalidad cromática que presenta la mioglobina y por lo tanto la carne (rojo vivo, púrpura, pardo). En la carne fresca las formas químicas que aparecen son la oximioglobina (hierro reducido y ligando una molécula de oxígeno), la metamioglobina (hierro oxidado ligando agua) y la deoximioglobina o mioglobina nativa (hierro reducido, sin ligandos). (Andrés, (2000).

#### **6.5.2.3. Aroma y sabor**

El "flavor" (sensación conjunta de aroma y sabor durante la degustación de un alimento) de la carne de cerdo cocinada se origina fundamentalmente durante

el cocinado. De hecho, la carne cruda presenta un sabor ligeramente a sangre y un tanto ácido y apenas tiene aroma (Mac Leod, 1998).

El mismo autor indica que como consecuencia de las altas temperaturas que tienen lugar durante el cocinado se producen una serie de reacciones químicas de distinta índole (oxidación lipídica, reacciones de Maillard, degradación de algunos aminoácidos, reacciones de condensación, etc.) que dan lugar a un gran número de compuestos volátiles (se han identificado más de 500) que causan los distintos matices aromáticos que pueden percibirse en la carne cocinada.

#### **6.5.2.4. Jugosidad**

La jugosidad, de la carne juega un papel muy importante en la impresión gustativa del consumidor. Los jugos contienen componentes importantes que contribuyen a la fragmentación y a la suavidad de la carne durante la masticación. Los lípidos intramusculares y el agua son las principales fuentes de jugosidad de la carne, constituyendo un sustrato acuoso que es liberado cuando la carne es masticada. La ausencia de jugosidad limita severamente su aceptabilidad (Acevedo, 2004).

Por otra parte según Huerta *et al.* (2000) los jugos de la carne contienen muchos de los componentes del sabor y al combinarse los lípidos derretidos con el agua se constituye un caldo que es retenido en la carne, y que luego se exprime durante la masticación estimulando la producción de saliva lo cual da una impresión sostenida de jugosidad.

## **7. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **7.1. MÉTODOS**

#### **7.1.1. LOCALIZACIÓN DEL LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación realizada sobre la utilización de diferentes niveles de harina de morera en la alimentación de cerdos en la etapa de ceba se desarrolló

durante el año 2017 entre los meses de agosto a septiembre, en la granja del Programa de Producción Porcina de la Facultad de Ciencias Zootécnicas Extensión Chone, ubicada en el kilómetro 2 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> vía Chone Boyacá, localizada en las coordenadas 0°41'17" S, 80°07'25.60" O.

### **7.1.2. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Para dar cumplimiento al proyecto se realizó un experimento con un diseño experimental completamente aleatorizado, con tres niveles de suministro de harina de morera, más un grupo control basado en una dieta convencional, (dieta artesanal), con cuatro repeticiones y un animal por cada unidad experimental por cada tratamientos, hasta alcanzar 90kg/peso vivo/animal. El arreglo factorial fue de 4x4 dando un total de 16 animales de raza Pietrain – Landrace F<sub>1</sub>.

Los tratamientos (tabla 1) fueron T<sub>0</sub> el control y T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> que corresponde al 3, 6 y 9% de harina de morera en la alimentación de los cerdos. Se realizó un análisis estadístico utilizando el procedimiento del (ANOVA) Análisis de Varianza de Clasificación Simple o Totalmente al Azar, utilizando pruebas de comparación de medias a partir de la Prueba de Tukey (P<0,05). Se utilizó el programa estadístico SAS 9.1 para Windows 2008. Las principales variables evaluadas fueron: consumo diario de alimento (CDA), incremento de peso (IP), conversión alimentaria (CA) y peso de la canal (PDC). Para realizar la determinación de la grasa dorsal de los cerdos se lo hizo de manera manual; y para determinar el análisis sensorial de la carne de cerdo se aplicó un tes de escala hedónica de 9 puntos según Likert a 30 estudiantes semi entrenados.

**Tabla 1. Tratamientos utilizados en la investigación**

<b>Tratamientos</b>	<b>Niveles</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>U. experimental</b>	<b>Total animales</b>
T <sub>0</sub>	Grupo control	4	1	4
T <sub>1</sub>	Harina de morera 3%	4	1	4
T <sub>2</sub>	Harina de morera 6%	4	1	4
T <sub>3</sub>	Harina de morera 9%	4	1	4

**Elaborado por:** Cedeño & Zambrano, 2017

## **7.2. MATERIALES**

Para la investigación se utilizaron los siguientes elementos descritos a continuación:

- 16 cerdos machos de raza Pietrain – Landrace F<sub>1</sub> con un peso promedio inicial de 50 kg.
- Un galpón de hormigón con estructura de rieles metálicos de 7 x 15m. El cual está subdividido 16 partes de 0.70 m de ancho por 2 m de largo para el alojamiento individual de los animales.
- Bodega de 4 m de ancho por 5 m de largo, utilizada para guardar el alimento.
- Báscula para pesar los cerdos, de capacidad de 200 kg.
- Balanza tipo reloj, con capacidad de 30 kg para pesar los insumos alimenticios.
- Balanza digital con capacidad de 30 kg para pesar desperdicios de alimento.
- Mezcladora vertical de capacidad de 1 tonelada para la preparación de las raciones alimenticias.

- Deshidratador industrial para deshidratar las hojas de morera.
- 16 comederos individuales tipo tolva y el mismo número de canecas tipo balde para el control del consumo de alimento.
- 16 bebederos de tetina de tal manera que pudieran proporcionar individualmente agua fresca a los animales.
- Equipo para salud animal (vitaminas, antiparasitarios, desinfectantes, entre los principales).
- Materiales y equipos de oficina (papeles, computadora, calculadora).

### **7.2.1. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

Los animales fueron identificados y alojados en jaulas a los que se les tomó su respectivo peso corporal cada 15 días mientras duró el experimento, el cual se inició en el mes de agosto, terminando en septiembre del 2017, teniendo una duración de 45 días. El alimento se proporcionó diariamente de manera controlada en 2 momentos (8 de la mañana y 4 de la tarde).

Para el desarrollo de la investigación se incluyó tres periodos de evaluación los mismos que se dividieron en 15, 30 y 45 días. Se formularon cuatro dietas, una ración control en base de maíz, soya, aceite, conchilla, palmiste, sal, lisina, zeolita, vitamina de cerdo, mollejo sanitin, afrechillo, fosfato y tres dietas experimentales las cuales tuvieron un porcentaje de incorporación en la dieta de 3, 6 y 9% de harina de hoja de morera, el resto de ingredientes que se utilizaron en la formulación de las raciones alimentarias se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2. Formulación de la ración alimentaria por tratamientos para los cerdos**

<b>Materia prima</b>	<b>T<sub>0</sub></b>	<b>T<sub>1</sub> 3%</b>	<b>T<sub>2</sub> 6%</b>	<b>T<sub>3</sub> 9%</b>
Harina de morera		3	6	9
Maíz	61,13	61,13	58,92	64,37
Soya	14,03	11,03	11,12	12,06
Aceite	3	3	4,5	4,5
Conchilla	1,25	1,25	0,88	0,82
Palmiste	4	4	4	4
Sal	0,15	0,15	0,15	0,15
Lisina	0,45	0,45	0,48	0,52
Zeolita	0,20	0,20	0,20	0,20
Vitamina de cerdo	0,16	0,16	0,16	0,16
Mollejo sanitin	0,05	0,05	0,05	0,05
Afrechillo	15	15	12,90	3,40
Fosfato	0,60	0,60	0,65	0,77
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Cedeño & Zambrano, 2017

## **8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **8.1. RESULTADOS**

#### **8.1.1. EVALUACIÓN DEL USO DE DIFERENTES NIVELES DE LA HARINA DE MORERA EN LA DIETA DE ALIMENTACIÓN PORCINA EN LA ETAPA DE CEBA**

En el trabajo experimental se evaluó la utilización de la harina de morera en tres niveles (3%, 6% y 9%) y un testigo (alimentación sin morera) repartidos en tres periodos (15, 30 y 45 días), la misma que se suministró a los 16 cerdos en etapa de ceba (4 cerdos por tratamientos). Los resultados obtenidos de las variables estudiadas se describen a continuación:

### 8.1.1.1. Consumo de alimento

Los resultados del ANOVA para esta variable (tabla 3) indicaron que no hubo significación estadística al 0,05%, es decir que tanto la alimentación con morera establecida en los tres tratamientos como el testigo, no influyeron sobre la cantidad de alimento consumido en los tres periodos de tiempo estudiados, por lo cual no se aplica la comparación de medias según la prueba de TUKEY.

**Tabla 3. ANOVA de un factor para la variable consumo de alimentos**

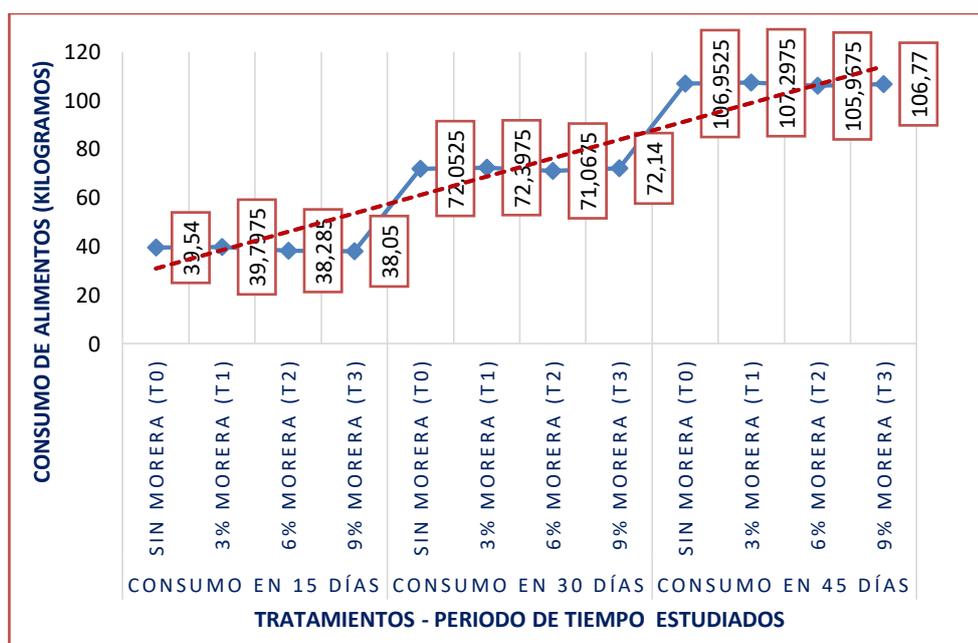
Variable	Fuentes de variación	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Consumo en 15 días	Inter-grupos	9,258	3	3,086	1,612	,238 NS
	Intra-grupos	22,966	12	1,914		
	Total	32,224	15			
Consumo en 30 días	Inter-grupos	4,082	3	1,361	,321	,810 NS
	Intra-grupos	50,948	12	4,246		
	Total	55,030	15			
Consumo en 45 días	Inter-grupos	3,814	3	1,271	,276	,842 NS
	Intra-grupos	55,341	12	4,612		
	Total	59,155	15			

**NS: No significativo**

**Elaborado por:** Cedeño & Zambrano, 2017

Los resultados obtenidos para el consumo de alimento, (anexo 1) evidenciaron un aumento significativo (numéricamente) desde el inicio de la investigación hasta el día 45 que culminó la aplicación de los tratamientos, es así que el tratamiento que no llevó morera en las raciones ( $T_0$ ) consumieron a los 15 días un promedio de 39,54 Kg, y a los 45 días pasaron a consumir un promedio de 106,95 Kg. ; de igual manera se observa la misma relación para los tratamientos que llevaron morera al 3%, 6%, y 9 %. En el consumo de alimento independiente por periodos, se observó una mínima diferencia numérica entre los tratamientos (figura 1).

**Figura N° 1. Promedios para el consumo de alimento de los cerdos en etapa de ceba (15,30 y 45 días)**



Elaborado por: Cedeño & Zambrano, 2017

### 8.1.1.2. Incremento de peso

Los cerdos fueron pesados al inicio de la aplicación de los tratamientos y posteriormente después de los 15, 30 y 45 días, los cerdos iniciaron con un peso de 64,43Kg para el T<sub>0</sub>, para el T<sub>1</sub> (61,49Kg), para el T<sub>2</sub> de (59,99Kg) y para el T<sub>3</sub> fue de (60,45Kg) y el peso final de los cerdos a los 45 días fue de 101,93Kg para el T<sub>0</sub>, para el T<sub>1</sub> fue de 98,86Kg, para el T<sub>2</sub> fue de 100,79Kg y para el T<sub>3</sub> fue de 98,06Kg). Los cerdos alcanzaron el peso promedio de 90Kg entre los 30 a 35 días (anexo 2).

El análisis de los resultados mediante un ANOVA (tabla 4) en estas tres etapas demostró que no hubo diferencia estadística al 0,05% de significación, es decir, que al comparar el tratamiento testigo sin morera (T<sub>0</sub>) con los tratamientos que llevaron morera al 3%,6%, y 9 %, los resultados indicaron que no influyeron estos niveles sobre el incremento de peso de los cerdos en la etapa de ceba.

**Tabla 4. ANOVA de un factor para la variable incremento de peso**

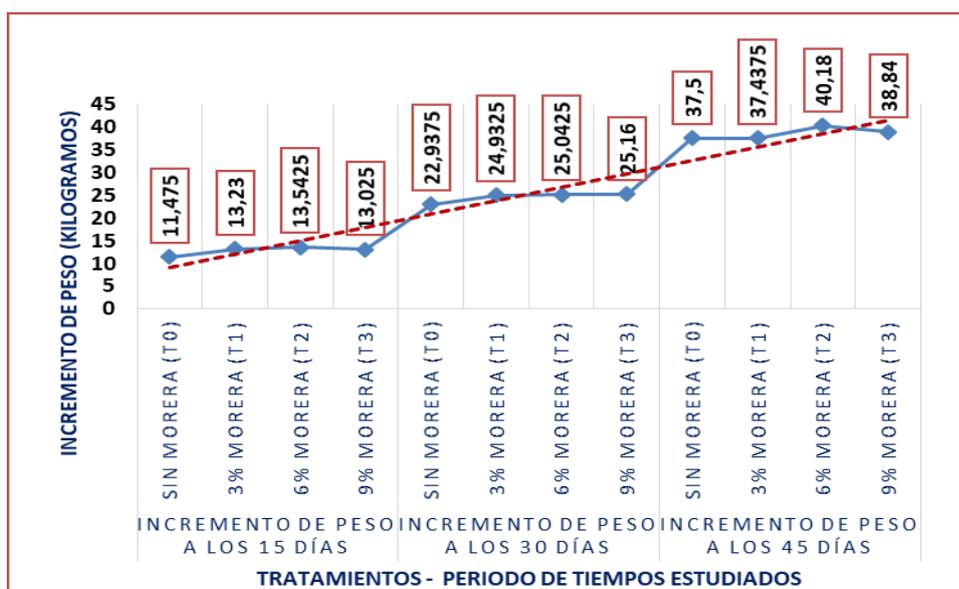
Variable	Fuentes de variación	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Incremento de peso a los 15 días	Inter-grupos	10,165	3	3,388	2,459	,113 NS
	Intra-grupos	16,536	12	1,378		
	Total	26,701	15			
Incremento de peso a los 30 días	Inter-grupos	13,428	3	4,476	1,902	,183 NS
	Intra-grupos	28,234	12	2,353		
	Total	41,662	15			
Incremento de peso a los 45 días	Inter-grupos	20,266	3	6,755	,858	,489 NS
	Intra-grupos	94,446	12	7,870		
	Total	114,712	15			

**NS: No significativo**

**Elaborado por:** Cedeño & Zambrano, 2017

Los promedios obtenidos para el incremento de peso de los tratamientos, indicaron una mínima diferencia numérica entre estos, aunque se observa (figura 2), que los promedios de los tratamientos evaluados en los tres periodos que llevaron morera al 3%, 6% y 9% dieron como resultados mayores promedios los tratamientos testigos (sin morera). El incremento de peso total desde el inicio hasta el día 45 para el tratamiento T<sub>0</sub> aumentó de 11,475 Kg a 37,5 Kg, el T<sub>1</sub> aumentó de 13,23 Kg a 37,43 Kg, el T<sub>2</sub> de 13,54 Kg a 40,18, y por último el tratamiento T<sub>3</sub> aumentó de 13,54 Kg a 38,84 Kg respectivamente.

**Figura N° 2. Promedios para el incremento de peso de los cerdos en etapa de ceba (15,30 y 45 días)**



Elaborado por: Cedeño & Zambrano, 2017

### 8.1.1.3. Conversión alimenticia

Los resultados obtenidos para esta variable y analizados mediante el ANOVA (tabla 5), indicaron diferencia altamente significativa al 0,05% para la conversión alimenticia a los 15 días, mientras que para la conversión a los 30, y 45 días, no existió diferencia estadísticamente; es decir que las tres concentraciones de morera influyeron sobre la conversión alimenticia de los cerdos solamente en los 15 días de haber aplicado los tratamientos, mientras que estadísticamente en los días 30 y 45 días no se evidenció diferencias en la conversión.

**Tabla 5. ANOVA de un factor para la variable conversión alimenticia**

Variable	Fuentes de variación	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Conversión a los 15 días	Inter-grupos	,924	3	,308	3,721	,042**
	Intra-grupos	,994	12	,083		
	Total	1,918	15			
Conversión a los 30 días	Inter-grupos	,249	3	,083	1,939	,177 NS
	Intra-grupos	,514	12	,043		
	Total	,763	15			
Conversión a los 45 días	Inter-grupos	,150	3	,050	,943	,451 NS
	Intra-grupos	,636	12	,053		
	Total	,785	15			

\*\* = Altamente significativa al 0.05 %    NS: No significativo

Elaborado por: Cedeño & Zambrano, 2017

En la comparación de promedios a los 15 días según la prueba de TUKEY al 0,05% de significación (tabla 6) se evidencia que los tratamientos se dividieron en dos rangos: en el caso de los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, y T<sub>3</sub>, no hubo diferencia entre ellos pero sí con el tratamiento testigo (T<sub>0</sub>); además se observa que en el otro rango el tratamiento T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, y T<sub>3</sub> no difirieron entre ellos, pero si con el tratamiento T<sub>2</sub>. La conversión alimenticia más baja la obtuvo el tratamiento que utilizó el 6% de harina de morera (T<sub>2</sub>), dando un valor de 2,84 kg/kg. Cabe mencionar que a los 30 y 45 días no fue necesaria la comparación de promedios según la prueba mencionada, ya no existió significación estadística; aunque se hizo una comparación de promedios por diferencias numéricas.

**Tabla 6. Comparación de promedios según Tukey para la conversión a los 15 días**

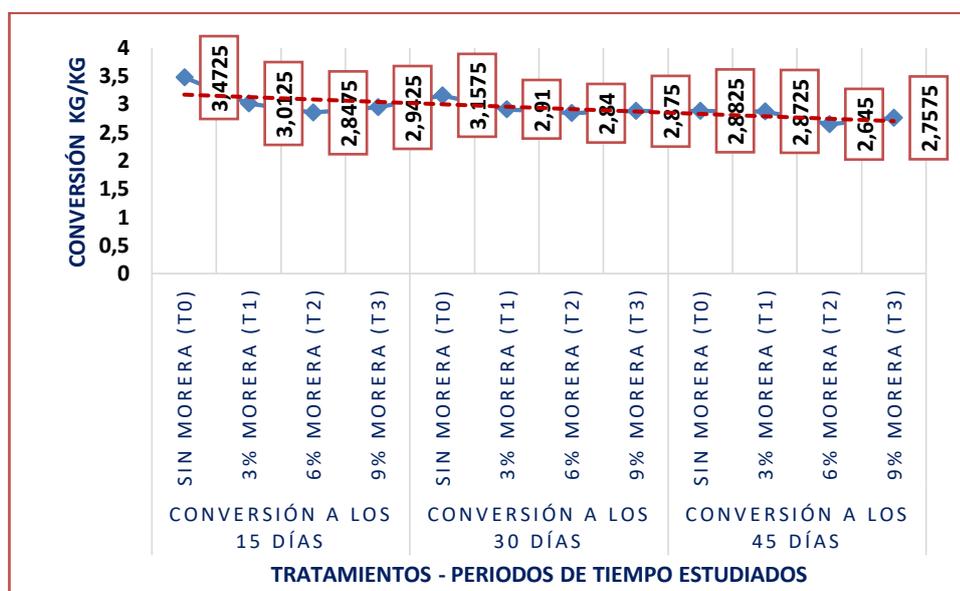
Prueba	Tratamientos Morera	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD de Tukey	6% Morera (T2)	4	2,8475 a	
	9% Morera (T3)	4	2,9425 a	2,9425 b
	3% Morera (T1)	4	3,0125 a	3,0125 b
	Sin Morera (T0)	4		3,4725 b
	Sig.			,848

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Elaborado por: Cedeño & Zambrano, 2017

Las diferencias numéricas obtenidas entre todos los tratamientos, (figura 3), demostraron variabilidad de resultados en cada periodo evaluado. En el caso del T<sub>0</sub> (alimentación sin morera) se evidenciaron promedios superiores (en comparación con los tratamientos que llevaron morera al 3%, 6%, y 9%) durante el periodo de 15 días y 30 días, lo cual dio como resultado una conversión entre 3,47 Kg/Kg y 3,15 Kg/Kg. respectivamente. Los promedios de conversión a los 45 días fueron 2,88 Kg/Kg para el T<sub>0</sub>. 2,87 Kg/Kg para el T<sub>1</sub>. 2,64 Kg/Kg para el T<sub>2</sub>, y 2,72 Kg/Kg para el T<sub>3</sub> respectivamente.

**Figura N° 3. Promedios para la conversión alimenticia de todos los tratamientos en los cerdos en etapa de ceba (15,30 y 45 días)**



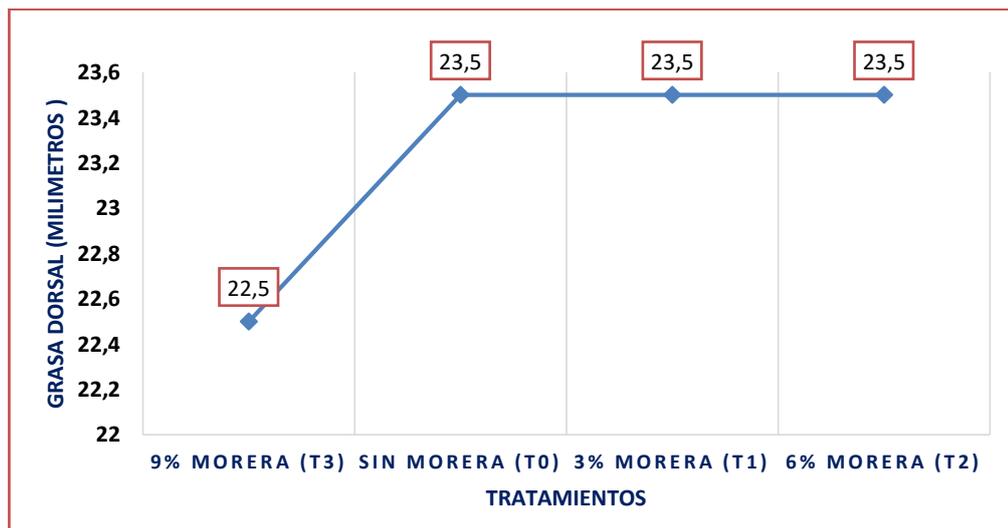
Elaborado por: Cedeño & Zambrano, 2017

### 8.1.2. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE GRASA DORSAL DE LOS CERDOS SOMETIDOS A CADA TRATAMIENTO CON LA INCLUSIÓN DE HARINA DE MORERA

Los resultados obtenidos del ANOVA, no indicaron diferencia significativa al 0,05%, es decir; que al comparar el tratamiento T<sub>0</sub> con los que utilizaron morera al 3%, 6%, y 9%, no se evidenció diferencia estadísticamente sobre el contenido de grasa dorsal presente en los cerdos estudiados en la etapa de ceba.

Comparando los promedios para cada uno de los tratamientos se observa (figura 4), que la mayor grasa dorsal obtenida fue la de los cerdos pertenecientes al tratamiento T<sub>2</sub>, los cuales dieron como resultado 23,5 mm de grasa dorsal. El tratamiento T<sub>3</sub> dio como promedio 22,5 mm siendo el menor valor obtenido entre todos los tratamientos.

**Figura N° 4. Promedios en mm para la grasa dorsal de todos los tratamientos en los cerdos en etapa de ceba**



Elaborado por: Cedeño & Zambrano, 2017

### 8.1.3. ANÁLISIS SENSORIAL DE LA CARNE DE CERDO SOMETIDO A LOS TRATAMIENTOS

Para determinar el contenido de análisis sensorial se realizó la prueba sensorial mediante la aplicación de un test tipo escala hedónica de 9 puntos, para la cual se dio a degustar el tratamiento testigo (alimentación sin morera) conjuntamente con los tres tratamientos que utilizaron morera para crianza de los cerdos. Se dio a degustar la carne de los cerdos cocinadas en brasas a un término de cocción completo; en la prueba participaron treinta degustadores (estudiantes de semestres superiores de la Escuela de Agroindustrias y de Zootecnia) semi entrenados, a los que se les presentaron las muestras asadas y estos demostraron su grado aceptabilidad en relación a la escala del uno a

nueve. Los parámetros evaluados en la carne asada fueron, sabor, olor, color, textura y jugosidad.

Los resultados obtenidos y analizados mediante el ANOVA (tabla 7), demostraron que no hubo diferencias estadísticamente en los parámetros estudiados y en ninguna de las muestras evaluadas; es decir, que al comparar la carne proveniente de cerdos alimentados sin morera, y con morera al 3%,6%,y 9%, los degustadores no demostraron diferencias estadística en ninguno de los casos, por lo cual se considera que las características de este componente utilizado como suplemento alimenticio en los cerdos en etapa de ceba, no se transfieren a la carne, como lo manifestaron los degustadores.

**Tabla 7. Resultados del análisis sensorial de la carne de cerdo sometida a los tratamientos**

<b>SABOR</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	57,49	3	19,16	1,45	0,2329
<b>TRATAMIENTOS</b>	57,49	3	19,16	1,45	0,2329 <b>NS</b>
<b>Error</b>	1536,64	116	13,25		
<b>Total</b>	1594,13	119			
<b>CV= 46,78</b>					
<b>OLOR</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	49,01	3	16,34	1,30	0,2785
<b>TRATAMIENTOS</b>	49,01	3	16,34	1,30	0,2785 <b>NS</b>
<b>Error</b>	1459,98	116	12,59		
<b>Total</b>	1508,99	119			
<b>CV= 45,83</b>					
<b>COLOR</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	103,38	3	34,46	2,75	0,0462
<b>TRATAMIENTOS</b>	103,38	3	34,46	2,75	0,0462 <b>NS</b>
<b>Error</b>	1455,98	116	12,55		
<b>Total</b>	1559,37	119			
<b>CV= 45,83</b>					
<b>TEXTURA</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	52,51	3	17,50	1,49	0,2206
<b>TRATAMIENTOS</b>	52,51	3	17,50	1,49	0,2206 <b>NS</b>
<b>Error</b>	1361,48	116	11,74		
<b>Total</b>	1413,98	119			
<b>CV= 39,66</b>					
<b>JUGOSIDAD</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	64,96	3	21,65	1,78	0,1556
<b>TRATAMIENTOS</b>	64,96	3	21,65	1,78	0,1556 <b>NS</b>
<b>Error</b>	1414,04	116	12,19		
<b>Total</b>	1479,00	119			
<b>CV= 41,46</b>					

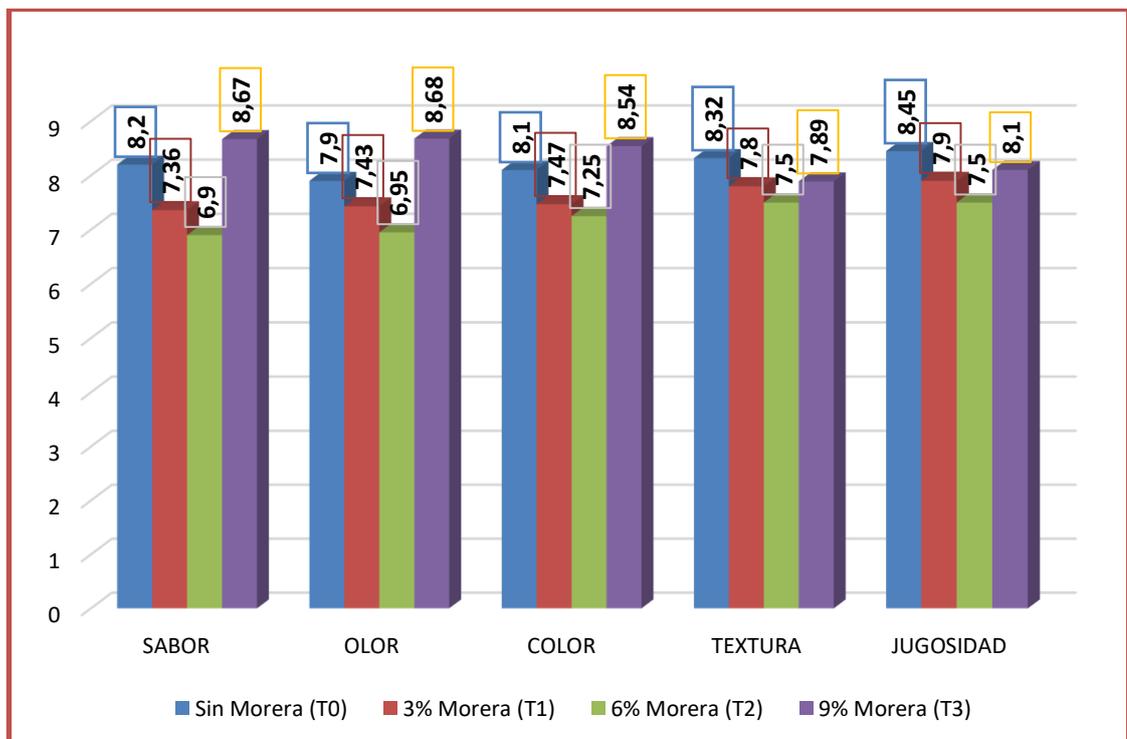
ANOVA Sobre los parámetros sensoriales. SC = Suma de cuadrado, gL = grados de libertad, CM = Cuadrados medios, F calc = F de Fisher, P- valor = Valor de tabla, NS=No significativo al 5%.

**Elaborado por:** Cedeño & Zambrano, 2017

Aunque no hubo diferencias estadísticas, cabe precisar que se dieron diferencias numéricas en todos los tratamientos (figura 5). Las carnes asadas provenientes del tratamiento T<sub>3</sub> (alimentación de cerdos con el 3% morera)

presentaron los valores más altos a nivel de sabor, olor, y color, con promedios de 8,67/9, 8,68/9, y 8,54, valores pertenecientes a estos parámetros y en el mismo orden. En la textura y jugosidad el tratamiento testigo (alimentación de cerdos sin morera) presento los mejores promedios con valores de 8,32/9 y 8,45 /9, lo que pudiera estar determinado por las características particulares del paladar y preferencia de los degustadores.

**Figura N° 5. Promedios sobre los parámetros sensoriales**



Elaborado por: Cedeño & Zambrano, 2017

## 8.2. DISCUSIÓN

### 8.2.1. CONSUMO DE ALIMENTO

El consumo de alimento de los cerdos en la etapa de ceba no demostró significación estadística, pero se observó un mayor consumo con la inclusión de harina de morera en niveles del 3%; y dicha tendencia se evidenció en los tres periodos evaluados (15 días, 30 días y 45 días). El consumo acumulado de alimentos (en los días que se llevó la investigación) para el T<sub>0</sub> (alimentación sin morera) fue de 106,9525 Kg, 107,2975 Kg para el T<sub>1</sub> (alimentación con

morera al 3%), 105,9675% Kg para el T<sub>2</sub> (alimentación con morera al 6%) y 106,77 para el T<sub>3</sub> (alimentación con morera al 9 %).

### **8.2.2. INCREMENTO DE PESO**

El incremento de peso a los 45 días utilizando harina de morera varió numéricamente (no existió diferencia estadísticas al 5%), dando como resultados para el T<sub>0</sub> y el T<sub>1</sub> (alimentación con inclusión del 3% morera) un incremento de peso de 0,83 Kg/cerdo/día; 0,89 kg/cerdo/día para el T<sub>2</sub> (alimentación con inclusión del 6% morera), y 0,86 kg/cerdo/día para el T<sub>3</sub> (alimentación con inclusión del 9% morera); estos resultados fueron superiores a los obtenidos con Leiva et al., (2002) que obtuvo ganancias de 0.544 kg/cerdo/d con 14% de inclusión en la dieta de cerdos en la etapa de final de alimentación, además estos autores demostraron disminuciones en las ganancias de peso vivo de cerdos cuando la sustitución del concentrado por harina de morera es superior al 7%. Esto es respaldado por Trigueros y Villalta (2000) que incorporaron 15% de harina de follaje y obtuvieron índices productivos similares a los animales alimentados con dietas tradicionales. Se pudo evidenciar que, con la inclusión de harina de morera en la alimentación, se dio una tendencia de mayor incremento de peso (en comparación al tratamiento testigo) durante los tres periodos evaluados (15 días, 30 días, 45 días).

En la evaluación desarrollada bajo la concepción de incluir el follaje de morera en porcentajes mayores, se encontró que las ganancias diarias se incrementaron con el aumento del peso vivo de los cerdos, lo que indica que se mejora la eficiencia de utilización de la morera en la medida que aumenta el tamaño de los animales; de igual manera, la eficiencia de la dieta total con valores que pueden considerarse como adecuados (Ly, 2005).

### **8.2.3. CONVERSIÓN ALIMENTICIA**

Demostrada la diferencia estadística para la conversión alimenticia a los 15 días, se observó que los promedios estuvieron entre 2,8475 Kg/Kg y 3,4725 Kg/Kg, perteneciendo el último valor al tratamiento T<sub>0</sub> (alimentación sin morera). Los valores registrados con los niveles del 6% y 9%, (2,84 Kg/Kg y 2,94 Kg/Kg, en su orden) fueron inferiores a los registrados por Araque *et al.*, 2005, quienes registraron una conversión alimenticia de 3,79 Kg/Kg con un nivel de 24%; aun así estos resultados fueron superiores a los obtenidos por Leiva *et al.*, (2004) que reportó 2,42; 2,43 y 2,69 kg/kg con los niveles 7,14 y 21 de harina de morera.

### **8.2.4. GRASA DORSAL**

Para la grasa dorsal no se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ), pero los resultados demostraron igualdad de promedios entre el tratamiento testigo con los tratamientos que utilizaron morera al 3% y 6%. Estos resultados demostraron que al utilizar un mayor porcentaje de harina de morera (9%) se da una superioridad del porcentaje del tejido magro de los animales, por lo cual se considera como una buena opción para mejorar el rendimiento de la canal, ya que se reduce la masa grasa de los cerdos la cual tiene un menor precio en el mercado, siendo la harina de morera productiva en la alimentación de cerdos en etapa de ceba. Los promedios fueron superior numéricamente al tratamiento testigo. Las medias entre todos los tratamientos estuvieron entre 22,5 mm y 23,5 mm, siendo una buena opción la inclusión de harina de morera para obtener mejores resultados sobre este parámetro medido.

### **8.2.5. ANÁLISIS SENSORIAL**

Los resultados generales sobre la evaluación sensorial, demostraron que al comparar las carnes asadas provenientes de los cerdos alimentados sin inclusión de morera, dieron similares características a los tratamientos que

utilizaron morera al 3, 6, y 9 %, es decir que los degustadores no identificaron diferencias organolépticas en ninguna de las propiedades evaluadas (sabor, olor, color, textura, jugosidad), por lo cual; es viable la utilización de la morera en estos porcentajes estudiados ya que no influyen sobre estas características evaluadas en la canal de los cerdos, lo cual hace referencia con la opinión de Pérez (2001) que manifiesta que los catadores no entrenados pueden variar sus valoraciones.

## **9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **9.1. CONCLUSIONES**

Se evaluó el uso de harina de morera como sustitución parcial entre 3, 6 y 9% de los requerimientos de la proteína bruta del concentrado comercial en cerdos en etapa de ceba, la cual determinó un comportamiento productivo similar con respecto al grupo control, lo que justifica la hipótesis planteada que decía: (el uso de diferentes niveles de harina de hoja de morera como fuente de proteína en la alimentación de cerdos en la etapa de ceba, mejora los parámetros productivos y de calidad?).

Se determinó los niveles de grasa dorsal de los cerdos sometidos a una dieta con inclusión de harina de morera, se midió al final del periodo experimental, ajustando esta variable a 90 kg de peso vivo, y se utilizó el método manual; cuanto menos sea el nivel de grasa en el cerdo el rendimiento de la canal será de mejor calidad.

Se realizó un análisis sensorial a la carne de los cerdos que estaban en estudio, aplicando un test con escala hedónica de 9 puntos, los parámetros evaluados en la carne asada fueron, sabor, olor, color, textura y jugosidad; la misma que fue NS para los degustadores.

## **9.2. RECOMENDACIONES**

Requerir un mayor número de animales (réplicas) por tratamiento en todas las variables estudiadas, para estimar las diferencias entre los tratamientos estudiados, culminando el experimento a los 90 días.

En estudios posteriores sería recomendable estudiar niveles más altos de harina de morera, para encontrar efectos significativos.

Socializar los resultados obtenidos sobre el análisis sensorial a nivel de productores y profesionales inherentes en el área de la producción porcina.

## BIBLIOGRAFÍA

Acevedo S. M. (2004). Evaluación de los atributos principales de calidad de la carne de res de origen local e importado según se ofrece al consumidor. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.

AGROCALIDAD. (2010). Programa Nacional Sanitario Porcino. Población de referencia asociada a la producción de ganado porcino.

Andrés A, Ruiz J, Mayoral A, Tejeda J, Cava R. (2000). Food Sci Technol Int; 6: 315-21.

André J. (2008). Ecuador, su realidad económica. Tomo II. Ecuador.

Andújar, G., Pérez D. & Venegas, O. (2009). Los cambios post mortem y la transformación del músculo en carne. En: Química y bioquímica de la carne y los productos cárnicos. 125 p. Instituto de Investigaciones para la industria alimentaria. Editorial Universitaria. La Habana, Cuba.

Arias, E. & Sánchez, M. D. (2002). La morera como frutal. Conferencia V Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical" y II Reunión Regional de Morera. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.

Arce, C. Arbaiza, T. Carcelén, F. & Lucas, O. (2003). Estudio comparativo de la digestibilidad de forrajes mediante dos métodos de laboratorio. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 14(1), 07-12.

Baffi, M. (1992). Utilización de la morera (*Morus alba L*) cultivar llamada para los cerdos: Curva de crecimiento y digestibilidad in vitro. Tesis UNESP, Campus de Jaboticabal, SP, Brasil. p.35

Basso, L. Pereyra, A. M. & Cossu, M. (2009). Evaluación sensorial de carne porcina: Sistemas de producción y castración inmunológica. FAUBA –FANUS lbasso@agro.uba.ar

Bauza. (2005). Consultado el 5 de Julio del 2017: <http://www.iagro.edu.uv/~suinos/iomadas/dic05/JomadaTaller%20Pasturas%20d>

Benavides, J. E. (1995). Manejo y utilización de la Morera (*Morus alba*) como forraje. Agroforestería en las Américas, 2(7), 27-30.

Benavides, J. (1999). Utilización de la Morera en sistemas de producción animal. FAO ANIMAL PRODUCTION AND HEALTH PAPER, 275-294.

Benavides, J. (2000). La morera, un forraje de alto valor nutricional para la alimentación animal en el trópico. Revista Pastos y Forrajes. Cuba. 23. p.11.

Boschini-Figueroa, C., Dormond, H. & Castro, A. (2000). Composición química de la Morera (*Morus alba*), para uso en la alimentación animal: densidades y frecuencias de poda. Agronomía mesoamericana, 11(1), 41-49.

Boschini, C. & Rodríguez, A. (2002). Inducción del crecimiento en estacas de morera (*Morus alba*) con ácido indol butírico (AIB). Agronomía Mesoamericana. 13 (1):19.

Botanical. (1999). Consultado el 25 de Junio del 2017: <http://www.botanical-online.corn/animales/cerdo.htm>.

Botero, J. (2004). VN de forrajes arbustivos para cerdas adultas (Doctoral dissertation, Tesis de la Maestría en Ciencias Agrarias énfasis Producción Animal Tropical. Universidad Nacional de Colombia, Palmira).

Campabadal. (2009). Guía Técnica para la alimentación de cerdos. Consultado el 25 de Junio de 2017: <http://www.maq.qo.cr/bibliotecavirtual/a00144.pdf>

Castillo, M. Magaña, Á. Lara-, P. Ramón, J, Ortiz, J. & Sanginés, J. (2011). Comportamiento productivo en cerdas gestantes suplementadas con Morera (*Morus alba*). Zootecnia Tropical, 29, 273-281.

Calderón, O. (2012). Evaluación de tres sistemas de alimentación en cerdos mestizos en la etapa de cría para las comunidades de Shaushi y la Calera del Cantón Quero (Tungurahua).

Cifuentes, C. y S. Kee-Wook. (1998). Manual técnico de sericultura: Cultivo de la morera y cría del gusano de seda en el trópico. Convenio SENA-CDTS, Colombia. 438 p.

Contino, Y. Ojeda, F. Herrera, R., Altunaga, N. & Pérez, R. (2008). Comportamiento productivo de cerdos mestizos en ceba alimentados con follaje fresco de *Morus alba* como sustituto parcial del concentrado comercial. *Zootecnia Tropical*, 26(3), 391–394.

Church, C. & Pond, V. (1996). Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. 5a ed. México D.F. México edit. Limusa. pp. 89 -95.

Duke, J. A. (2005). *Morus alba* (L.). <http://newcrop.hort.purdue.edu/newcrop/duke-energy> (Consultada el 20 de agosto de 2005).

Domínguez, A., Tellez, E & Revilla, J. (2001). Comportamiento inicial de dos especies de morera en fase de establecimiento. Pastos y Forrajes 24(2): 147-152.

Easter, A. & Ellis, P. (2000). Manual de Alimentación de Cerdos.

Estupiñán, K. & Vasco, D. Torres, E. (2009). Evaluación de Harina de Forraje de Morera (*Morus alba*) en un Sistema de Levante–Ceba de Porcinos en Confinamiento. Revista Tecnológica-ESPOL, 22(1).

ESPAC. (2014). Encuesta de superficie y producción Agropecuaria Continua Quito. Retrieved from [www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec).

FAO. (2010). Fats and fatty acids in human nutrition: Report of an expert consultation. FAO Food and Nutrition, 91. [http://www.who.int/nutrition/publications/nutrientrequirements/fatsandfattyacids\\_humannutrition/en/](http://www.who.int/nutrition/publications/nutrientrequirements/fatsandfattyacids_humannutrition/en/).

FAO. (2005). Datos estadísticos de la FAO. Roma. Italia

FAOSTAT. (2011). Food Supply. Livestock and fish primary equivalent.

Fundación Hogares Juveniles. (2002). Manual Agropecuario: tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Palomino Editores. Bogotá.

Espinoza, E. (2013). Ecuador mayor consumidor de carne de cerdo en la subregión Andina. *Editorial Uminasa Del Ecuador SA*, 1–3. Retrieved from [www.elagro.com](http://www.elagro.com)

Gerasopoulos, P. and Stavroulakis, G. (1997). Quality characteristics of four mulberry (*Morus* sp.) cultivars in the area of Chania, Greece. J. Sci. Food Agric. 73:261-264.

García, D., Noda, Y., Medina, M., Martín, G & Soca, M. (2006). La morera: una alternativa viable para los sistemas de alimentación animal en el trópico. *Avances en investigación agropecuaria. Rev. AIA.* 10(1): 55-72.

Gallo J. (1996). *Producción Porcina.* sn. Quito, Ecuador. 1 ed. Edit Ministerio De Agricultura y Ganadería (MAG). p.113.

González, C. (2005). Sistemas alternativos de producción de cerdos en Venezuela. VIII Encuentro de Nutrición y Producción de animales monogástricos. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora" Guanare, Portuguesa, 20-29.

Hooper, L., Summerbell, C., Thompson, R., Sills, D., Roberts, F., Moore, H., & Davey Smith, G. (2012). Reduced or modified dietary fat for preventing cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst Rev.*

Jamón Ibérico, (2013). Consultado el 5 de Julio del 2017: <http://www.esjamoniberico.com/blog/la-raza-duroc-origen-y-empleo-en-la-cria-de-cerdos-en-espana>

Jegou, D.; Waelput, J. y Brunshwig, G. (1994). "Árboles y arbustos forrajeros en América Central". En J.E. Benavides (ed.), Vol. I. Serie Técnica, Informe Técnico No. 236. Turrialba, C.R. CATIE. pp. 155-162.

Klober, K. (2009). Consultado el 26 de Junio del 2017: Guía de la cría de cerdos Pág. 32, 33, 35. Editorial Omega

Leiva L., J.L. López e Y. Quiñones. (2002). Digestibilidad y comportamiento de cerdos de preceba alimentados con harina de morera. V Taller Internacional sobre la utilización de los sistemas silvopastoriles para la producción animal y I Reunión regional "Morera: planta multipropósito". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. CD ROM.

López-Bote C, Carmona JM, Soares M. (2001). Enciclopedia de la carne y de los productos cárnicos. Ed. Martín & Macías. p. 539-68.

Ly J. (2005). Uso del follaje de árboles tropicales en la alimentación porcina. *Pastos y Forrajes*, 28(1): 11-28.

Martínez, M.; Ayala, L & Castro, M. (2004). La fibra en la alimentación del cerdo Rvta. Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA) p. 19.21.

Matz SA. (1998). *Food Texture.* Avi Publ Co. Conneticut.

MacLeod G. (1998). Flavor of meat, meat products and seafoods. Londres: Blackie Academic & Profesional. p. 27-60.

Mora, L. Rodríguez, Y. & Hidalgo, K. (2015). Uso de harina de follaje de Morera (*Morus alba*) en la alimentación de cerdos en crecimiento. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 22 (número 3), 141–144.

Ojeda, F. (1998). Harina de morera: un concentrado tropical. III Taller Silvopastoril. Los árboles y arbustos en la ganadería, Indio Hatuey, Cuba.

Osorto, W.A., Lara, P.E., Magaña, M.A., Sierra, A.C. & Sanginés, J.R. (2003). Morera (*Morus alba*) fresca o en forma de harina en la alimentación de cerdos en crecimiento y engorde. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 41, Número 1. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017666011>.

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), 1–16.

Pérez, E (2001) En: Análisis sensorial de alimentos. Y. Barcina y F.C. Ibáñez (Eds.). pp: 90.

Pizarro, E. A; Carvalho, M.A. & Ramos, A.K. (1997). Introducción y evaluación de leguminosas forrajeras arbustivas en el Cerrado brasileño. Documento de trabajo n°. 158. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. p. 40-49.

Phiny C., Preston, T.R. & Ly, J. (2003). Mulberry leaves as protein source for young pigs fed rice based diets. Digestibility studies. *Livestock Research for Rural Develop.* 14(6). Disponible: <http://www.cipav.org.co/lrrdlrrd14/6/phiny146.htm>.

Price, J. (2005). *Ciencia de la Carne y de los Productos Cárnicos*. 1a ed. Zaragoza - España. Edit. Acribia. pp. 63 – 69.

Sánchez M.D. (2002). World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. *Animal production and health paper N° 147*. FAO, Roma.

Sánchez, M. (2000). *Morera*: un forraje excepcional disponible mundialmente. Recuperado de: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/afris/espanol/document/agrof99/sanchezm.htm>.

Sánchez, B. (2002). Consultado el 25 de Junio del 2017: [www.razanostra.com](http://www.razanostra.com).

Sánchez, M. (1999). La Morera: Un forraje excepcional disponible mundialmente. IV Seminario Internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles. FAO, Roma. 13 p.

Sarria, B.; Rosero, P. & Murgueitio, R. (1999). Desarrollo de sistemas sostenibles de producción de cerdos usando recursos tropicales disponibles a nivel de finca. CIPAV. Cali. Colombia. 100p.

Sarria, P. (2013). Harina o ensilaje de follajes de leguminosas tropicales como fuente de proteína para cerdos. Nacional de Colombia.

Savón L., O. Gutiérrez, F. Ojeda e I. Scull. (2005). Harinas de follajes tropicales: una alternativa para la alimentación de especies monogástricas. *Pastos y Forrajes*, 28(1): 69-79.

Shayo, C. M. (1997). Uses, yield and nutritive value of mulberry (*Morus alba*) trees for ruminants in the semi-arid area of central Tanzania. *Trop. Grasslands*. 31(6):599-604.

Trigueros, R. & Villalta, N. (2000). Evaluación del uso de follaje deshidratado de morera (*Morus alba*) en alimentación de cerdos de la raza Landrace en etapa de engorde. En: Resultados de Investigación. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. San Salvador, El Salvador. p. 150.

Universo Porcino. (2005). Consultado el 25 de junio del 2017:<http://www.aacporcinos.com.ar/ra2asporcinas/yorkshire/>.<http://www.aacporcinos.com.ar/razasporcinas/pietrain/index.html>.

Warris PD. (2003). *Ciencia de la Carne*. Madrid: Acribia.

Xiangrui, Z. and Hongsheng, L. (2001). Composition and medical value of mulberry leaves. (Eds. Jian, L.; Yuyin, C.; Sánchez, M. and Xingmeng, L.). *Mulberry for Animal Feeding in China*, Hangzhou, China. 75. pp.

Ye, Z. (2002). Factor influencing mulberry leaf yield. *Animal production and Health Paper No. 147*, FAO, Rome. Pp. 123-130.

Yonkang, H. (2002). Mulberry cultivation and utilization in China. *Animal production and Health Paper No. 147*, FAO, Rome. Pp. 11-43.

Zambrano, E. (1999). Consumo de dietas altas en materiales celulósicos en cerdos. 2. ed. Quito, E. Editorial Minerva. 86 p.

Zepeda, J. (1991). El árbol de oro. Los mil usos de la morera. Medio Ambiente. 47:28-29.

# ANEXOS

**Anexo 1. Datos descriptivos para la variable consumo de alimentos de los cerdos en etapa de ceba**

<b>Variable</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación típica</b>	<b>Error típico</b>
Consumo en 15 días	Sin Morera	4	39,5400	1,73730	,86865
	3% Morera	4	39,7975	1,74681	,87341
	6% Morera	4	38,2850	,86554	,43277
	9% Morera	4	38,0500	,91469	,45735
Consumo en 30 días	Sin Morera	4	72,0525	2,37341	1,18671
	3% Morera	4	72,3975	3,03415	1,51708
	6% Morera	4	71,0675	1,14311	,57155
	9% Morera	4	72,1400	,91469	,45735
Consumo en 45 días	Sin Morera	4	106,9525	2,37341	1,18671
	3% Morera	4	107,2975	3,29638	1,64819
	6% Morera	4	105,9675	1,14311	,57155
	9% Morera	4	106,7700	,80067	,40033

**Anexo 2. Registro del control del peso de los cerdos cada 15 días**

<b>PESO INICIAL DE LOS CERDOS (11 DE AGOSTO)</b>						
<b>Tratamientos</b>		<b>Repeticiones</b>				<b>PX</b>
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	
<b>T<sub>0</sub></b>	<b>BC</b>	63,63	65,90	65,45	62,72	64,43
<b>T<sub>1</sub></b>	<b>3%</b>	60,45	61,36	64,64	59,54	61,49
<b>T<sub>2</sub></b>	<b>6%</b>	58,18	60,45	61,36	60,00	59,99
<b>T<sub>3</sub></b>	<b>9%</b>	59,09	61,81	59,54	61,36	60,45

<b>PESO DE LOS CERDOS (25 DE AGOSTO)</b>						
<b>Tratamientos</b>		<b>Repeticiones</b>				<b>PX</b>
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	
<b>T<sub>0</sub></b>	<b>BC</b>	76,81	77,72	76,36	72,72	64,43
<b>T<sub>1</sub></b>	<b>3%</b>	74,09	75,45	77,27	72,00	74,70
<b>T<sub>2</sub></b>	<b>6%</b>	72,72	73,72	78,18	74,59	74,80
<b>T<sub>3</sub></b>	<b>9%</b>	73,18	73,63	73,63	75,45	73,97

<b>PESO DE LOS CERDOS (08 DE SEPTIEMBRE)</b>						
<b>Tratamientos</b>		<b>Repeticiones</b>				<b>PX</b>
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	
<b>T<sub>0</sub></b>	<b>BC</b>	89,09	86,36	88,63	85,45	87,38
<b>T<sub>1</sub></b>	<b>3%</b>	86,36	84,54	89,54	89,18	87,40
<b>T<sub>2</sub></b>	<b>6%</b>	81,81	85,83	87,00	87,72	85,59
<b>T<sub>3</sub></b>	<b>9%</b>	85,45	83,90	86,36	85,00	85,17

<b>PESO DE LOS CERDOS (22 DE SEPTIEMBRE)</b>						
<b>Tratamientos</b>		<b>Repeticiones</b>				<b>PX</b>
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	
<b>T<sub>0</sub></b>	<b>BC</b>	101,81	100,90	99,09	105,90	101,925
<b>T<sub>1</sub></b>	<b>3%</b>	100,00	97,72	100,00	97,72	98,86
<b>T<sub>2</sub></b>	<b>6%</b>	101,36	100,45	102,27	99,09	100,79
<b>T<sub>3</sub></b>	<b>9%</b>	97,72	98,18	98,63	97,72	98,06

### Anexo 3. Presupuesto de la investigación realizada

RUBROS		FINANCIAMIENTO	
		UTM	ESTUDIANTE
Elaboración del proyecto de tesis			200.00
Presentación del proyecto de tesis			50.00
Corrección del proyecto			50.00
<b>Ejecución de actividades de acuerdo a cada objetivo</b>			
<b>Ob. 1</b>	Evaluar el uso de diferentes niveles de la harina de morera en la dieta de alimentación porcina en la etapa de ceba.	2000.00	
<b>Ob. 2</b>	Determinar los niveles de grasa dorsal de los cerdos sometidos a cada tratamiento con la inclusión de harina de morera.	6000.00	400.00
<b>Ob. 3</b>	Realizar el análisis sensorial y contenido de grasa dorsal de la carne en los cerdos de los tratamientos en estudio.		40.00
Análisis y tabulación de Resultados de trabajos del proyecto			100.00
Elaboración de trabajo escrito			100.00
Presentación de trabajo escrito			50.00
Sustentación de proyecto de tesis			50.00
<b>SUBTOTAL</b>		<b>8000.00</b>	<b>1040.00</b>
<b>TOTAL</b>			<b>9040,00</b>

Los investigadores financiarán el 12% del total del proyecto, y el 88% restante fue financiado por la Universidad Técnica de Manabí a través de una beca.

## Anexo 4. Test de escala hedónica de 9 puntos aplicada a degustadores



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ  
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS  
EXTENSIÓN CHONE**

“UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE MORERA (*Morus alba*)  
EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN LA ETAPA DE CEBA”

**Fecha:** .....

### PRUEBA SENSORIAL EN ESCALA HEDÓNICA DE 9 PUNTOS

Frente a usted hay cuatro muestras de carne de cerdo alimentados con harina de morera para que los compare en cuanto a: SABOR, OLOR, COLOR, TEXTURA Y JUGOSIDAD.

Observe y pruebe cada una de las muestras e indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra de acuerdo a la Tabla de Puntaje/Categoría escribiendo el número correspondiente en la línea del código de cada muestra.

PUNTAJE	CATEGORÍA
1	ME DISGUSTA MUCHÍSIMO
2	ME DISGUSTA MUCHO
3	ME DISGUSTA MODERADAMENTE
4	ME DISGUSTA POCO
5	NI ME GUSTA – NI ME DISGUSTA
6	ME GUSTA POCO
7	ME GUSTA MODERADAMENTE
8	ME GUSTA MUCHO
9	ME GUSTA MUCHÍSIMO

CÓDIGO	CALIFICACIÓN PARA CADA ATRIBUTO				
	SABOR	OLOR	COLOR	TEXTURA	JUGOSIDAD
T <sub>0</sub>					
T <sub>1</sub>					
T <sub>2</sub>					
T <sub>3</sub>					

## Anexo 5. Imágenes del desarrollo de la investigación

### 1. Cerdos en su jaula



### 2. Pesado de los cerdos



### 3. Preparación del alimento para los cerdos



### 4. Lavado de las jaulas de los cerdos



## 5. Faenado de los cerdos



## 6. Medición de la grasa dorsal

