



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA PECUARIA**

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO  
VETERINARIO**

**TEMA:  
EVALUACIÓN DE LA CASCARILLA DE ARROZ Y RASTROJO  
DE MAIZ UTILIZADOS EN EL SISTEMA CAMA PROFUNDA EN  
LA CRIANZA DE CERDOS**

**AUTORES:  
DAVID ENRIQUE MEDRANDA SILVERIO  
DAMIÁN ALEXANDER ZAMBRANO MENDOZA**

**TUTOR:  
M.V.Z. GUSTAVO ADOLFO CAMPOZANO MARCILLO Mg. Sc.**

**CALCETA, JULIO 2017**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

**Medranda Silverio David Enrique y Zambrano Mendoza Damián Alexander,** declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentando para ningún grado de calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

.....  
DAVID E. MEDRANDA SILVERIO  
1723393375

.....  
DAMIÁN A. ZAMBRANO MENDOZA  
1311742736

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Gustavo Adolfo Campozano Marcillo, certifica haber tutelado la tesis **EVALUACIÓN DE LA CASCARILLA DE ARROZ Y RASTROJO DE MAÍZ UTILIZADOS EN EL SISTEMA CAMA PROFUNDA EN LA CRIANZA DE CERDOS**, que ha sido desarrollada por David Enrique Medranda Silverio y Damián Alexander Zambrano Mendoza, previa la obtención del título de Médico Veterinario, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....  
M.V.Z. Gustavo Adolfo Campozano Marcillo Mg. Sc.

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** la tesis **EVALUACIÓN DE LA CASCARILLA DE ARROZ Y RASTROJO DE MAÍZ UTILIZADOS EN EL SISTEMA CAMA PROFUNDA EN LA CRIANZA DE CERDOS**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por David Enrique Medranda Silverio y Damián Alexander Zambrano Mendoza, previa la obtención del título de Médico Veterinario, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....  
Mv. Carlos A. Rivera Legton Mg, Sc.  
**MIEMBRO**

.....  
Phd. Carlos A. Suárez Porto  
**MIEMBRO**

.....  
Ing. Jesús O. Muñoz Cedeño Mg. Sc.  
**PRESIDENTE**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

Agradecemos primeramente a Dios a nuestras familias, por el apoyo incondicional que nos han brindado durante todo este reto, para obtener nuestros títulos como Médicos Veterinarios.

A todas nuestras amistades, en especial a Benigno Leonardo Párraga Vélez y Ramón Fabián Cedeño Bravos por la ayuda brindada en el transcurso de la elaboración de trabajo, de igual manera nuestra gratitud para aquellas personas que con paciencia y dedicación nos entregaron momentos de su labor y profesionalismo y

A nuestros profesores de aula, quienes durante los años de estudio impartieron sus sabias enseñanzas. En especial a los Médicos Veterinarios Tommy Cueva y Ernesto Hurtado quienes nos brindaron su apoyo emocional y profesional en las inquietudes presentadas durante la investigación.

A nuestro tutor de tesis, el médico veterinario Gustavo Adolfo Campozano Marcillo por todo el apoyo y los consejos que nos brindó en la realización de esta investigación.

DAVID E. MEDRANDA SILVERIO

DAMIÁN. A ZAMBRANO MENDOZA

## **DEDICATORIA**

A Dios por habernos concedido la vida y salud para alcanzar esta meta tan anhelada.

A nuestros padres, por ser los promotores en nuestras vidas y a todos nuestros familiares que nos apoyaron moral y económicamente.

A todas las personas que confiaron en nosotros y en nuestras ganas de superarnos durante toda la preparación estudiantil, por sus consejos y su apoyo moral, a nuestros educadores por la paciencia y entusiasmo con la cual impartieron una buena educación hacia nosotros.

DAVID E. MEDRANDA SILVERIO

DAMIÁN. A ZAMBRANO MENDOZA

## CONTENIDO GENERAL

<b>CARÁTULA.....</b>	<b>I</b>
<b>DERECHOS DE AUTORÍA .....</b>	<b>II</b>
<b>CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....</b>	<b>III</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....</b>	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>V</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>VI</b>
<b>CONTENIDO GENERAL .....</b>	<b>VII</b>
<b>CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS .....</b>	<b>X</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XI</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XII</b>
<b>CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....</b>	<b>1</b>
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4 HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER .....	4
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
2.1 DEFINICIÓN DE PORCICULTURA.....	5
2.2 PORCICULTURA EN EL ECUADOR .....	5
2.3 RAZAS PORCINAS (CRUCE COMERCIAL) .....	6
2.4 EL OBJETIVO DE LOS CRUCES DE RAZAS DE CERDOS.....	6
2.5 GENERALIDADES DEL SISTEMA CAMA PROFUNDA .....	7
2.6 VENTAJAS DEL SISTEMA CAMA PROFUNDA.....	7
2.7 IMPACTO AMBIENTAL DE LA TECNOLOGÍA DE CRIANZA PORCINA EN CAMA PROFUNDA .....	8
2.8 ADAPTACIÓN Y ESTRÉS .....	9
2.9 TEMPERATURA DE LA CAMA.....	9
2.10 BIENESTAR ANIMAL.....	10
2.11 CARACTERÍSTICAS DE LOS SUBPRODUCTOS DE COSECHAS AGRICOLAS .....	11
2.11.1 CASCARILLA DE ARROZ ( <i>Oryza Sativa</i> ).....	12
2.11.2 USO COMO COMBUSTIBLE DE FUENTES RENOVABLES .....	12
2.11.3 COMPOST Y ABONO ORGÁNICO .....	13
2.11.4 RASTROJO DE MAÍZ ( <i>Zea mays</i> ).....	15
<b>CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....</b>	<b>16</b>

3.1 UBICACIÓN.....	16
3.2 DURACIÓN DEL TRABAJO.....	16
3.3 TIPO DE ESTUDIO.....	16
3.4 FACTORES EN ESTUDIO.....	16
3.5 TRATAMIENTOS.....	17
3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	17
3.7 UNIDADES EXPERIMENTALES.....	17
3.8 VARIABLES MEDIDAS.....	17
3.8.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	17
3.8.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....	17
3.8.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	17
3.9 PROCEDIMIENTO.....	18
3.9.1 DESINFECCIÓN DE LOS CORRALES.....	18
3.9.2 PREPARACIÓN Y LLENADO DE CORRALES.....	18
3.9.3 RECEPCIÓN DE CERDOS.....	18
3.9.4 PESAJE DE LOS CERDOS.....	18
3.9.5 SUMINISTRO DE AGUA Y ALIMENTO BALANCEADO.....	18
3.9.6 VACUNACIÓN Y DESPARASITACIÓN.....	18
3.10 OBTENCIÓN DE VARIABLES.....	19
3.10.1 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LAS CAMAS.....	19
3.10.2 GANANCIA DE PESO.....	19
3.10.2.1 GANANCIA DE PESO DIARIA.....	19
3.10.2.2 GANANCIA DE PESO QUINCENAL ACUMULADA.....	19
3.10.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA.....	19
3.10.4 PORCENTAJE DE MORTALIDAD.....	20
3.10.6 BIENESTAR ANIMAL.....	20
3.10.7 COSTO - BENEFICIO.....	20
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>21</b>
4.1 VARIABLES DE COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO GENERAL.....	21
4.2 VARIABLES DE COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO POR PERÍODOS.....	22
4.2.1 CONSUMO DE ALIMENTO.....	22
4.2.2 GANANCIA DE PESO DIARIA.....	23
4.2.3 GANANCIA DE PESO QUINCENAL.....	23
4.2.4 CONVERSION ALIMENTICIA.....	24
4.3 BIENESTAR ANIMAL.....	25
4.3.1 VARIABLES DE PARÁMETROS SANITARIOS.....	25
4.3.2 COMPOSICIÓN DE LAS CAMAS.....	26
4.3.3 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO EN LOS TRATAMIENTOS BAJO ESTUDIO.....	27
4.4.3 COMPONENTES BÁSICOS DEL BIENESTAR ANIMAL.....	29



4.5 RELACIÓN COSTO-BENEFICIO .....	30
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>32</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	32
5.2 RECOMENDACIONES .....	33
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>39</b>

## CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

<b>Cuadro 2.1.</b> Porcentajes referenciales de productos obtenidos en el proceso de pilado del arroz.....	14
<b>Cuadro 2.2.</b> Producción de arroz pilado y tamo de arroz 2012.....	14
<b>Cuadro 2.3.</b> Rendimiento y producción del arroz cáscara húmeda y sucia, cáscara seco y limpio a nivel nacional período 2005 – 2012 en toneladas métricas.....	15
<b>Cuadro 3.1.</b> Condiciones climáticas.....	16
<b>Cuadro 4.1.</b> Características del comportamiento productivo generales por tratamiento.....	21
<b>Cuadro 4.2.</b> Promedios y error estándar del consumo de alimento por periodo de tiempo.....	22
<b>Cuadro 4.3.</b> Promedios y error estándar de la ganancia de peso diaria.....	23
<b>Cuadro 4.4.</b> Promedios y error estándar de la ganancia de peso quincenal.....	24
<b>Cuadro 4.5.</b> Promedios y error estándar de la conversión alimenticia por periodo de tiempo.....	25
<b>Cuadro 4.6.</b> Índices de morbilidad y mortalidad.....	26
<b>Cuadro 4.7.</b> Análisis microbiológicos de los subproductos.....	26
<b>Cuadro 4.8.</b> Análisis físicos-químicos de los subproductos.....	28
<b>Cuadro 4.9.</b> Evaluación del bienestar animal.....	39
<b>Cuadro 4.10.</b> Egresos totales de cada tratamiento bajo estudio.....	30
<b>Cuadro 4.11.</b> Ingresos totales de cada tratamiento bajo estudio.....	31
<b>Cuadro 4.12.</b> Calculo costo-beneficio.....	31

## RESUMEN

Se evaluó el comportamiento de dos subproductos agrícolas como alternativa a utilizar en el sistema cama profunda durante la crianza de cerdos; se utilizaron 18 cerdos machos castrados con 11 kg peso inicial y 35 días edad. Se realizó una investigación descriptiva y comparativa entre grupos homogéneos, con nueve repeticiones; densidad de corral 1,20 m<sup>2</sup>. Se administró alimento comercial durante 75 días, Los datos se obtuvieron en comparación de promedios de los distintos grupos de las variables bajo estudio a través de la prueba T Student al 5% utilizando un software estadístico SAS 2004. No se encontró diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) en los tratamientos bajo estudio para cada variable; el T2 en ganancia de peso total con  $51,64 \pm 2,32$  Kg y  $49,82 \pm 1,56$  Kg para T1; la conversión alimenticia con  $1,96 \pm 0,06$  en T2 y  $2,03 \pm 0,04$  para T1. Por el método NTE INEN se valoraron las camas (T1 y T2) presentando un Ph 9,15 y 9,10; humedad 52,50% y 78,40%; temperatura 29,50°C y 30,50°C respectivamente. Presencia de microorganismos como Coliformes fecales positivo en T1; Aspergillus y Penicillium positivo en ambas muestras. Estos resultados permiten concluir que subproductos como la cascarilla de arroz y rastrojo de maíz permiten ser utilizados para el sistema cama profunda en la producción de cerdos a pequeña y mediana escala sin afectar el bienestar animal. La relación costo-beneficio resultó para cascarilla de arroz de 1.00 y para rastrojo de maíz 1.01, estos valores obtenidos muestran ser igual o superior a 1 sugiriendo que el proyecto investigativo es aceptable.

## PALABRAS CLAVE

Cerdos, cascarilla de arroz, rastrojo de maíz, cama profunda, comportamiento productivo.

## ABSTRACT

The behavior of two agricultural by-products as an alternative to be used in the deep bed system during pig rearing was evaluated; 18 castrated male pigs with 11 kg initial weight and 35 days of age were used. A descriptive and comparative research was carried out between homogeneous groups, with nine replicates; 1.20 m<sup>2</sup> barn density. Data was obtained by comparing averages of the different groups of variables under study using the Student's T-test at 5% using the statistical software SAS 2004. No significant difference was found ( $P < 0.05$ ) in the treatments under study for each variable; the T2 in total weight gain with  $51,64 \pm 2,32$  kg and  $49,82 \pm 1,56$  kg for T1; the feed conversion with  $1,96 \pm 0,06$  in T2 and  $2,03 \pm 0,04$  in T1. The beds (T1 and T2) were evaluated by the NTE INEN method, presenting a Ph 9,15 and 9,10; humidity 52,50% and 78,40%; temperature 29,50 °C and 30,50 °C respectively. Presence of microorganisms such as fecal Coliforms positive in T1; Aspergillus and Penicillium positive in both samples. These results allow us to conclude that by-products such as rice husks and corn stubbles can be used for the deep bed system in the production of small and medium - scale pigs without affecting the animal welfare. The cost-benefit ratio was 1,00 for rice husks and 1,01 for maize husks. These values show that they are equal to or higher than 1, suggesting that the research project is acceptable.

## KEY WORDS

Pigs, husk rice, stubble of corn, deep bed, productive performance.

# **CAPÍTULO I. ANTECEDENTES**

## **1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

A nivel mundial, existe la preocupación sobre las consecuencias que generan los sistemas tradicionales de producción porcina en el ambiente, bienestar animal y humano, además de la alta inversión inicial que requieren las instalaciones utilizadas, las cuales muchas veces son inadecuadas para la cría de los cerdos. Ante esta problemática surgen los sistemas alternativos de producción, entre ellos de cama profunda que ofrecen bajo costo de inversión inicial, buen desempeño productivo, producción secundaria de abonos orgánicos y menor impacto ambiental (De Oliveira, 2000).

Los sistemas que utilizan cama profunda, dependen de múltiples variables ambientales y de manejo. La humedad, temperatura, nivel de oxígeno y el contenido nutricional y características intrínsecas del material de cama determinan la biodiversidad de microorganismos, que hacen posible el proceso de compostaje que comienza en la cama una vez que los cerdos son colocados en contacto directo con la misma, y cuya dinámica influirá directamente sobre la conducta y parámetros productivos de los animales (Campiño y Ocampo, 2007).

El bienestar animal es el estado de armonía entre el animal y su ambiente, caracterizado por condiciones físicas y fisiológicas óptimas y alta calidad de vida del animal. El tema de bienestar animal viene recibiendo especial atención en los medios técnicos, científicos y académicos. Conjuntamente con la protección ambiental y la seguridad alimentaria, El proceso de crianza de cerdos precisa ser ambientalmente benéfico, éticamente defendido, socialmente aceptado y en sintonía con los objetivos, necesidades y recursos de la comunidad para la cual fue diseñado para servir (Pinheiro y Hotzel, 2000).

El sistema de crianza de cama profunda representa una alternativa en la producción de cerdos, tomando en cuenta el impacto ambiental que sistemas convencionales ocasionan afectando tanto el bienestar animal como el bienestar socio económico. Por lo anterior se hace fundamental conocer distintas opciones de materiales o subproductos agrícolas que podrían ser

considerados como parte de la cama. La presente investigación plantea la evaluación del comportamiento productivo de la crianza de cerdo durante la fase de engorde cuando estos están alojados en distintos tipos de camas (subproductos agrícolas) además de conocer su confort (bienestar animal).

Los antecedentes bibliográficos citados permiten realizar la siguiente interrogante:

¿Los subproductos de cosechas agrícolas utilizados en el sistema cama profunda podrían ser una alternativa para mejorar el bienestar animal e indicadores productivos en la crianza de cerdos?

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

Existen posibilidades de desarrollar explotaciones porcinas con menor inversión inicial, que integren al sector agrícola dentro del proceso productivo, con una buena participación de recursos alimenticios generados en el país y de menor impacto ambiental, en comparación con los ya establecidos. Tal es el caso de las explotaciones estabuladas en galpones con piso de cama profunda, los cuales, poseen algunas ventajas en comparación con el sistema estabulado convencional (De Oliveira y Diesel, 2000; Krieter, 2002; Cruz *et al.*, 2008a; b; 2010).

Los mismos autores del párrafo anterior mencionan, que el sistema de cama profunda requiere menor inversión inicial, mejoran el bienestar de los animales, no generan efluentes líquidos que contaminen las fuentes de agua, reducen el uso de agua dentro de la explotación, disminuye la población de moscas, los malos olores y permiten reciclar las excretas a través de la fertilización de cultivos o como recurso alimenticio para animales rumiantes por las características de su composición química y microbiológica (De Oliveira y Diesel, 2000; Krieter, 2002; Cruz *et al.*, 2008a; b; 2010).

El uso de animales en sistemas productivos, principalmente intensivos, tiene importantes connotaciones éticas, productivas y económicas. Cada vez existe mayor preocupación por el bienestar animal a nivel mundial, principalmente en los países europeos, lo que ha llevado a la implementación de leyes que buscan mejorar la calidad de vida de los animales (Zapata, 2002).

En las diferentes naciones de occidente esta temática ha adquirido una gran importancia, considerando que el bienestar de un animal depende de su acoplamiento con su entorno y que el hombre, como responsable de la vida de los animales confinados, puede brindarle las herramientas para mejorar dicho acople (Feld, 2010).

Con la utilización de esta tecnología las deyecciones animales sufren un compostaje *in situ*, se reducen los riesgos de contaminación y se obtiene una composta con potencialidades para ser aplicada en la agricultura como fertilizante orgánico (Cruz, 2010).

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la cascarilla de arroz y rastrojo de maíz como alternativa a utilizar en el sistema cama profunda durante la crianza de cerdos.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar el uso de subproductos de cosechas agrícolas empleados en el sistema cama profunda en la producción de cerdos.

Valorar los parámetros productivos mediante el uso de subproductos de cosechas agrícolas en el sistema cama profunda y su repercusión en el bienestar animal.

Establecer el costo-beneficio de los subproductos utilizados en el sistema cama profunda en la crianza de cerdos.

#### **1.4 HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER**

El uso de subproductos de cosechas agrícolas para el sistema cama profunda mejorara indicadores productivos, costo beneficio y su repercusión en el bienestar animal.



## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 DEFINICIÓN DE PORCICULTURA**

Según la Dirección de Educación Agraria (2000) la porcicultura es la crianza de los cerdos con fines industriales, esos fines industriales no incluyen que se realice solo para el ámbito familiar. Saber la técnica o provecho que se puede sacar del cerdo según las condiciones del clima, facilidades del transporte, disposición de herramientas de trabajo, demanda de los productos y mercado, De rodo esto se deducen las enseñanzas prácticas que se deben aplicar en el manejo de la industria, para que el porcicultor tenga el mínimo de gastos (egresos) y mayor rendimiento económico (ingresos).

### **2.2 PORCICULTURA EN EL ECUADOR**

Según datos del INEC (2014) señalan que en el país al año 2012, se registraron 1,2 millones de cabezas de ganado porcino. Este sector es uno de los participantes del proyecto estatal de cambio de matriz productiva y sustitución de importaciones, que empezó con el proceso con la resolución 299 a de junio del 2013 emitida por la Subsecretaría de Comercialización del Ministerio de Agricultura. Ganadería. Acuacultura y Pesca (MAGAP).

A finales del año 2010 se realizó el primer censo porcino geo referenciado en cooperación entre el Ministro & Agricultura. Ganadería Acuacultura y Pesca (MAGAP), la Agencia Ecuatoriana para el Aseguramiento de la Calidad (AGROCALIDAD) y la Asociación de Porcicultores del Ecuador (ASPE), con la finalidad de capturar la información necesaria para construir la línea base de la industria, comprender de mejor manera su status actual, caracterizar el sector y definir de mejor manera programas de prevención, control y erradicación de enfermedades.

Los resultados del censo arrojan que en el país existen 1737 granjas porcinas con 20 o más animales o con al menos 5 madres. El mayor porcentaje de granjas y de animales se encuentran en las regiones Sien-a y Costa, con el 79% de las granjas registradas y el 95% de la población porcícola. La Amazonía y Galápagos concentran el 21% de las granjas y solamente el 5% de

los porcinos Tomado de la Asociación de Porcicultores del Ecuador (APE, 2013).

### **2.3 RAZAS PORCINAS (CRUCE COMERCIAL)**

La efectividad de un cruzamiento depende de la Heterosis que exprese. Con base en este concepto, los sistemas de cruzamiento se clasifican en dos grandes grupos (Ruales *et al.*, 2007).

La efectividad de un cruzamiento depende de la Heterosis que exprese. Con base en este concepto, los sistemas de cruzamiento se clasifican en dos grandes grupos. Los cruzamientos terminales se caracterizan por no hacer uso de los animales cruzados en los planes de apareamiento de la empresa ganadera que los genera. Esto implica que estos animales cruzados van a fase terminal; es decir son animales para sacrificio (Ruales *et al.*, 2007).

Este sistema de cruzamiento es característico en sistemas de producción como la ganadería de carne y la porcicultura, en donde los animales cruzados generados van directamente a sacrificio. Además restringe el uso de los individuos cruzados, lo que en algunos sistemas productivos es ineficiente, por lo cual, para mantener al máximo la heterosis se combinan los animales cruzados con genéticas diferentes a las de los progenitores que generan el F1 (Ruales *et al.*, 2007).

### **2.4 EL OBJETIVO DE LOS CRUCES DE RAZAS DE CERDOS**

Los cruces de razas se realizan para lograr los mejores animales, a partir de la combinación de las características propias de los padres. Lo que se busca es obtener los mejores ejemplares por medio de la combinación de las cualidades de los padres, es decir, vigor híbrido o heterosis.

En el área comercial, lo que se pretende es obtener altos rendimientos en ganancia de peso diaria, menor conversión alimenticia y mayor rendimiento en canal. Es así como la tendencia es buscar, en el caso de las líneas maternas, características como mayor número de lechones nacidos por cerda, mayor peso al destete, número de lechones al destete, habilidad materna, precocidad y desempeño productivo excelente. Una cerda está en la capacidad de producir

entre 10 y 15 lechones vivos durante su vida reproductiva útil (Mi diario Agropecuario, 2011).

## **2.5 GENERALIDADES DEL SISTEMA CAMA PROFUNDA**

El sistema de cama profunda es una alternativa viable en la producción porcina a pequeña escala que contribuye al incremento de la producción de carne de cerdo en países en desarrollo con un mínimo impacto ambiental (Wastell *et al.*, 2001), y se define bajo el concepto de proveer al animal la habilidad de seleccionar y modificar su propio micro ambiente a través del material de la cama (Hill, 2000).

Este sistema consiste en la producción de cerdos en instalaciones donde el piso de concreto se sustituye por una cama de 50-60 cm de profundidad que puede estar constituida por heno, cascarilla de arroz o de café, hojas de maíz, bagazo de caña de azúcar, paja de trigo, paja de soya, o una mezcla de varios de estos materiales bien deshidratados, entre otros (ACPA 2007; Cruz *et al.*, 2009a; Cruz *et al.*, 2012). Es un sistema muy económico pues permite reciclar instalaciones en desuso o construir instalaciones nuevas empleando materiales localmente disponibles (Arango *et al.*, 2005).

## **2.6 VENTAJAS DEL SISTEMA CAMA PROFUNDA**

Las ventajas del sistema de crianza en cama profunda en climas templados y en climas tropicales en época de invierno es referida por (Hill, 2000; Robert, 2010), al plantear que la cama le sirve a los cerdos como abrigo. Sin embargo en zonas tropicales durante el verano la temperatura constituye uno de los puntos críticos más importantes a considerar, debido a los altos valores ambientales y al calor que genera el material de cama propiamente, por lo que se hace necesario tomar medidas atenuantes para este factor (Cruz *et al.*, 2009).

En este caso hay que tener en cuenta que en la época de verano las instalaciones deben estar ubicadas en lugares frescos y cumplir con los requisitos establecidos para la crianza de cerdos con esta tecnología en esta temporada del año según se refiere por ACPA (2007).

En todos estos aspectos tratados coincidimos con De la Sota (2004), quien refiere como un principio básico para el bienestar de los animales que vivan en un ambiente donde puedan manifestar su comportamiento natural, libres de temor, de molestias físicas y térmicas, lo que se le proporciona con la tecnología de crianza en camas por su similitud al ambiente natural.

Respecto a lo antes analizado, De la Sota (2004) planteó que mejorando las condiciones de vida de los animales en las explotaciones, se aumenta la productividad y se obtienen por consiguiente grandes beneficios económicos.

También Manteca (2005) refiere que cuando se favorece el bienestar animal disminuyen las conductas estereotipadas y aumenta la sobrevivencia y el crecimiento de los lechones. Todos estos aspectos influyen positivamente de forma muy marcada y mejoran en gran medida los niveles productivos, concordando con las regulaciones referidas a sistemas de producción intensiva de cerdos adoptadas por la Directiva Europea de Bienestar Animal (1991).

## **2.7 IMPACTO AMBIENTAL DE LA TECNOLOGÍA DE CRIANZA PORCINA EN CAMA PROFUNDA**

El impacto ambiental se refiere a la disminución de los riesgos de contaminación ambiental por la emisión de residuales líquidos, provenientes del lavado de los corrales, en las producciones porcinas sobre piso de concreto. Estos residuales incorporan aproximadamente 49 383.33 mg/L en la demanda química de oxígeno y 24 166.67 mg/L en la demanda bioquímica de oxígeno, contaminación que no es asimilada por la naturaleza, se comparte con el ambiente y la sociedad de manera poco benéfica, por los efectos directos que ejerce sobre los recursos agua, suelo y aire (Robert, 2010).

Sáez *et al.*, (2008) mencionan que en el trópico, la temperatura en época de verano es un parámetro a considerar, debido a los altos valores ambientales y al calor que genera el material de cama profunda, que puede influir negativamente sobre el comportamiento y consumo de alimento. Sin embargo las innovaciones de los campesinos contribuyen a atenuar este factor y demuestran que es una alternativa para la crianza porcina a pequeña y mediana escala. Mientras que en climas templados la tecnología de cama

profunda permite reducir la necesidad de calefacción porque funciona como abrigo de los animales (Hill, 2000).

La producción porcina en cama profunda, en pequeña escala se ha venido incrementando significativamente debido a las grandes ventajas sobre la producción tradicional, traducidas en variables de comportamiento productivo similar, menor presencia de moscas y olores y el uso racional del agua (sólo para lavado), así como excelente bienestar animal y humano (González, 2007; Sanginés, 2011).

## **2.8 ADAPTACIÓN Y ESTRÉS**

Cuando un animal es sometido a un cambio y su sistema fisiológico y de comportamiento le permite acoplarse a la nueva condición ambiental, se dice que ha existido una adaptación. Cuando esto no ocurre y se produce alteración del comportamiento y/o de otra índole, entonces decimos que el cambio ha producido un estrés (Fraser y Broom, 1990).

El estrés en los animales tiene bases fisiológicas y a su vez ejerce influencia sobre las tres principales áreas de acción que son:

- Síquica
- Fisiológica
- Física.

## **2.9 TEMPERATURA DE LA CAMA**

El uso de cama en estos sistemas, tiene como principal objetivo, reducir las pérdidas de calor de los animales. Como ventaja adicional, en determinadas zonas de la cama, por efecto de la fermentación existente, se producen verdaderos focos calientes dentro de la instalación.

Honeyman (2001) midió las temperaturas de la cama en seis lugares diferentes y a tres profundidades en un túnel de 18 m de largo. En las zonas de mayor humedad, se encontró que a los 15 cm de profundidad había una temperatura de 40°C. En ese mismo lugar a los 45 cm de profundidad 20-25°C. En ambos casos la temperatura ambiente, no alcanzaba los 5°C. Este aislamiento térmico

y calor adicional, modifica la TCI de los cerdos a valores próximos al confort térmico.

## **2.10 BIENESTAR ANIMAL**

El BA es una ciencia que tiene implicaciones éticas y productivas. De acuerdo con la OIE, el BA designa el modo en que un animal afronta las condiciones de su entorno, por lo tanto, un animal en buenas condiciones de bienestar está sano, cómodo, bien alimentado, en seguridad, puede expresar formas innatas de comportamiento, sin padecer sensaciones desagradables de dolor, miedo o desasosiego (OIE, 2012).

Se han descrito como condiciones básicas que aseguran el bienestar de los animales cinco componentes que se han denominado “las cinco libertades”: 1) Libre de hambre, sed o un nivel de nutrición insuficiente; 2) No presentar dolor, heridas o enfermedad; 3) Libre de temor o angustia; 4) No presentar incomodidad y 5) Libre de manifestar un comportamiento natural, las cuales deben regir el BA (Broom y Molento, 2004).

El concepto de BA adoptado por la OIE se basa en la definición propuesta por el profesor Donald Broom (1986), “el bienestar es un estado del organismo durante sus tentativas de ajustarse con su ambiente”, por lo tanto, hace referencia a una característica del individuo en un momento dado, siendo necesario tener en cuenta las siguientes implicaciones: a) El BA es una característica de un animal, no es algo que pueda ser proveído a él; las acciones humanas pueden mejorar el BA, mas no se refiere como BA proporcionar un recurso o una acción; b) Tiene una escala de valoración, pudiendo variar entre deficiente o muy bueno; c) Puede ser medido y su interpretación debe ser objetiva.

El bienestar puede variar de pésimo a óptimo según una línea continua: el animal puede encontrarse entonces en un buen nivel de bienestar respecto a algunos factores (p. ej. instalaciones), pero en un nivel escaso respecto a otros factores (p. ej. estado sanitario y relación hombre-animal). Un buen nivel de bienestar animal requiere, por lo tanto, una prevención de las enfermedades y tratamientos veterinarios, un manejo adecuado, una alimentación apropiada, un

enfoque humano de manipulación (handling) y a la vez de supresión/faena (DEFRA, 2003).

Para la mayor parte de los expertos en el tema, el bienestar animal es un equilibrio entre el animal y el ambiente que lo rodea (Broom, 1986; Vaarst *et al.*, 2006).

El bienestar animal no puede prescindir de consideraciones de tipo ético: partir de este presupuesto implica una actitud de base frente a los animales que es diferente según la visión y la concepción que se tiene del animal mismo, como así también de la naturaleza en general y de la vida (Vaarst *et al.*, 2006).

Proporcionar condiciones ambientales adecuadas para el automantenimiento de los animales es muy importante para un buen bienestar de los animales (Sainsbury, 1986).

## **2.11 CARACTERÍSTICAS DE LOS SUBPRODUCTOS DE COSECHAS AGRICOLAS**

Hill (1999) menciona que existe gran variedad de materiales que pueden servir de cama, según sus propiedades y la región de influencia de la explotación. Da Silva (2003) reporta que el uso de cama dentro del proceso de cría de cerdos ha sido implementado desde hace más de una década al sur de Brasil con buenos resultados. Sin embargo, el mismo autor encontró que los derivados de la madera son contraproducentes debido a las lesiones de tipo ulcerativo en tractos respiratorio y digestivo de lechones destetados y en fase de levante, generando problemas postmortem en los mataderos (Oliveira, 2002).

Según Gallardo (2000) en países como Chile, la cama puede utilizarse en tres ciclos de ceba de cerdos antes de ser sacada del módulo, con el fin de disminuir los costos de producción. En cambio en explotaciones de la Cooperativa de Porcicultores del Eje Cafetero, Cercafé, establecidas sobre bagazo de caña, la cama es extraída al mismo tiempo con los cerdos y solo se utiliza durante un ciclo de ceba debido a la rápida descomposición de la materia orgánica (Porcilineas, 2001).

La producción de calor al interior de sistemas de ceba de cerdos en “Cama Profunda” debe ser un factor considerado dentro del proceso de establecimiento de este tipo de producción, observó que por cada animal alojado en “Cama Profunda” se deben considerar dos produciendo calor (Fraser, 1995; Oliveira (1999).

Los requerimientos de cama en Kg son equivalentes a los kilos estimados de ganancia de peso que tendrá cada cerdo durante la etapa de ceba, en climas templados (12 –23°C), mientras que en climas fríos (<12°C) (Brumm *et al.*, 1997; Roppa, 2002; Cuevas, 2003). La cantidad de cama, en términos prácticos, debe alcanzar 30 o 40 cm de grosor al inicio de la fase (Corréa, 1998).

### **2.11.1 CASCARILLA DE ARROZ (*Oryza Sativa*)**

Con cáscara de arroz se obtiene buenos resultados. La cantidad inicial, no debe ser menor de 35 cm. El rastrojo de soja se descompone más rápidamente; es áspero y punzante. La paja de trigo, la podemos considerar como la de mejor calidad para este uso. La viruta de madera, presenta algo de polvillo, se compacta rápidamente, no es la más recomendable. Una cama en un estado de uso óptimo presentara un 25 % del área húmeda o de defecación, un 15 % de área blanda o de transición y un 60 % de área seca (Dimeglio, 2001).

Según el MAGAP (2012) el 35% de la cascarilla de arroz es utilizada en la industria florícola y criaderos de animales, el restante es quemado en piladoras, arrojada a los ríos y por último tirada al borde de las carreteras. La cascarilla de arroz es un tejido vegetal que se obtiene luego del proceso de pilado del arroz en las piladoras y que dada sus propiedades fisicoquímicas como, su baja tasa de descomposición, su poco peso, su buen drenaje y buena aireación se le ha dado varios usos entre ellos cabe destacar los siguientes:

### **2.11.2 USO COMO COMBUSTIBLE DE FUENTES RENOVABLES**

Como fuente de energía alternativa que puede suplir a las fuentes energéticas actuales, que por su menor efecto contaminante contribuye a la conservación del medio ambiente, que a pesar de su origen de fuente renovable; también es



contaminante ya que por efecto de la combustión emiten dióxido de carbono, gas de efecto invernadero, y otras partículas sólidas aun así, se la considera como energía renovable, porque mientras puedan cultivarse los vegetales que la producen, no se agotarán en consecuencia, debido a las altas cantidades de sílice y celulosa que contiene la cascarilla su poder calorífico es bastante alto.

El uso como combustible representa un aporte significativo a la preservación de recursos naturales y un avance en el desarrollo de tecnologías limpias y económicas, muchas piladoras que procesan el arroz utilizan la cascarilla en los hornos de secamiento sustituyendo el carbón reduciendo costos de producción.

Assureira (2004) indica que el poder calorífico de la cascarilla de arroz es similar al de la madera y al de otros residuos agrícolas. En algunos países se han realizado estudios que presentan las posibilidades del uso de la cascarilla de arroz como combustible alternativo para uso doméstico. Mejora la estructura física del abono facilitando la aireación y una mejor absorción de humedad además le brinda a las plantas una mayor resistencia contra el ataque de plagas y le aporta nutrientes como fósforo y potasio.

### **2.11.3 COMPOST Y ABONO ORGÁNICO**

Según información proporcionada por las Direcciones Técnicas de Área del MAGAP, en la campaña agrícola 2012 se sembraron alrededor de 412.496 has, donde por plagas como Hydrellia, Sogata, hoja blanca y caracoles, se perdieron 30.697 has, equivalentes al 7 % de la superficie total plantada. La superficie cosechada fue de 381.767 has, de las cuales el 57 % se cosechó en el ciclo invierno y el 43 % en el ciclo verano. En las provincias de Guayas, Los Ríos y Manabí se produce el 95 % de la producción nacional, siendo los cantones Daule y Babahoyo de mayor producción.

**Cuadro 2.1** Porcentajes referenciales de productos obtenidos en el proceso de pilado del arroz.

Producto obtenido	Porcentaje (%)
Arroz pilado	63
Arrocillo	5
Polvillo	8.5
Tamo o cascarilla	22
Impurezas	1.5
Total	100

**Fuente:** MAGAP (Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca).

**Cuadro 2.2** Producción de arroz pilado y tamo de arroz 2012.

Provincia	Producción Arroz pilado (TM)	Porcentaje (%)	Producción tamo de arroz TM.
Guayas	429.428	59	94.474
Los Ríos	217.104	30	47.762
Manabí	44.783	6	9.852
El Oro	3.125	0	687
Loja	5.258	1	1.156
Esmeraldas	3.253	0	715
Bolívar	1.977	0	434
Otras	23.363	3	5.139
Total Nacional	728.290	100	160.219

**Fuente:** Subsecretaría del Litoral sur y Galápagos.

**Cuadro 2.3** Rendimiento y producción del arroz cáscara húmeda y sucia, cáscara seco y limpio a nivel nacional período 2005 – 2012 en toneladas métricas.

Año	Rendimiento (TM/Has)	Producción arroz cáscara húmedo y sucio	Producción arroz cáscara seco y limpio
2005	3,65	1.269.215	1.018.418
2006	3,88	1.375.429	1.103.644
2007	3,89	1.381.106	1.108.199
2008	3,66	744.550	597.427
2009	4,00	1.579.252	1.267.192
2010	3,92	1.544.558	1.239.353
2011	3,81	1.292.682	1.037.248
2012	3,93	1.475.181	1.183.685

Fuente: Subsecretaría del Litoral Sur/ SINAGAP/DTA, MAGAP/SC/DETC

#### **2.11.4 RASTROJO DE MAÍZ (*Zea mays*)**

Rizzo (2001) manifiesta que “En condiciones normales, la superficie anual dedicada al cultivo de maíz duro en el país es de 350 mil Has, de las cuales 230 mil Has. Se siembran en el ciclo de invierno y 120 mil Has en verano. Las provincias maiceras son la siguientes: el 35% del área maicera se siembra en Manabí, un 27% en Los Ríos y un 23% en Guayas; los rendimientos más altos se obtienen en Los Ríos 3.7 Tm/Ha, seguidos por los de Guayas 3 Tm/Ha y Manabí con los más bajos 2 Tm/Ha” aclarando que en el Ecuador no existe invierno y verano sino que época seca y lluviosa.

El maíz es el principal forraje que se ensila dadas sus características, sin embargo, existe una gran variedad de materiales forrajeros que pueden ser conservados mediante el ensilaje (Araujo *et al.*, 1995).

## CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 3.1 UBICACIÓN

La presente investigación se realizó en la propiedad del Sr. Ramón Fabián Cedeño Bravos, situada a 15 msnm, en el sitio Figueroa, parroquia Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí, a 00<sup>0</sup>49'23" de latitud sur 80<sup>0</sup>11'01" de longitud oeste.

**Cuadro 3.1** Condiciones climáticas

HR %	82,9%
T. Máxima °C	31,5°C
T. Mínima °C	22,4 °C
T. Ambiente °C	27°C
Evaporación mm	1117,7mm
Precipitación mm	889,6mm
Horas sol h/s	993,9 sol h/s

Fuente: Estación Meteorológica ESPAM-MFL Calceta – Ecuador, 2015.

### 3.2 DURACIÓN DEL TRABAJO

La presente investigación tuvo una duración de ocho meses distribuidos en tres segmentos, los primeros tres meses fueron destinados para la revisión bibliográfica, documentación, elaboración y presentación del proyecto de tesis, los tres meses siguientes de campo en la ejecución del proyecto, y los últimos dos meses se tabularon los datos obtenidos.

### 3.3 TIPO DE ESTUDIO

La investigación fue experimental de campo.

### 3.4 FACTORES EN ESTUDIO

Subproductos de cosechas agrícolas:

Cascarilla de arroz (*Oryza sativa*)

Rastrojo de maíz (*Zea mays*)

### **3.5 TRATAMIENTOS**

Los tratamientos fueron los dos subproductos agrícolas utilizados como cama:

T1 = Cascarilla de arroz

T2 = Rastrojo de maíz

### **3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se utilizó una investigación descriptiva y comparativa entre grupos homogéneos.

### **3.7 UNIDADES EXPERIMENTALES**

Las unidades experimentales estuvieron constituidas por un cerdo, lo que representa dieciocho unidades experimentales (unidades observacionales) con nueve repeticiones, para un total de dieciocho lechones (cruce terminal) de 35 días de edad.

### **3.8 VARIABLES MEDIDAS**

#### **3.8.1 VARIABLE INDEPENDIENTE**

Efecto de los subproductos de cosechas agrícolas (Cascarilla de Arroz y Rastrojo de Maíz) utilizados como cama en la crianza de cerdo (recría).

#### **3.8.2 VARIABLE DEPENDIENTE**

Parámetros productivos (ganancia de peso total en kg, conversión alimenticia en Kg).

Parámetros sanitarios (morbilidad y mortalidad %)

Bienestar animal (análisis microbiológicos y físicos-químicos de las cama: microorganismos, humedad %, temperatura °C).

Costo-beneficio \$.

#### **3.8.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Las observaciones fueron analizadas a través de la estadística descriptiva (medidas de tendencia central y dispersión). La comparación de grupos se determinó por medio de la prueba de T de Student con muestras homogéneas, en un software estadístico SAS (2004).

### **3.9 PROCEDIMIENTO**

#### **3.9.1 DESINFECCIÓN DE LOS CORRALES**

Previa a la llegada de los cerdos se realizó la limpieza de los respectivos corrales, con una solución de cloro y detergente se procedió a lavar con abundante agua los pasillos, piso, paredes, bebederos y comederos de cada una de los corrales. Continuando con el proceso de desinfección se realizó una dilución de amonio cuaternario 1/1; se utilizó 20ml y 20 litro de agua en una bomba de fumigar y se aplicó a todas las estructuras de la instalación.

#### **3.9.2 PREPARACIÓN Y LLENADO DE CORRALES**

Se colocaron los dos subproductos aleatoriamente en los dieciocho corrales de 50cm de profundidad, se humedeció y desinfectó la superficie de la cama con amonio cuaternario previa a la recepción de los cerdos.

#### **3.9.3 RECEPCIÓN DE CERDOS**

Se receptaron dieciocho cerdos (machos castrados) de treinta y cinco días de edad (cruce terminal) en dieciocho corrales de 1,2 m<sup>2</sup> para cada unidad experimental ubicada en los distintos subproductos de cosechas agrícolas deshidratados (Cascarilla de arroz y Rastrojo de maíz) utilizados como cama.

#### **3.9.4 PESAJE DE LOS CERDOS**

Se pesaron los cerdos al inicio de la investigación, cada quince días y al final en una balanza mecánica, para relacionarlo con el indicador ganancia de peso.

#### **3.9.5 SUMINISTRO DE AGUA Y ALIMENTO BALANCEADO**

El agua en los bebederos de chupones automáticos fue constante y se les suministró de manera manual alimento balanceado comercial dos veces al día (7am-5 pm), La cantidad de alimento que se suministró a los cerdos, fueron los requerimientos necesarios para las distintas edades, las cantidades de alimento sobrantes fueron pesadas a diario para apreciar el consumo real de cada cerdo.

#### **3.9.6 VACUNACIÓN Y DESPARASITACIÓN**

Los 18 cerdos vinieron vacunados contra neumonía enzoótica y peste porcina clásica, posteriormente se revacunó con cincuenta días edad para peste

porcina clásica (PPC) y desparasitados a los cuarenta y ochenta días edad, vía oral, con la finalidad de cumplir las normativas de sanidad y protección animal (bienestar), (Anexo 14).

### **3.10 OBETENCION DE VARIABLES**

#### **3.10.1 ANALISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LAS CAMAS.**

Se tomaron muestras de las capas superficial, media y profunda (se mezclaron) de las distintas camas utilizadas en el ensayo, para realizar dos análisis físico-químico y microbiológico al inicio y dos al final del experimento, para evaluar las cargas bacterianas y componentes químicos (amoníaco, humedad, PH, etc.) que se generaron por los animales sobre los distintos subproductos utilizados.

#### **3.10.2 GANANCIA DE PESO**

##### **3.10.2.1 GANANCIA DE PESO DIARIA**

Para obtener la ganancia de peso diaria, se restó el peso final (PF) menos el peso inicial (PI) y se dividió para el tiempo de permanencia animal.

$$\text{Ganancia diaria de peso} = \frac{PF-PI}{\text{Tiempo}} \quad [3.2]$$

##### **3.10.2.2 GANANCIA DE PESO QUINCENAL ACUMULADA**

Se pesaron los animales cada quince días, para comparar la ganancia de peso acumulada (gramos) que expresen los dos tratamientos, realizando cinco pesajes totales durante el ensayo.

$$\text{Ganancia de peso quincenal} = \frac{PF-PI}{\text{Tiempo}} \quad [3.3]$$

#### **3.10.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA**

Se evaluó para establecer la relación entre los kilos de alimento consumido y los kilos de aumento de peso de los animales durante el ensayo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{kg alimento consumido}}{\text{kg carne producida}} \quad [3.4]$$

### 3.10.4 PORCENTAJE DE MORTALIDAD

Se evaluó al final del experimento para establecer un porcentaje final. Conteo total de cerdos muertos en el transcurso de la ceba utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ mortalidad} = \frac{\# \text{cerdos muertos}}{\# \text{cerdos ingresados}} * 100 \quad [3.5]$$

### 3.10.6 BIENESTAR ANIMAL

El bienestar de los cerdos fue reflejado en los parámetros productivos, se realizó análisis (Físico Químico y Microbiológico) de las camas al inicio y final del ensayo, se estimó subjetivamente la ausencia/presencia de vectores (mosquitos y moscas), roedores y malos olores con la finalidad de determinar si influyó negativamente en el confort de los animales a esto podemos corroborar lo mencionado en el siguiente párrafo.

Un animal en buenas condiciones de bienestar está sano, cómodo, bien alimentado, en seguridad, puede expresar formas innatas de comportamiento, sin padecer sensaciones desagradables de dolor, miedo o desasosiego (OIE, 2012). (Cuadro 4.9).

### 3.10.7 COSTO - BENEFICIO

Se calculó al realizar la división del total de ingresos para el total de egresos en la investigación.

$$CB = \frac{\text{Total de Ingresos}}{\text{Total de Egresos}} \quad [3.6]$$



## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 VARIABLES DE COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO GENERAL

El cuadro 4.1 muestra los promedios y error estándar generales de cada una de las variables estudiadas. No existen diferencias significativas ( $P>0,05$ ) para los tratamientos bajo estudio (tipo de cama) para cada variable.

Sin embargo, durante toda la investigación el T2 tuvo un mejor comportamiento productivo para las variables (ganancia de peso diaria, ganancia de peso total y conversión alimenticia) bajo estudio, igualmente se presentó en este, un brote respiratorio, que fue controlado a través de fármacos, esta situación pudo inferir, de no haberse presentado, una marcada diferencia estadísticas entre los tratamientos.

**Cuadro 4.1.** Características del comportamiento productivo generales por tratamiento.

Tratamientos	Consumo/kg	GPD/kg	GPT/kg	CA
T1 (Cascarilla de arroz)	100,93±1,76	0,66±0,02	49,82±1,56	2,03±0,04
T2 (Rastrojo de maíz)	100,31±1,94	0,68±0,03	51,64±2,32	1,96±0,06

\*NS: No hay diferencias estadísticas al 5%. \*GPD = Ganancia de peso diaria \*GPT = Ganancia de peso total \*CA = Conversión Alimenticia.

Los resultados de los parámetros productivos generales obtenidos en el ensayo se manifiesta similares entre tratamientos. El promedio de consumo diario fue 1,34Kg/día para T1 y 1,33Kg/día para T2, durante los 75 días del ensayo. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Cruz *et al.* (2008) mismos que demanda de menor consumo de alimento, comparado al sistema tradicional; quienes obtuvieron un consumo de 2,53 y 2,50 Kg/día en cama de heno y bagazo con heno respectivamente, versus 2,74 Kg/día en piso de concreto, durante 106 días de ensayo (Anexo 1a).

Esto pudiera estar relacionado con lo descrito por Honeyman y Harmon (2003), los cuales mencionan un aumento del requerimiento energético de los cerdos alojados en piso debido a un mayor movimiento por la ubicación del comedero y bebedero, a diferencia de los criados en cama profunda que tenían el bebedero junto al comedero.

En el anexo 1 (a, b, c, d) se evidencian en gráficos los resultados obtenidos.

## 4.2 VARIABLES DE COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO POR PERÍODOS

### 4.2.1 CONSUMO DE ALIMENTO

En el Cuadro 4.2 se muestran los promedios y error estándar de la variable consumo de alimento por período de tiempo. En este se observa que no existen diferencias significativas ( $P>0,05$ ) para los tratamientos bajo estudio (tipo de cama). Sin embargo, los animales que permanecieron en la cama de Cascarilla de arroz (T1) presentaron un mejor comportamiento hasta los 45 días; mientras que para la etapa final el mayor consumo ocurrió para Rastrojo de maíz (T2).

**Cuadro 4.2.** Promedios y error estándar del consumo de alimento (kg) por periodo de tiempo.

Tratamientos	Período de tiempo (días)				
	15	30	45	60	75
T1 (Cascarilla de arroz)	8,01±0,44	15,39±0,48	21,19±0,65	23,44±0,45	32,88±0,20
T2 (Rastrojo de maíz)	7,80±0,46	15,28±0,51	20,83±0,66	23,51±0,45	32,86±0,22

\*NS: No hay diferencias estadísticas al 5%.

Posiblemente lo anterior, se deba a que al inicio los cerdos que se encontraban en la cama de Rastrojo de maíz no tuvieron la adaptación adecuada, debido de la emisión de polvo generada por esta, conociendo que provenían de una piara con Cascarilla de arroz. Como consecuencia de las partículas del polvo se manifestaron problemas respiratorios, que posteriormente fueron controlados con asistencia médica.

La emisión de polvo fue controlada humedeciendo la superficie de la cama semanalmente; actividad que influyó positivamente en el comportamiento productivo de los cerdos en los últimos treinta días de investigación.

El manual de destete a venta PIC (2014) manifiesta el consumo de 8 kg alimento promedio por animal, las dos primeras semanas post-destete y 33 kg de alimento balanceado promedio de consumo por animal entre los 95 y 110 días de vida, de cerdos criados en sistema convencional de piso de concreto, valores similares a los obtenidos en la investigación (cuadro 4.2).

En el anexo 2 (a, b) se evidencian en gráficos los resultados obtenidos.

#### 4.2.2 GANANCIA DE PESO DIARIA

En el siguiente cuadro 4.3 se presentan los promedios y error estándar de la ganancia de peso diaria por período de tiempo. En el cual observamos que no existen diferencias significativas ( $P>0,05$ ) para los tratamientos bajo estudio.

**Cuadro 4.3.** Promedios y error estándar de la ganancia de peso diaria (kg).

Tratamientos	Período de tiempo (días)				
	15	30	45	60	75
T1 (Cascarilla de arroz)	0,36±0,06	0,63±0,01	0,82±0,03	0,64±0,030	0,86±0,02
T2 (Rastrojo de maíz)	0,32±0,05	0,64±0,03	0,81±0,06	0,76±0,037	0,91±0,03

\*NS: No hay diferencias estadísticas al 5%

Sin embargo, se observan pequeñas variaciones en los valores encontrados entre tratamientos, siendo la ganancia de peso diaria en T1 mejor durante los primeros quince días, mientras que al final del ensayo los animales que permanecieron en la cama Rastrojo de maíz (T2) obtuvieron ganancias superiores.

Es importante resaltar la disminución en ambos tratamientos durante los 60 días, la cual posiblemente se debió a una disminución del consumo de agua en los animales como consecuencia de una fuerte sequía, lo que restringió el suministro.

Lo anterior es corroborado por FEDNA (2010) que hacen referencia a la importancia del agua, donde recomiendan suministrar de forma abundante y consistente agua de alta calidad, por la importancia para la producción y salud de la pira en confinamiento. El agua de calidad inadecuada puede ocasionar bajas ganancias de peso, pobre conversión alimenticia, y efectos adversos sobre la salud del animal.

En el anexo 3 (a, b) se evidencian en gráficos los resultados obtenidos.

#### 4.2.3 GANANCIA DE PESO QUINCENAL

En el Cuadro 4.4 se presentan los promedios y error estándar de la variable ganancia de peso quincenal. En este se observa que no existen diferencias significativas ( $P>0,05$ ) para los tratamientos bajo estudio (tipo de cama).

No obstante, los animales que permanecieron en la cama de cascarilla de arroz (T1) al inicio de la investigación presentaron mejores ganancias de peso (5,38 kg/animal) durante los primeros quince días. Mientras que los cerdos que se encontraban en el rastrojo de maíz tuvieron un mejor comportamiento en los últimos 15 días (13,63 kg/animal).

**Cuadro 4.4.** Promedios y error estándar de la ganancia de peso quincenal (kg).

Tratamientos	Período de tiempo (días)				
	15	30	45	60	75
T1 (Cascarilla de arroz)	5,38±0,99	9,50±0,23	12,31±0,52	9,66±0,45	12,95±0,31
T2 (Rastrojo de maíz)	4,84±0,88	9,62±0,58	12,15±0,98	11,38±0,56	13,63±0,45

\*NS: No hay diferencias estadísticas al 5%

La ganancia de peso quincenal en ambos tratamientos, durante cada período se reflejó en aumento, pero el T1 a los 60 días de investigación, mostró una declinación considerable que vio implicada al suministro mínimo de agua potable por escasez de la misma.

Feijoo (2014) muestra una comparación de ganancia de peso semanal entre el sistema tradicional (piso de concreto) y sistema de cama profunda (heno y bagazo de caña con heno); Se obtuvo un menor incremento de peso durante los primeros quince días de ensayo con 11,7 Kg los cerdos criados en el sistema de cama profunda, en tanto que el grupo testigo supero con 14,4 kg; posteriormente para las semanas nueve y diez del ensayo sucedió que el sistema cama profunda supero al convencional con valores de 11,97 Kg y 9,93 Kg respectivamente.

En el anexo 4 (a, b) se evidencian en gráficos los resultados obtenidos.

#### **4.2.4 CONVERSION ALIMENTICIA**

El siguiente cuadro 4.5 expresa los promedios y error estándar de la variable conversión alimenticia. La variación de las observaciones correspondientes a esta variable de estudio resultó ser no significativa ( $P > 0,05$ ). No obstante se distingue una pequeña diferencia (0,12) a favor del tratamiento 1 al final del ensayo.

**Cuadro 4.5.** Promedios y error estándar de la conversión alimenticia por periodo de tiempo.

Tratamientos	Periodo de tiempo (días)				
	15	30	45	60	75
T1 (Cascarilla de arroz)	2,07±0,46	1,61±0,02	1,73±0,04	2,45±0,09	2,55±0,07
T2 (Rastrojo de maíz)	2,07±0,38	1,61±0,06	1,78±0,12	2,10±0,10	2,43±0,07

\*NS: No hay diferencias estadísticas al 5%

Los valores encontrados al final del ensayo en ambos tratamientos varían positivamente versus los reportados por Feijoo (2014), donde señala para un sistema de cama profunda un promedio de conversión alimenticia de 2,62 (kg alimento/kg carne producida), tomando en consideración 2 años diferencia entre ambos ensayos, lo cual pudo influir alguna mejoría genética en el tiempo presente.

Durante la investigación el mejor provecho en cuanto a la conversión alimenticia se expresó a los días 30, en consideración de los otros periodos, los mismos que se mantuvieron irregular en ambos tratamientos hasta el final del ensayo.

Ante lo expresado en el párrafo anterior, tanto los animales del T1 y T2, fueron desparasitados a los 10 días iniciado la investigación. Considerando esta actividad como el motivo principal en el cual los cerdos aprovecharon mejor el alimento balanceado al disminuir la carga parasitaria.

SENA (2005) clasifica cualitativamente a la conversión alimenticia (muy buena (<3.1): buena (3.1-3.4); regular (3.4-3.7); deficiente (3.7-4); muy deficiente (>4). De acuerdo a los valores obtenidos en T1 y T2 pueden clasificarse en el parámetro muy buena (<3,1). Se hace referencia en el anexo 5 del documento.

En el anexo 5 (a, b, c) se evidencian en gráficos los resultados obtenidos.

### **4.3 BIENESTAR ANIMAL**

#### **4.3.1 VARIABLES DE PARÁMETROS SANITARIOS**

En el siguiente cuadro 4.6 se muestran los índices de mortalidad y morbilidad que se presentaron durante el ensayo, en los cuales existió diferencia significativas entre ambos tratamiento, siendo el T2 el que presentaron más afectados (siete cerdos) con problemas respiratorios (tos seca), debido a la

emisión de las partículas de polvo de la cama y a la presencia de hongos (*Aspergillus*, spp) en la misma (Anexo 6). Se controló eficientemente a base de antibióticos, expectorantes e inmunoestimulantes, para de esa manera no presentar mortalidad.

**Cuadro 4.6.** Índices de morbilidad y mortalidad.

Tratamientos	Nº animales	Animales enfermos	Morbilidad	Mortalidad
Cascarilla de arroz	9	3	33,4%	0%
Rastrojo de maíz	9	7	77,8%	0%

### 4.3.2 COMPOSICIÓN DE LAS CAMAS

**Cuadro 4.7.** Análisis Microbiológicos de los subproductos.

Muestra por tratamiento	Pruebas solicitadas	Unidad	Resultados iniciales	Resultados finales	Métodos de ensayos
Cascarilla de arroz	Determinación de coliformes fecales	NMP/g	Ausencia	Positivo E.coli 40x104	NTE INEN 1529-6
	Determinación de coliformes totales	UFC/g	2,5x104	Negativo	NTE INEN 1529-5
	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	2,0x105	Positivo Levadura spp Penicillium spp 57x103	NTE INEN 1529-10
Rastrojo de maíz	Determinación de coliformes fecales	NMP/g	Ausencia	Negativo	NTE INEN 1529-6
	Determinación de coliformes totales	UFC/g	1,3x104	Positivo 20x104	NTE INEN 1529-5
	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	4,4x105	Positivo Levadura spp Aspergillus spp 52x103	NTE INEN 1529-10

En el cuadro anterior se puede determinar los resultados de los análisis microbiológicos al inicio de la investigación, se puede evidenciar una carga mínima de coliformes totales, mohos y levaduras en ambos tratamientos posiblemente por la presencia mínima de humedad en ambos subproductos.

Existe una mayor presencia de mohos y levaduras en el T2 (Taralla de maíz), situación que pudo haber influido en la morbilidad de los cerdos en ese tratamiento.

En los resultados de los análisis finales de los dos subproductos agrícolas podemos presenciar una carga alta de mohos y levaduras específicas (*Penicillium spp*) en la cascarilla de arroz y (*Aspergillus spp*) en Rastrojo de maíz que pudo haber sido el factor que causó los problemas respiratorios en los cerdos y mayormente en el T2 (Anexo 7).

Según Perusia y Rodríguez (2001) las aflatoxinas son un grupo de metabolitos tóxicos producidos por *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* y *Penicillium puberulum*. Las mismas se hallan contaminando los granos almacenados, cuando estos están en áreas de excesiva humedad durante un tiempo prolongado. Los granos más frecuentemente contaminados son el sorgo, maíz, algodón y maní.

En cuanto al conteo de hongos y levaduras se evidencia también un incremento en el final de la primera experiencia, lo que pudiera estar relacionado con las condiciones particulares de temperatura y la humedad generada por la orina de los cerdos, estos aspectos se manejan con el relleno diario de la cama en una capa de 20 cm de profundidad, de manera que los residuos diarios van descendiendo al fondo de la cama, donde tiene lugar un compostaje "in situ" (Hill 2000). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Cruz *et al* (2008).

#### 4.3.3 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO EN LOS TRATAMIENTOS BAJO ESTUDIO

**Cuadro 4.8.** Análisis físicos-químicos de los subproductos.

Parámetro	Método	Unidad	T1		T2	
			Cascarilla seco	Cascarilla húmedo	Rastrojo seco	Rastrojo húmedo
Húmedad	INEN	%	9,54	52,5	89,66	78,40
pH	Potenciómetro	----	7,62	9,15	7,40	9,10

Temperatura	-----	°C	29,6	29,5	30,4	30,5
Conductividad	Conductímetro	mS/cm	1,60	1,23	3,52	1,77

En los resultados de los análisis físico-químicos no presentan diferencias, se puede evidenciar porcentajes de humedad inferiores al 10% en ambos subproductos de cosechas agrícolas utilizadas como cama profunda. Las muestras al final del ensayo, demuestran diferencias en cuanto a la humedad existente en ambos subproductos siendo mayor en T2, lo que corrobora la presencia de hongos específicamente *Aspergillus spp*, que ocasiona problemas respiratorios produciendo la enfermedad Aflatoxicosis, tal como se evidencia en los análisis microbiológicos realizados (Anexo 8).

Los valores obtenidos de las muestras bajo estudio, el pH al final de la investigación son alcalinas en ambos compostajes no existiendo diferencias significativas en ambos convirtiéndolos en buenos en su descomposición para la utilización de sembríos.

Suler y col (1977) establecieron una relación entre los cambios de pH y la aireación de la mezcla, concluyendo que un compostaje con la aireación adecuada conduce a productos finales con un pH entre 7 y 8; valores más bajos del pH son indicativos de fenómenos anaeróbicos y de que el material aún no está maduro. Posteriormente estos mismos autores estudiaron las relaciones pH aireación-microorganismos existentes en el proceso, y dedujeron que la degradación orgánica se inhibe a pH bajos, por lo que si el pH se mantiene por encima de 7,5 durante el proceso es síntoma de una buena descomposición.

Entre la temperatura y conductividad eléctrica de ambos materiales no existieron diferencias significativas, siendo casi similares en ambos tratamientos al inicio y final de la investigación.

Por lo antes mencionado, se da a entender que al lograr controlar aquellos agentes contaminantes en el sistema cama profunda producto de las excretas, polvo y microorganismos causante de problemas patológicos, los animales



podieran mantenerse o en el mejor de los casos mejorarían sus parámetros reproductivos. Así como lo mencionan los siguientes autores.

#### 4.4.3 COMPONENTES BÁSICOS DEL BIENESTAR ANIMAL

**Cuadro 4.9.** Evaluación del bienestar animal

Calidad del bienestar (%)			
Características generales	Característica particular	Cascarilla de arroz	Rastrojo de maíz
Buena alimentación	-Ausencia de hambre prolongada	√	√
	-Ausencia de sed prolongada	√	√
Buen alojamiento	-Confort durante el descanso	√	√
	-Confort térmico	√	√
	-Facilidad de movimiento	√	√
Buena salud	-Ausencia de lesiones	√	√
	-Ausencia de enfermedades	√	X
	-Ausencia de dolor inducido por procedimientos de manejo	√	√
Comportamiento apropiado	-Expresión del comportamiento social	---	---
	-Expresión de otros comportamientos	√	√
	-Buena relación humano-animal	√	√
	-Ausencia de miedo	√	√

Fuente: Acciones que permite alcanzar condiciones de bienestar (WALF Sept 2005, submitted to animal Welfare).

El bienestar animal fue evaluado (subjctivamente) mediante el sistema Welfare Quality® el cual denomina cinco componentes básicos: 1) Libre de hambre, sed o un nivel de nutrición insuficiente; 2) No presentar dolor, heridas o enfermedad; 3) Libre de temor o angustia; 4) No presentar incomodidad y 5) Libre de manifestar un comportamiento natural, las cuales deben regir el BA (Broom y Molento, 2004).

## 4.5 RELACIÓN COSTO-BENEFICIO

**Cuadro 4.10.** Egresos totales de cada tratamiento bajo estudio.

Conceptos	Cantidad		Cascarilla de arroz	Rastrojo de maíz
		Valor unitario	Valores totales	
Cerdos	18 u	\$50	\$450	\$450
Alimentación	24 (sacos)	\$29	\$696	\$696
Vacuna Cólera	1 (frascos)	\$10	\$10	\$10
Comederos	9	\$3	\$27	\$27
Mano de Obra	2 personas	\$15	\$75	\$75
Instalación	3 meses	\$100	\$300	\$300
Amonio cuaternario	1 litro	\$12	\$6	\$6
Jeringas descartables	25	\$0,20	\$5	\$5
Exámenes de Laboratorio	4	\$10	\$40	\$40
Cascarilla de arroz	2 carretones	\$10	\$20	----
Rastrojo de maíz	2 carretones	\$15	----	\$30
Agua potable y luz eléctrica	3 meses	\$10	\$30	\$30
Desparasitarte	2	\$10	\$5	\$5
Antibióticos e inmunostimulantes	4	\$10	\$10	\$30
			\$1674	\$1704

**Cuadro 4.11.** Ingresos totales de cada tratamiento bajo estudio.

N°	Cascarilla de arroz		Rastrojo de maíz	
	Peso a la canal	Valor	Peso a la canal	Valor
1	105,952	\$211,904	93,94	\$187,88
2	91,784	\$183,568	96,712	\$193,424
3	82,852	\$165,704	87,472	\$174,944
4	93,94	\$187,88	107,8	\$215,6
5	77,924	\$155,848	70,84	\$141,68
6	103,18	\$206,36	93,324	\$186,648
7	93,324	\$186,648	104,104	\$208,208
8	95,48	\$190,96	109,34	\$218,68
9	95,48	\$190,96	100,1	\$200,2
	839,916	\$1679,83	863,63	\$1727,26

**Cuadro 4.12** Calculo costo-beneficio.

Tratamientos	Egresos	Ingresos	Beneficio/Costo USD
Cascarilla de arroz	\$1674	\$1679,83	1.00
Rastrojo de maíz	\$1704	\$1727,26	1.01

Para realizar la relación costo-beneficio se dividió el ingreso total sobre los egresos de inversión en el ensayo. El resultado obtenido para el tratamiento 1 (cascarilla de arroz) fue de 1.00 y el resultado obtenido para el tratamiento 2 (rastrojo de maíz) fue de 1.01., estos valores obtenidos del ensayo muestran ser igual o superior a 1 sugiriendo que el proyecto investigativo es aceptable, según lo afirmado por Rus (2001), el cual menciona que el analisis costo-beneficio consite basicamente en producir a escala social el comportamiento racional de un individuo cuando supera las ventajas y desventajas de una acción tribal.

# **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1 CONCLUSIONES**

Los subproductos de cosechas agrícolas bajo estudio presentaron un comportamiento similar durante el ensayo, los mismos que pueden ser utilizados como alternativa en el sistema cama profunda para la crianza de cerdos, brindándoles un buen alojamiento, confort térmico en cama, ausencia de lesiones y miedo. Los desechos orgánicos generados por los animales, al mezclarse con los materiales de las camas permitieron una buena filtración de los residuos, esto no afectó el confort de los animales considerando el relleno semanal de las mismas.

El comportamiento productivo de los cerdos en ambos tratamientos se expresó como muy bueno, no existió diferencia significativa entre estos, demostrando excelente consumo y conversión alimenticia conforme al sistema de alojamiento, buena adaptación sin indicios de incomodidad durante el tiempo y espacio establecido. También se concluye que la temperatura ambiente dentro del galpón se conservó regulada durante todo el día debido al uso del cade como techo, un material de la zona (campo) que provee de sombra y protege del agua de lluvias. Estos resultados permiten concluir que subproductos como la cascarilla de arroz y rastrojo de maíz permiten ser utilizados para el sistema cama profunda en la producción de cerdos a pequeña y mediana escala sin afectar el bienestar animal.

La relación costo-beneficio resultó para el cascarilla de arroz de 1.00 y para el rastrojo de maíz fue de 1.01., estos valores obtenidos del ensayo muestran ser igual o superior a 1 sugiriendo que el proyecto investigativo es aceptable.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Implementar el uso de cortinas alrededor de los corrales en las horas más ventiladas del día, especialmente en épocas de verano, que ocasionen problemas en la salud de los animales y se vea afectado el bienestar y confort de los mismos.

Ejecutar un método de secado del rastrojo de maíz previo a la utilización de este material como cama, el cual permita disminuir la humedad y carga fúngica existente en este subproducto agrícola en donde normalmente es perseguido por plagas y hongos, mismos que pueden ocasionar alguna afectación en los animales destinados a alojarse en este material a usarse.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACPA. 2007. Camas Profundas. Crianza Porcina a pequeña y mediana escala. Revista ACPA. Producción e Industria Animal. 4: 37-40. ISSN 0138-6247.
- Arango, F; Hurtado, N y Álvarez, E. 2005. Alimentación, nutrición y producción en monogástricos. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 18(4): 346.
- Araujo, F; Márquez A; Ferrer, O y Pirela, A. 1995. Evaluación cualitativa de ensilaje de pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) a diferentes edades de corte y adicionando urea y melaza. Ver.Fac.Agron. 13:371-380.
- Asociación de Porcicultores del Ecuador. 2013. Estadísticas Porcícolas. Ecuador: INEC.
- Assureira, E. 2012. Transformación de biomasas residuales en biocombustibles sólidos. Ciencia y Tecnología para el desarrollo, 1-10.
- Brumm, M; Harmon, J; Honeyman, M. y Kliebenstein, J. 1997. Structures for grow-finish swine. En: Agricultural Engineers Digest. Mid West Plan Service (MWPS). Ames I A.
- Campiño, G. y Ocampo, A. 2007. Comportamiento de la temperatura de la cama profunda de cerdos de engorde utilizando racimos vacíos de palma de aceite *Elaeis guineensis* jacq. Rev Orinoquia. Universidad de los Llanos. Villavicencio- Meta, Colombia. p 11:65-74.
- Centro de Información de Actividades Porcinas. 2011. Manual de Usuario sistema de seguimiento de actividades porcinas. SAP, 93.
- Corréa, E. 1998. Avaliação de diferentes tipos de cama na criação de suínos em crescimento e terminação. Dissertação (Mestre em Zootecnia)- Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS. p 91.
- Cruz, E; Almaguel, R; Mederos, C; González, C. 2009. Sistema de cama profunda en la producción porcina a pequeña escala. Rev Cientif FCV-LUZ. 19(5):495-499.
- Cruz, E; Almaguel, C; Mederos, C; González, J. 2008a. Cama profunda en la producción porcina cubana. Primeros resultados. Revista ACPA. Producción e Industria Animal. Revista 3: 47-48. 2008. ISSN 0138-6247.
- Cuevas, P. 2003. Deep Bedding. En: TALLER DE PRODUCCIÓN PORCINA EN DEEP BEDDING. (1o.: 2003.: Pereira). Asociación Colombiana de Porcicultores. Pereira. p 16.

- Da Silva, C. 2003. Cama Sobreposta: A Importancia da Qualidade da Cama. Departamento de Zootécnia. Universidad Estadual de Londrina. Disponible en: [www. Porkworld.com.br](http://www.Porkworld.com.br).
- De la Sota, M. 2004. Manual de Procedimientos en Bienestar Animal. SENASA. Buenos Aires. p. 10-39.
- De Oliveira, P. 2000. Produção de Suínos em Sistemas Deep Bedding: Experiencia Brasileira. 5to. Seminario Internacional de Suinocultura. Expo Center Norte, Sao Paulo. Brasil. p. 89-100.
- DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs). 2003. Code of recommendations for the welfare of livestock. Defra publications. <http://www.defra.gov.uk/>.
- Dimeglio, S. 2008. Engorde de cerdos sobre piso de cama profunda (Sistema Deep Bedding). BIOFARMA S.A. [Consultado 8 de septiembre de 2009]. Disponible en: <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/gidesporc/seminario/sergio.htm>
- FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal). 2010. Tablas FEDNA de composición de alimentos y normas de calidad. Editores: C. De Blas, G.G. Mateos y P.G. Rebollar). Editorial España.
- Feijoo, J. 2014. Evaluación del bienestar animal de cerdos en ceba alojados en sistema de cama profunda. Tesis presentada para la obtención de título Médico Veterinario Zootecnista. Ec. Machala. p 15-24.
- Fraser, A. y Broom, D. 1990. Farm Animal Behaviour and Welfare. Baillere Tindall.
- Fraser, D. 1993. Assessing animal well-being: common sense, uncommon science. In: Food Animal Well-Being. Purdue University Office of Agricultural Research Programs. West Lafayette, USA, p 37-54.
- Fraser, D. 1995. Selection of Bedded and Unbedded Areas by Pigs in Relation to Environmental Temperature and Behavior.
- Gallardo, A. 2000. La Innovación Tecnológica en la Producción Porcina es Necesaria en el Momento Actual. Disponible en: [www.chillan.udec.cl/medvet/pecuarias /index.html](http://www.chillan.udec.cl/medvet/pecuarias/index.html).
- González, C. 2007. Potencialidad de la producción de cerdos en pequeña escala en Venezuela. Memorias IX Encuentro de Nutrición y Producción en Animales Monogástricos, Montevideo, Uruguay. p. 81-84.
- Hill, J. 1999. Estudio Sobre Diferentes Tipos de Cama y su Incidencia en la Producción de Cerdos Bajo el Sistema Deep Beeding. Revista de Suinocultura Industrial. No 143. Brasil. Febrero-Marzo.

- Hill, J. 2000. Deep bed swine finishing. 5o Seminário Internacional de suinocultura. Expo Center Norte, Sao Paulo, Brasil. p 83-88.
- Honeyman, M y Harmon, J. 2003. Performance of finishing pigs in hoop structures and summer. J.Anim. Sci. P 1663-1670.
- Honeyman, M., Harmond, J.,Kliebenstein, J y Richard, T. 2001. Feasibility for hoop structures for market swine en Iowa. Applied Engineering in Agriculture. 17(6):869-87.
- INEAP. 2009. Manejo de nutrientes por sitio específico y densidades de siembra con labranza de conservación en el cultivo de maíz. Informe anual del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). 2009. Datos Estadísticos Agropecuarios. Sistema Estadístico Agropecuario Nacional (SEAN). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC).
- Krieter, J. 2002. Evaluation of different pig production systems including economic, welfare and environmental-aspects. Archiv für Tierzucht 45(3): 223-235.56.
- Landblom, D; Poland, W; Nelson, B and Janzen, E. 2001. An economic analysis of swine rearing systems for North Dakota. Dickinson Research Extension Center Annual Report 2001. Consulta electrónica. Disponible en: <http://www.ag.ndsu.nodak.edu/dickinso/research/2000/swine00c.htm>
- Manual de Procedimientos Técnicos para la Crianza Porcina. 2008. 3 era Ed. La Habana, Cuba. p. 55-58. ISBN 978-959-7198-00-0.
- Mi diario Agropecuario. 2011. Pietrain y Landrace, de las más rentables. El objetivo de los cruces de razas de cerdos. Consultado en línea. 02 Ene. 2016. Disponible en: <http://midiaroagropecuario.blogspot.com/2011/03/pietrain-y-landrace-de-las-mas.html>.
- Oliveira, P. 1999. Produção de suínos em sistemas deep bedding: experiencia brasileira. (Concordia, SC, Brasil). Disponible en: <http://www.cnpsa.embrapa.br/publicacoes/anais.oliveira.pdf>.
- Oliveira, P. 2002 Programas eficientes de controle de dejetos na suinocultura. En: Congresso latino americano de suinocultura (1ro.: 2002.: Foz de Iguazú). [CD ROOM] Memorias del I Congresso Latino Americano De Suinocultura. Foz de Iguazú.
- Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) 2012. Código Sanitario para los animales terrestres. Título 7. Bienestar de los animales. Disponible en: [http://oie.int/esp/normes/mcode/E\\_summry.htm](http://oie.int/esp/normes/mcode/E_summry.htm) Accesado en: 10/03/12
- Perusia. O y Rodríguez.R. 2001. Micotoxicosis. Rev Inv Vet Perú; 12(2):87-116.



- PIC. 2014. Manual de destete a venta. Curva de crecimiento y consumo de alimentos para cerdos. North América. p 58.
- Pinheiro, L. y Hotzel, M. 2000. Bemestar dos suínos. 5to. Seminario Internacional de Suinocultura. Expo Center Norte, Sao Paulo. 70-73 p.
- Porcícolas. 2001. Deep Bedding: un Sistema de Producción de Cerdos que Requiere Tecnología Pero Mínima Infraestructura. Asociación Colombiana de Porcicultores Fondo Nacional de la Porcicultua. Año 1. No 2. Noviembre.
- Rizzo, P. 2001. El maíz duro amarillo y sus perspectivas para el 2001, proyecto S.I.C.A. banco mundial. Disponible en: [www.sica.gov.ec](http://www.sica.gov.ec)
- Robert, M. 2010. Evaluación microbiológica del sistema de cama profunda en la crianza porcina a pequeña escala en Cuba. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Microbiología Clínica. Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC): 83p.
- Roppa, L. 2002. Suinocultura na américa latina. En: Congresso latino americano de suinocultura (1ER.: 2002.: Foz de Iguazú). [CD ROOM] Memorias del I Congresso Latino Americano De Suinocultura. Foz de Iguazú.
- Ruales, F; Manrique, M; Cerón. 2007. Fundamentos en mejoramiento animal. 1ª Ed. L. Vieco e Hijas Ltda, Colombia.
- Sáez, Y; Mederos, C; González, C; Cruz, E; Almaguel, R; Ramírez, J; Ortiz, C; González, E; González, M. y Camejo, E. 2008. Evaluación de la efectividad del sistema de extensión porcino a través de un estudio de caso.
- Sainsbury, D. 1986. Fram Animal Welfare. Cattle, Pigs and Poultry. Collins, London.
- Sanginés, E. 2011. Indicadores para evaluar el impacto social de las vitrinas de producción agropecuaria en Venezuela. AIA, México, 15(3): 87-105.
- Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). 2005. Manual de porcicultura. Recuperado en febrero de 2014 Disponible en línea: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/manualproducciónporcicola/manual-produccion-porcicola.pdf>.
- Suler, D; Finstein, S. 1977. Effect of Temperature, Aeration, and Moisture on CO2 Formation in Bench-Scale, continuously Thermophilic Composting of Solid Waste. Appl. Environ. Microbiol., 33 (2): 345-350.
- Tecnologías de camas profundas en las instalaciones porcinas. 2008. III Seminario Internacional. Porcicultura Tropical. Instituto de Investigaciones Porcinas. Disponible en pdf: <http://www.iip.co.cu/Eventos/PT2008/Memorias.pdf>.

- Uicab-Brito, L. 2004. Producción de composta a partir de la cama utilizada en la engorda de cerdos. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Postgrado e Investigación, Mérida, Yucatán, México. p 77.
- Vaarst, M; Roderick, S; Lund, V; Lockeretz, W. 2006. Salute e benessere animale in agricoltura biologica. I criteri nelle produzioni di origine animale. Ed. italiana coordinata da Andrea Martini, Valentina Ferrante e Sara Barbieri. Edagricole (Bologna) Italy.
- Welfare Quality. 2005. Science and society improving animal welfare. Protocolo welfare quality® para medir bienestar animal.
- Zapata, S. 2002. Bienestar y producción animal: la experiencia europea y la situación chilena. [Consulta: 18 Enero 2011]. Disponible en: URL: [http://www.produccionanimal.com.ar/etologia\\_y\\_bienestar/bienestar\\_en\\_general/02\\_produccion.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/etologia_y_bienestar/bienestar_en_general/02_produccion.pdf)

# **ANEXOS**

ANEXO 1: Características del comportamiento productivo generales por tratamiento.

GRÁFICO 4.1: A) Consumo de alimento (kg) total.

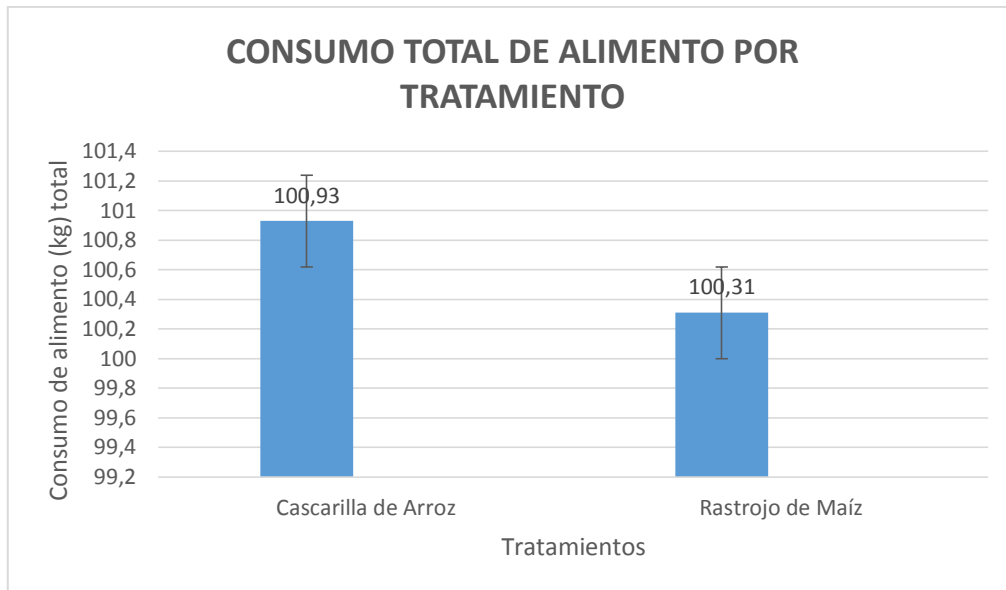
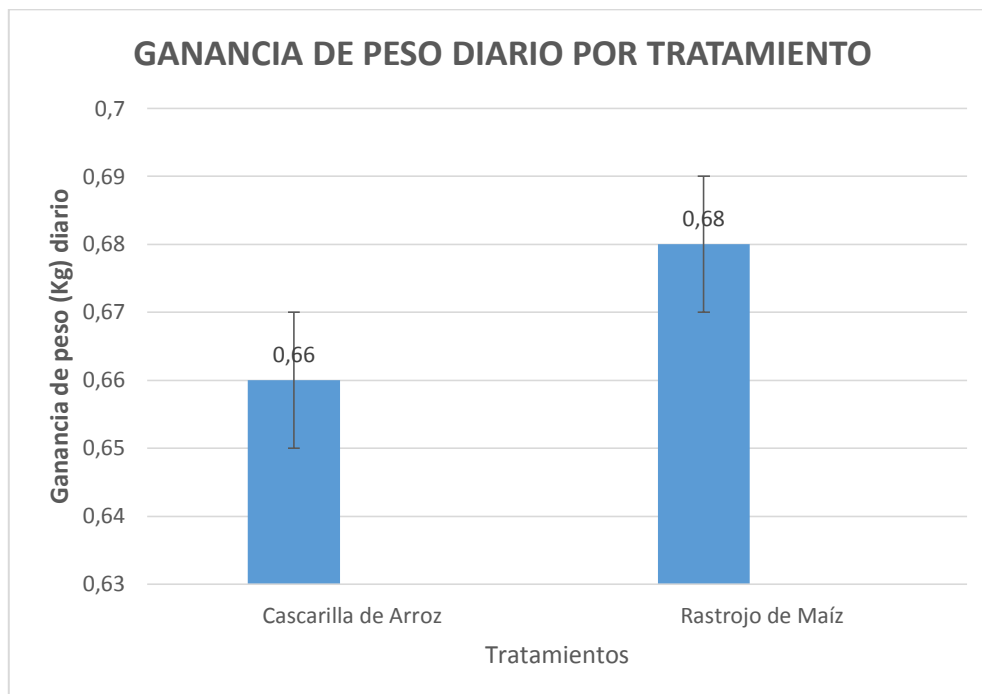
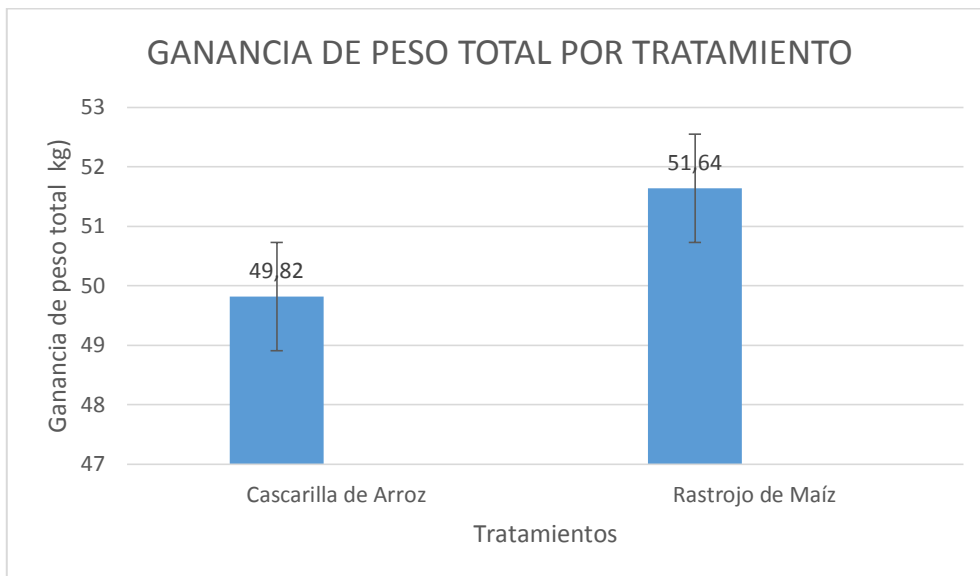
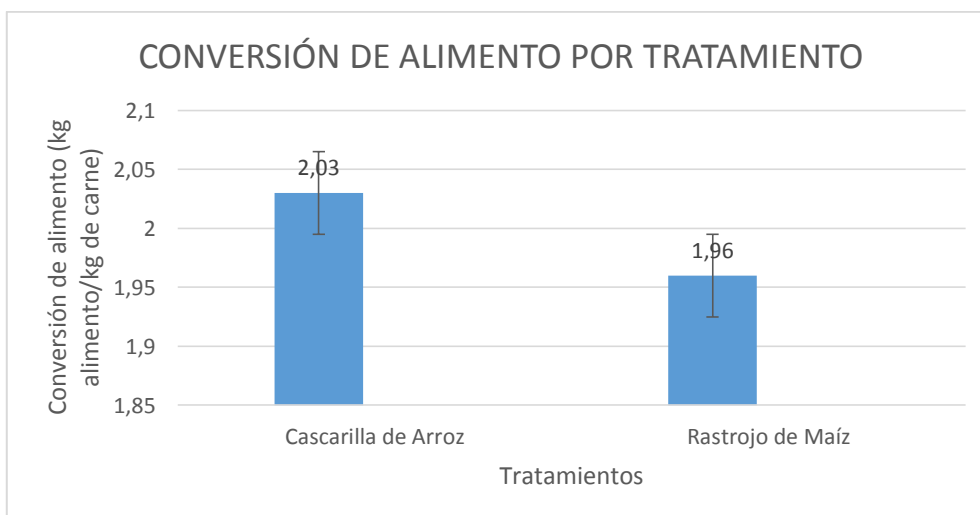


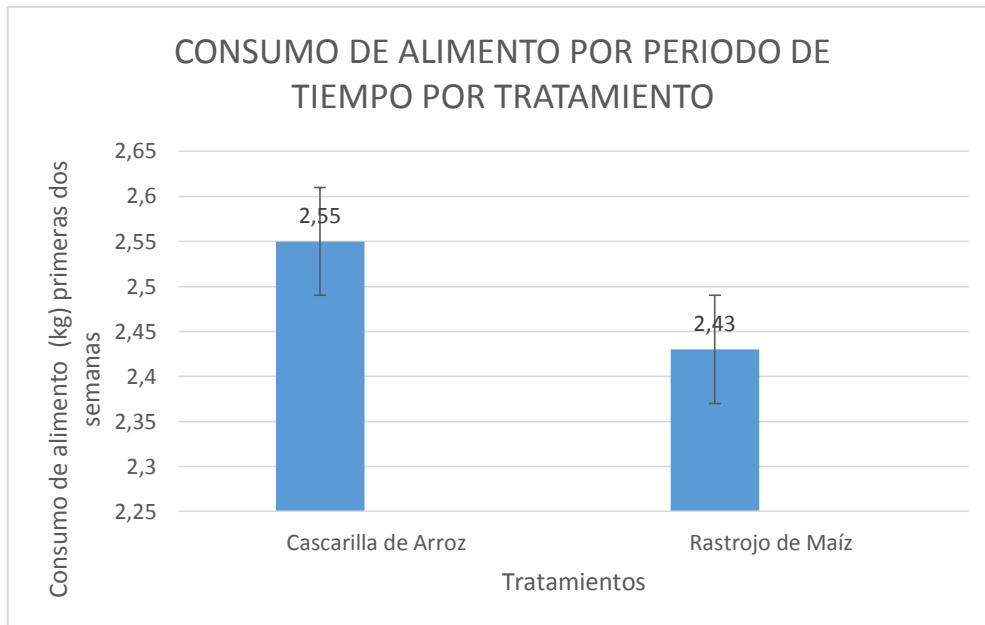
GRÁFICO 4.1: B) Ganancia de peso (Kg) diario.



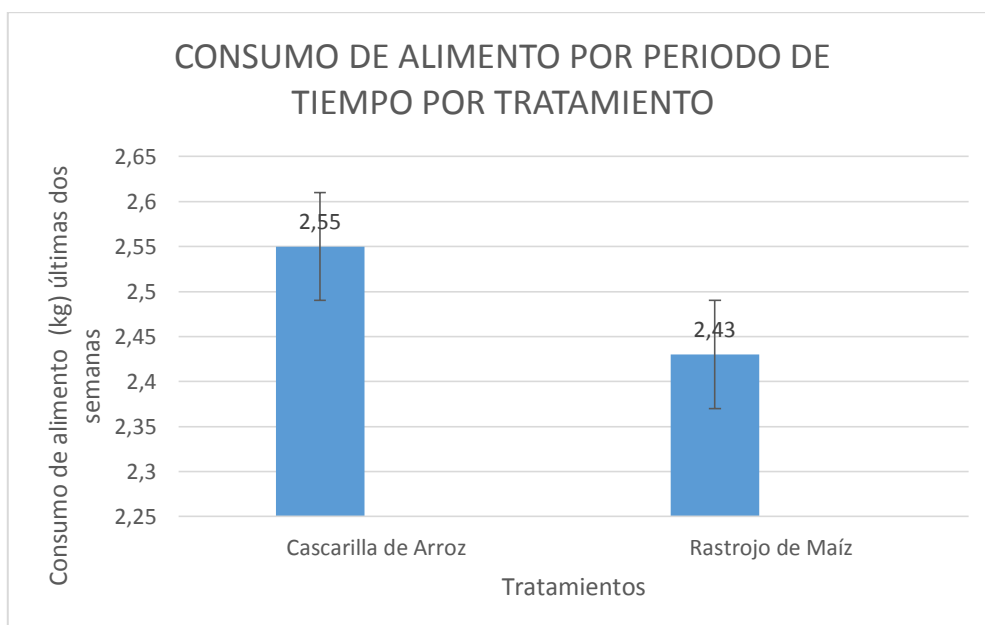
**GRÁFICO 4.1: C) Ganancia de peso total (kg)****GRÁFICO 4.1: D) Conversión de alimento (kg alimento/kg de carne).**

ANEXO 2: Promedios y error estándar del consumo de alimento (kg) por periodo de tiempo

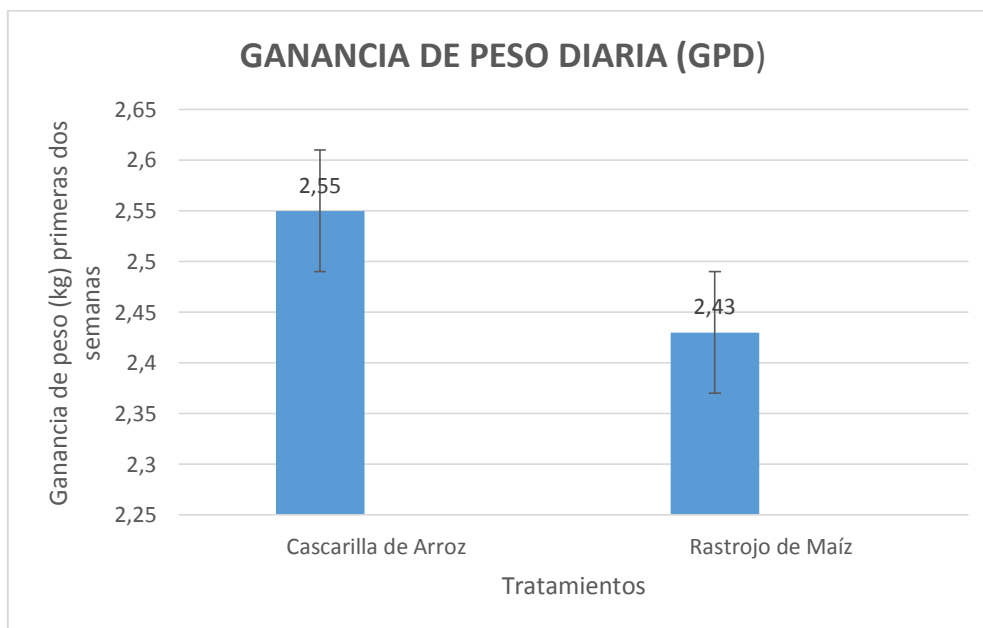
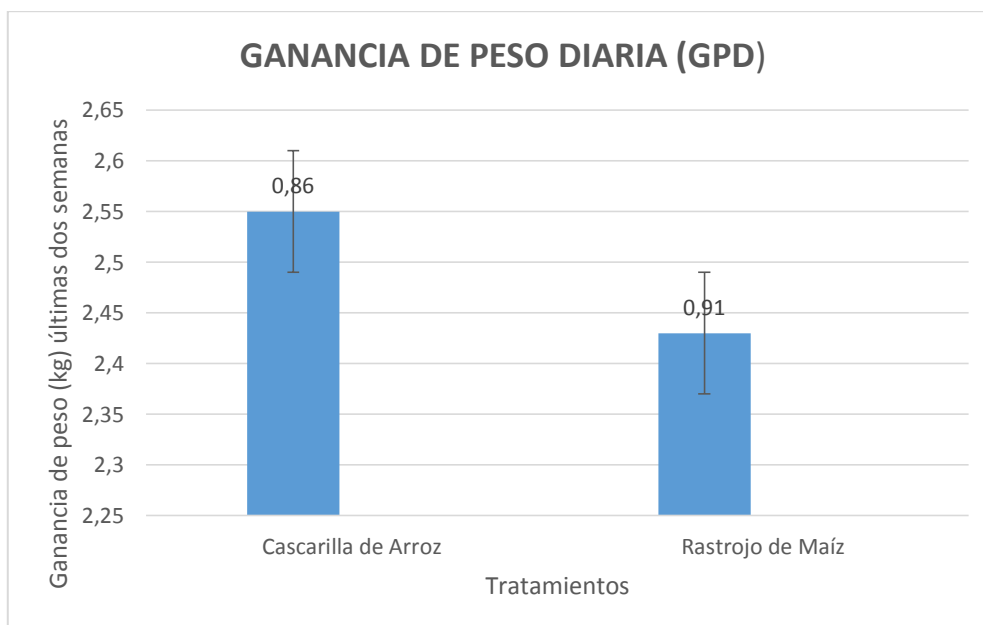
**GRÁFICO 4.2: A)** Consumo de alimento (kg) primeras dos semanas del ensayo.



**GRÁFICO 4.2: B)** Consumo de alimento (kg) últimas dos semanas del ensayo.



## ANEXOS 3: Promedios y error estándar de la ganancia de peso diaria (kg).

**Grafico 4.3: A)** Ganancia de peso (kg) primeras dos semanas.**Grafico 4.3: B)** Ganancia de peso (kg) últimas dos semanas

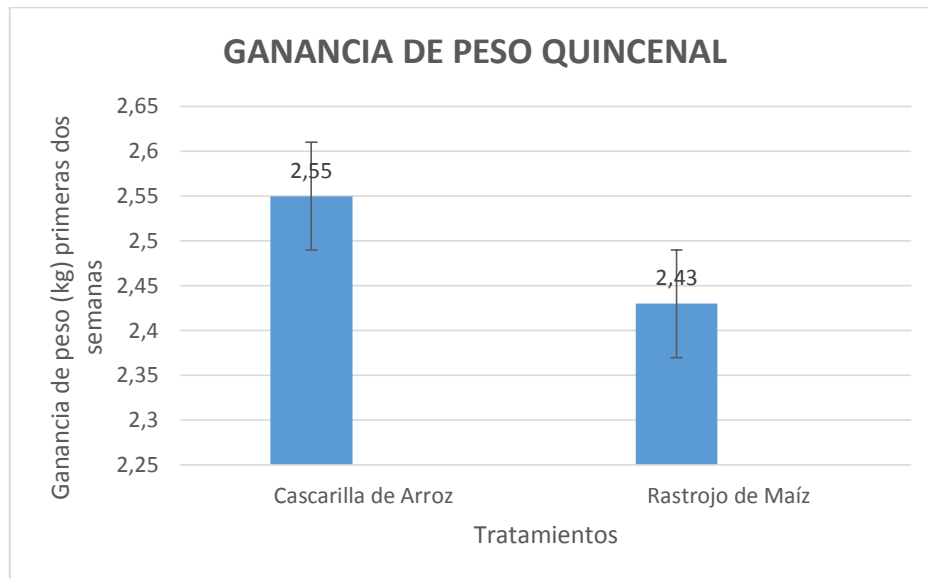
## ANEXO 3-A: Fórmula utilizada para obtener ganancia de peso diario

Formula 3.2: Ganancia de peso diario

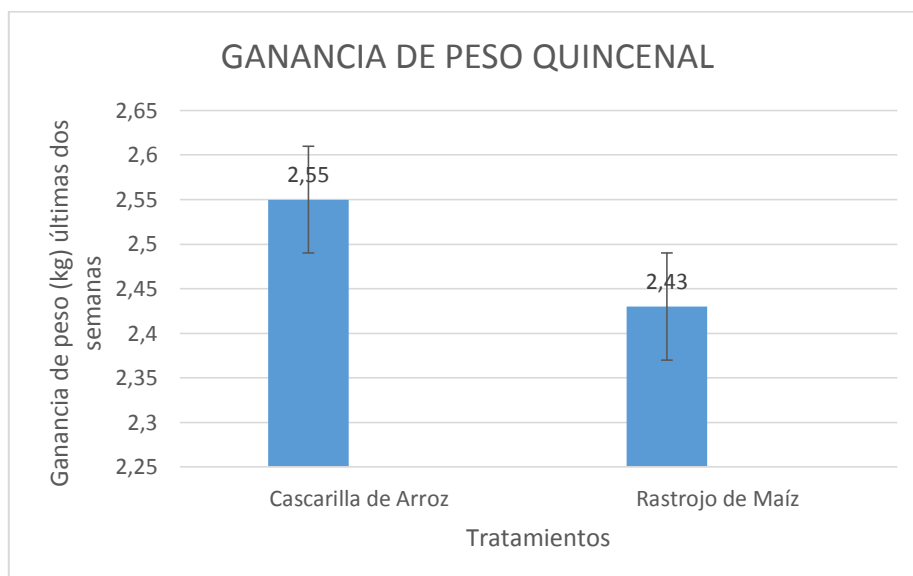
$$\text{Ganancia diaria de peso} = \frac{PF-PI}{\text{Tiempo}} \quad [3.2]$$

## ANEXO 4: Promedios y error estándar de la ganancia de peso quincenal (kg).

Cuadro 4.4: A) Ganancia de peso (kg) primeras dos semanas.



Cuadro 4.4: B) Ganancia de peso (kg) últimas dos semanas.





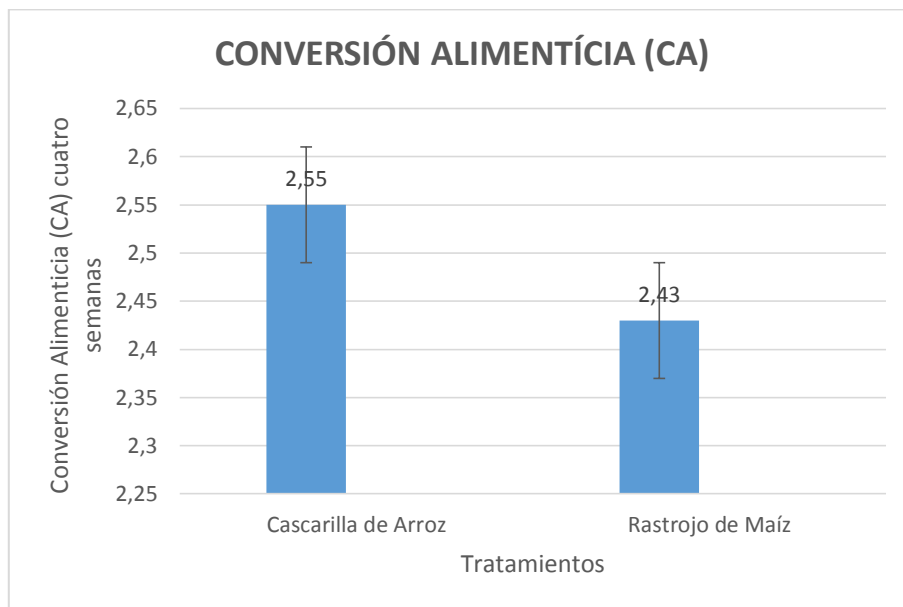
## ANEXO 4-A: Fórmula utilizada para obtener ganancia de peso quincenal

Formula 3.3: Ganancia de peso quincenal

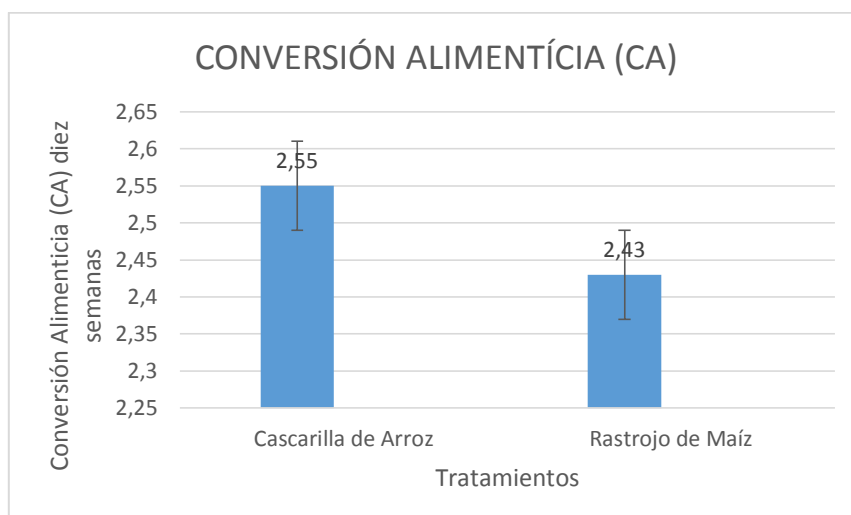
$$\text{Ganancia de peso quincenal} = \frac{PF-PI}{\text{Tiempo}} \quad [3.3]$$

## ANEXO 5: Promedios y error estándar de la conversión alimenticia por periodo de tiempo

Cuadro 4.5: A) Conversión Alimenticia (CA) cuatro semanas.



Cuadro 4.5: B) Conversión Alimenticia (CA) diez semanas.



Cuadro 4.5: C) Metas para animales de 20-100 kilogramos.

Índice	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente	Muy deficiente
Mortalidad (%)	1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	>4
Ganancia/día	>650	600-650	550-600	500-550	<500
Conversión	<3.1	3.1-3.4	3.4-3.7	3.7-4	>4

Fuente: Tomado de SENA, 2005

## ANEXO 5-A: Fórmula utilizada para obtener la conversión alimenticia

Formula 3.4: Conversión alimenticia

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{kg alimento consumido}}{\text{kg carne producida}} \quad [3.4]$$

## ANEXO 6: Índices de morbilidad y mortalidad por tratamiento.

Tratamientos	Nº animales	Animales enfermos	Morbilidad	Mortalidad
Cascarilla de arroz	9	3	33,4%	0%
Rastrojo de maíz	9	7	77,8%	0%

## ANEXO 6-A: Fórmula utilizada para obtener porcentaje de mortalidad



Formula 3.5: Porcentaje de mortalidad animal

$$\% \text{ mortalidad} = \frac{\text{\#cerdos muertos}}{\text{\#cerdos ingresados}} * 100 \quad [3.5]$$

## ANEXO 7: Imágenes del examen microbiológico de las camas utilizadas

Imagen A) Análisis Microbiológicos previo al ensayo

REPÚBLICA DEL ECUADOR

**ESPAMMFL**  
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA  
AGROPECUARIA DE MANABI MANUEL FELIX LOPEZ  
Ley 2006 - 49 Suplemento R.O. 298 - 23 - 06 - 2006  
CALCETA - ECUADOR



LMA  
Laboratorio de Microbiología Ambiental

REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		Página 1 de 1	
CLIENTES:	David Medranda Silverio Damián Zambrano Mendoza	Nº de análisis:	6
DIRECCIÓN:	Campus Politécnico "EL Limón"		
TELEFONO:	0939605425	Fecha de recibido:	26/07/2016
NOMBRE DE LA MUESTRA:	Subproductos Agrícolas	Fecha de análisis:	26/07/2016
CANTIDAD RECIBIDA:	2	Fecha de reporte:	28/07/2016
TIPO DE ENVASE:	Fundas Plásticas de 1000g de capacidad	Fecha de muestreo:	26/07/2016
OBSERVACIONES:	El laboratorio no se responsabiliza por el traslado de las muestras	Método de muestreo:	NTE INEN 1529-2
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad	Responsable del muestreo:	NTE INEN 1529-2

MUESTRA	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODO DE ENSAYO
Arroz	Determinación de Coliformes totales	NMP/g	Ausencia	NTE INEN 1529-6
	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/g	$2,5 \times 10^4$	NTE INEN 1529-5
	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	$2,0 \times 10^5$	NTE INEN 1529-10
Maíz	Determinación de Coliformes totales	NMP/g	Ausencia	NTE INEN 1529-6
	Recuento de Aerobios mesófilos	UFC/g	$1,3 \times 10^4$	NTE INEN 1529-5
	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	$4,4 \times 10^5$	NTE INEN 1529-10

Nota:  
Resultados validos únicamente para las muestras analizadas y no para otros productos de la misma procedencia.  
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe.

  
Ing. Mario López Vera.  
COORDINADOR (E) LAB. DE MICROBIOLOGÍA AMBIENTAL ÁREA AGROINDUSTRIAL

OFICINAS CENTRALES:  
10 de agosto No. 82 v Granda Centeno

[www.espam.edu.ec](http://www.espam.edu.ec)  
[rectorado@espam.edu.ec](mailto:rectorado@espam.edu.ec)

CAMPUS POLITÉCNICO CALCETA  
Sitio El Limón

## Imagen B) Análisis Microbiológicos post ensayo



LABORATORIO DE  
MICROBIOLOGÍA ÁREA  
AGROPECUARIA

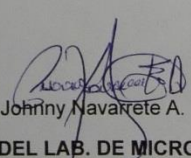
REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE SUBPRODUCTOS AGRICOLAS:		TAMO DE ARROZ & TARALLA DE MAÍZ	
Cliente:	Damián Zambrano Mendoza David Medranda Silverio	Nº de Análisis	092
Dirección:	Calceta-Manabí	Fecha de recibimiento	10/11/2016
Teléfono:	0997580135	Fecha de Análisis	10/11/2016
Nombre de la Muestra:	Subproductos Agrícolas	Fecha de Muestreo	10/11/2016
Cantidad Recibida:	200 gramos	Fecha de Reporte	20/11/2016
Tipo de Envase:	Fundas Plásticas	Modo de Muestreo	NTE INEN 1123
Observaciones:	El Laboratorio no se responsabiliza por el traslado de la muestra	Responsable de Muestreo	NTE INEN 1123
Objetivo del Muestreo:	Análisis Microbiológico		

## RESULTADOS

MUESTRA	PRUEBAS SOLICITADAS	UNIDAD	RESULTADOS	MÉTODOS DE ENSAYOS
Tamo De Arroz	Determinación de coliformes fecales	UFC/g	40x10 <sup>4</sup>	NTE INEN 1529-8
	Determinación de coliformes totales	NMP/g	Negativo	NTE INEN 1529-6
	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	57x10 <sup>3</sup>	NTE INEN 1529-10
Taralla De Maíz	Determinación de coliformes fecales	UFC/g	Negativo	NTE INEN 1529-8
	Determinación de coliformes totales	NMP/g	20x10 <sup>4</sup>	NTE INEN 1529-6
	Recuento de Mohos y Levaduras	UPC/g	52x10 <sup>3</sup>	NTE INEN 1529-10

## NOTA:


Resultados válidos únicamente para las muestras solicitadas y no para otros productos de la misma procedencia.  
Prohibido la reproducción total o parcial de este informe.

  
Blgo. Johnny Navarrete A.

COORDINADOR DEL LAB. DE MICROBIOLOGÍA



## ANEXO 8: Imagen del examen Físico-Químico de las camas utilizadas

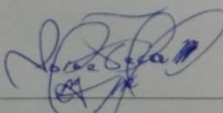
	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI ESPAM "MFL"		No. CÓDIGO: F-G-SGC-007 REVISIÓN: 0 FECHA: 22/9/2003 CLÁUSULA: 4.6 PAGINA 1 DE 1			
	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>					
	NOMBRE DEL CLIENTE:			DAMIAN ALEXANDER ZAMBRANO MENDOZA – DAVID ENRIQUE MEDRANDA SILVERIO		
	SOLICITADO POR:			DAMIAN ALEXANDER ZAMBRANO MENDOZA – DAVID ENRIQUE MEDRANDA SILVERIO		
	DIRECCIÓN DEL CLIENTE:			CALCETA		
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:			ARROZ Y MAIZ			
TIPO DE MUESTREO:			CLIENTE			
ENSAYOS REQUERIDOS:			HUMEDAD, pH, TEMPERATURA, CONDUCTIVIDAD			
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA			11/10/2016 09H10			
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:			11/10/2016			
LABORATORIO RESPONSABLE:			BROMATOLOGÍA			
TÉCNICO QUE REALIZÓ EL ANÁLISIS:			ING. EUDALDO LOOR – LCDO MANUEL CHAVEZ			


ITEM	PARÁMETROS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS			
				ARROZ SECO	MAIZ SECO	ARROZ HUMEDO	MAIZ HUMEDO
1	HUMEDAD	INEN 464	%	<b>9,54</b>	<b>9,66</b>	<b>52,58</b>	<b>78,40</b>
2	pH	POTENCIOMÉTRICO	-----	<b>7,62</b>	<b>7,40</b>	<b>9,15</b>	<b>9,10</b>
3	TEMPERATURA	-----	°C	<b>29,6</b>	<b>30,4</b>	<b>29,5</b>	<b>30,5</b>
4	CONDUCTIVIDAD	CONDUCTÍMETRO	mS/cm	<b>1,60</b>	<b>3,52</b>	<b>1,23</b>	<b>1,77</b>

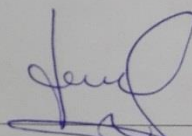
**OBSERVACIONES:**



**FIRMA DEL ANALISTA DEL LAB.**  
Fecha: 12/10/2016





**FIRMA DEL ASISTENTE DEL LAB.**  
12/10/2016

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Vía El Morro  
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 – 685134 Email: [espam@mnbsatnet.net](mailto:espam@mnbsatnet.net)  
 Visite nuestra página web [www.espam.edu.ec](http://www.espam.edu.ec)

ANEXO 9: Construcción de las instalaciones.





ANEXO 10: Obtención de los subproductos de cosechas agrícolas utilizados como cama profunda.





ANEXO 11: Preparación y llenado de corrales.





## ANEXO 12: Recepción de lechones.



## ANEXO 13: Comportamiento de los cerdos en corrales.





## ANEXO 14: A) Programa sanitario de vacunación y desparasitación.

Tratamientos	Nº Animales vacunados	Edad de Vacunación (PPC)	Desparasitación
Cascarilla de arroz	9	A los 50 días edad	A los 40 y 80 días edad
Rastrojo de maíz	9	A los 50 días edad	A los 40 y 80 días edad

## ANEXO 14: B) Aplicación de vacuna (PPC)



ANEXO 15: Pesaje de los cerdos.



ANEXO 16: A) Análisis Físico-Químico y Microbiológico de las Muestras en estudio.





## ANEXO 16: B) Análisis Microbiológico de las Muestras en estudio.

