

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA

**EVALUACION DE DOS FORMAS FISICAS DE PRESENTACION
DE ALIMENTO (HARINA VRS PELET) DE CERDOS
EN LAS FASES DE
PRE-INICIACION E INICIACION**

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

ERICK RODOLFO LORENZANA SANDOVAL

AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADEMICO DE:

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

Guatemala, Octubre del 2001.

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

| | |
|------------|---------------------------------------|
| Decano | Mv. Mario Estuardo Llerena Quan |
| Secretario | Lic. Zoot. Robin Ibarra Menéndez |
| Vocal I | Lic. Zoot. Carlos Enrique Saavedra V. |
| Vocal II | Mv. Fredy Rolando Gonzalez Guerrero |
| Vocal III | Lic. Eduardo Spiegelner Quiñónez |
| Vocal IV | Br. Dina Reina López |
| Vocal V | Br. Valeska Moss |

ASESORES:

LIC. LUIS H. CORADO CUEVAS

LIC. CARLOS E. MUÑOZ MOLINA

DR. JACOBO PÉREZ CONSUEGRA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

**EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR LOS
ESTATUTOS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA PRESÉNTO A CONSIDERACIÓN DE USTEDES EL
PRESENTE TRABAJO DE TESIS
TITULADO:**

**EVALUACION DE DOS FORMAS FISICAS DE PRESENTACION
DE ALIMENTO (HARINA VRS PELET) DE CERDOS
EN LAS FASES DE
PRE-INICIACION E INICIACION**

**COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TITULO
PROFESIONAL DE**

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

TESIS QUE DEDICO

A DIOS

Omnipotente creador del Universo por iluminarme espiritualmente y ser el mejor guía en mi vida.

A MIS PADRES

Carlos Rodolfo Lorenzana Ruano

Rosa Gladys Sandoval de Lorenzana

Por darme la vida y la educación en base a consejos, esfuerzos y su amor incondicional.

A MI ESPOSA

Bianka Rodríguez de Lorenzana

Por su amor, comprensión y ser fuente de inspiración en mi vida.

A MIS HERMANAS

Gladys Guicela Lorenzana de Lima

Delmy Liseth Lorenzana Sandoval

Por su apoyo y cariño.

A MIS ABUELOS

Por su cariño.

A MIS TIOS (AS)

Por su cariño y apoyo.

En especial a:

Ricardo Franco Villatoro (Q.E.P.D)

Hilda Teresa Sandoval de Franco

Por su amor y apoyo incondicional

José Raúl Sandoval Portillo

Por sus consejos y apoyo.

A MIS PRIMOS (AS)

Por su amistad y cariño.

A MI SUEGRA

Vilma Esperanza Reynosa de Rodríguez

Con un especial cariño.

**A MIS CUÑADOS (AS) Y
SOBRINOS**

Con mucho cariño.

A MIS AMIGOS

En especial a: William Gonzalez, Tono
Cabrera, Eswin Castañeda, Walter Téllez,
Reinier Ruano, Vinicio Sandoval y Juan
Pablo Castillo (Q.E.P.D).

Por su valiosa amistad.

**A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS
DE PROMOCIÓN**

En especial a: Héctor Leal, Fredy Mayorga,
Axel Montenegro, María Virginia Alvarez y
Astrid Valladares.

Por su amistad y apoyo.

AGRADECIMIENTO

A DIOS

A EL COLEGIO PARTICULAR MIXTO “LICEO JALAPA”

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

A LA ESCUELA DE ZOOTECNIA

A MIS ASESORES

Lic. Luis H. Corado

Lic. Carlos E. Muñoz

Med. Vet. Jacobo Pérez C.

En especial al Lic. Luis Corado por la colaboración, responsabilidad y ser parte fundamental en la realización de este trabajo de investigación.

AL Dr. JOSÉ ANTONIO ESTRADA L. Por el interés en el presente trabajo, consejos y apoyo incondicional, así como el permitir mi desarrollo profesional.

A GRANJA “MARIBEL” y su personal por la colaboración y permitir realizar el presente trabajo de investigación.

AL LIC. CARLOS SAAVEDRA Y DR. YERI VELIZ Por su amistad.

AL LIC. HUGO GIRON De Agribrands Purina de Guatemala, por la colaboración en este trabajo.

A MIS PADRES, ESPOSA, HERMANAS, ABUELOS, TIOS, PRIMOS, SOBRINOS Y AMIGOS.

A MIS CATEDRATICOS Por transmitir sus conocimientos.

A TODAS LAS PERSONAS QUE COLABORARON DESINTERESADAMENTE

A HACER POSIBLE ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A TODOS Y CADA UNO, MIL GRACIAS.

INDICE

| | | |
|------|--|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. | HIPÓTESIS | 3 |
| III. | OBJETIVOS..... | 4 |
| | 3.1 General..... | 4 |
| | 3.2 Específicos..... | 4 |
| IV. | REVISIÓN DE LITERATURA..... | 5 |
| | 4.1 Alimentación del lechón..... | 5 |
| | 4.2 Formas de presentación del alimento..... | 7 |
| | 4.2.1 Alimentos húmedos o en pasta..... | 8 |
| | 4.2.2 Alimentación líquida..... | 8 |
| | 4.2.3 Presentación en forma de harina..... | 8 |
| | 4.2.4 Presentación en forma de pelet..... | 9 |
| | 4.3 Peletizado..... | 9 |
| | 4.4 Proceso de peletización..... | 10 |
| | 4.4.1 Acondicionamiento..... | 11 |
| | 4.4.2 Compresión..... | 11 |
| | 4.4.3 Enfriamiento..... | 12 |
| | 4.5 Propósito del peletizado..... | 13 |
| | 4.6 Ventajas del pelet..... | 13 |
| | 4.6.1 Conversiones de alimento mejoradas..... | 13 |
| | 4.6.2 El peletizado elimina la alimentación selectiva..... | 14 |
| | 4.6.3 Almacenamiento y transporte más económico..... | 14 |
| | 4.6.4 Mejor manejo y fluidez..... | 14 |
| | 4.6.5 Reducción de pérdidas... .. | 15 |
| | 4.6.6 Destrucción de <i>Salmonella</i> , <i>E. Coli</i> y otras bacterias..... | 15 |
| | 4.7 Tamaño y calidad del pelet..... | 15 |
| | 4.8 Peletizado de fórmulas básicas de alimentos para animales..... | 17 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.9 | Estabilidad de las vitaminas en la elaboración de alimentos balanceados..... | 18 |
| 4.9.1 | Estabilidad y pérdida de las vitaminas durante el proceso de peletización..... | 19 |
| 4.10 | Efectos del peletizado..... | 21 |
| V. | MATERIALES Y METODOS..... | 25 |
| 5.1 | Localización..... | 25 |
| 5.2 | Manejo del estudio..... | 25 |
| 5.3 | Tratamientos..... | 27 |
| 5.4 | Variables a medir..... | 27 |
| 5.5 | Diseño del experimento..... | 27 |
| 5.6 | Modelo estadístico..... | 28 |
| 5.7 | Análisis económico..... | 28 |
| VI. | RESULTADOS Y DISCUSION..... | 29 |
| 6.1 | Peso vivo..... | 29 |
| 6.2 | Consumo de alimento..... | 32 |
| 6.3 | Conversión alimenticia..... | 35 |
| 6.4 | Mortalidad..... | 38 |
| 6.5 | Presencia de diarreas..... | 39 |
| 6.6 | Análisis físico del alimento..... | 40 |
| 6.7 | Composición bromatológica del alimento..... | 41 |
| 6.8 | Análisis económico..... | 42 |
| VII. | CONCLUSIONES..... | 44 |
| VIII. | RECOMENDACIONES..... | 46 |
| IX. | RESUMEN..... | 47 |
| X. | BIBLIOGRAFIA..... | 50 |

INDICE DE CUADROS Y GRAFICAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Cuadro 1 | Composición nutritiva de un alimento preiniciador de cerdos..... | 6 |
| Cuadro 2 | Composición nutritiva de un alimento iniciador de cerdos..... | 7 |
| Cuadro 3 | Efecto del peletizado sobre los rendimientos de lechones posdestete..... | 22 |
| Cuadro 4 | Efecto de la presentación del alimento sobre el peso promedio (kg/a/semana) a los 49 días..... | 29 |
| Gráfica 1 | Efecto de los tratamientos sobre el peso promedio semanal (kg/cerdo)..... | 32 |
| Cuadro 5 | Efecto de los tratamientos sobre el consumo voluntario de alimento balanceado promedio (animal/día) al destete (21 días) y a los 49 días..... | 32 |
| Gráfica 2 | Efecto de los tratamientos sobre el consumo voluntario promedio de alimento balanceado al destete (21 días)..... | 34 |
| Gráfica 3 | Efecto de los tratamientos sobre el consumo voluntario promedio de alimento balanceado a los 49 días..... | 34 |
| Cuadro 6 | Efecto de los distintos tratamientos sobre la conversión alimenticia a los 21 días y acumulada a los 49 días..... | 35 |
| Gráfica 4 | Efecto del alimento sobre la conversión alimenticia a los 21 días (destete)..... | 37 |
| Gráfica 5 | Efecto del alimento sobre la conversión de alimento a los 49 días..... | 38 |
| Cuadro 7 | Efecto de los tratamientos sobre la mortalidad durante el estudio..... | 38 |
| Cuadro 8 | Efecto de los tratamientos sobre la presencia de diarreas, expresadas en porcentaje a los 8 y 25 días de edad de los cerdos..... | 39 |
| Cuadro 9 | Comparación de los análisis físicos del alimento en harina y pelet utilizados en el estudio..... | 40 |

| | | |
|-----------|--|----|
| Cuadro 10 | Composición bromatológica del alimento en harina y pelet utilizado en el estudio en las fases de preinicio e inicio en cerdos..... | 41 |
| Cuadro 11 | Cálculo de los beneficios netos por tratamiento, calculados a los 49 días..... | 42 |
| Cuadro 12 | Análisis de dominancia..... | 43 |
| Cuadro 13 | Análisis de Retorno Marginal..... | 43 |

I. INTRODUCCIÓN

La alimentación del lechón en las primeras etapas, es uno de los aspectos más críticos en las explotaciones porcinas por lo que el programa de alimentación que se desarrolle, tendrá un efecto significativo sobre los rendimientos futuros de los cerdos.

En un programa de alimentación del lechón al destete es necesario considerar varios factores como son: edad al destete, el estado fisiológico del lechón, los componentes nutricionales en la dieta, los requerimientos de nutrimentos, los ingredientes presentes en las dietas y las mismas estrategias de alimentación.

Los ingredientes que forman las dietas de lechones posdestete deben ser de excelente calidad. Estos ingredientes son de alto costo. Sin embargo su uso se justifica, por los rendimientos que producen y el bajo consumo de alimento que tienen los cerditos en esta etapa. La presentación de estas dietas pueden ser un factor importante en su efecto sobre el rendimiento de los animales. Las dietas para los cerdos de 2.25 kg a 13.60 kg de peso vivo, pueden ser peletizadas. Las dietas para cerdos de 8.20 kg a 22.70 kg de peso vivo también pueden ser peletizadas, aunque el efecto podría no ser tan crítico como en las primeras fases.

El éxito de la alimentación con pelets depende mucho de la calidad y tamaño del pelet. El pelet debe tener una dureza tal, que no se quiebre y a su vez no afecte el consumo de alimento. Este proceso tiene un mayor costo, sin

embargo podría ofrecer las siguientes ventajas: a) mejor rendimiento del animal, b) menor desperdicio de alimento, c) reducción de alimentación selectiva, d) mejor densidad por volumen, e) mejores características para el manejo y f) destrucción de organismos dañinos.

La presentación en forma de harina, es la forma más común de presentación de un alimento, fácil de adquirir y de un menor costo. Su principal problema es que puede producir mayores desperdicios. Los rendimientos que produce dependerá del tamaño de partícula de sus constituyentes y del grado de mezclaje.

En Guatemala la presentación de alimento en forma de pelet para cerdos no es común como en otros países del mundo, probablemente debido a la diferencia de los ingredientes en las dietas y al costo por gasto de energía; por lo que no hay literatura sobre el alimento peletizado y su efecto sobre el comportamiento animal bajo las condiciones de nuestro país.

II. HIPÓTESIS

La presentación de alimento en forma de pelet mejora el comportamiento productivo del cerdo en las fases de preiniciación e iniciación, comparada con la presentación en forma de harina.

III. OBJETIVOS

3.1 General

Generar información sobre la forma física de presentación del alimento (harina vrs. pelet) sobre el comportamiento productivo de cerdos en las fases de pre-inicio e inicio.

3.2 Específicos

- Evaluar el efecto de la forma física de la presentación de alimento (harina vrs. pelet), en cerdos en las fases de pre-inicio e inicio, en términos de consumo de alimento, conversión alimenticia, porcentaje de mortalidad, presencia de diarrea, calidad del pelet, peso al destete y peso a los 49 días.

- Evaluar económicamente los tratamientos en términos de Tasa Marginal de Retorno.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1 Alimentación del lechón

La alimentación que se suministre al lechón debe ser excelente y minimizar el estrés al destete. Es importante considerar que el lechón naturalmente a la edad temprana en que es removido de la madre es inmaduro y vulnerable y que recibe alimentación y protección de la madre. Además, experimenta cambios fisiológicos, que se presentan en un determinado orden y que no pueden acelerarse. (Campabadal; Navarro 1996).

Easter (1995), citado por Campabadal y Navarro (1996), establece que el cerdo está preparado fisiológicamente para utilizar la leche de la madre como fuente primaria de nutrimentos en las primeras semanas de vida y no está preparado para digerir dietas no lácteas basadas en carbohidratos, proteínas y grasas complejas. Debido a lo anterior el primer alimento seco (preiniciador) que se le da a los lechones debe contener ingredientes de alta digestibilidad y similares a la leche materna con el fin de que aprovechen al máximo el alimento, ya que el aparato digestivo es inmaduro a esta edad.

La utilización del preiniciador puede realizarse desde la segunda semana de vida hasta dos semanas después del destete, para cambiar por una dieta más sencilla conocida como iniciador y que puede suplir a libre voluntad hasta que los cerdos alcancen 30 kg de peso. La composición de este iniciador está basado principalmente en maíz y pasta de soya, aunque pueden incluirse niveles bajos (3-5%) de subproductos de trigo o de arroz. (Campabadal, 1991).

El tipo de dietas que producen los mejores rendimientos son las llamadas complejas, formadas por cereales procesados, proteínas de origen animal, grasas altamente digestibles y fuentes de minerales y vitaminas, según Easter (1990), citado por Campabadal (1991). Este tipo de dietas son difíciles de elaborar en Centroamérica, por la carencia de estos productos y la calidad de ellos, por lo que es necesario utilizar dietas simples a base de maíz, pasta de soya y subproductos lácteos de un menor valor nutritivo, pero de fácil elaboración. (Campabadal, 1991)

El suplir el alimento en forma de harina o de pelets es también muy importante en el éxito del programa de alimentación. English *et al* (1988), citados por Campabadal (1991), recomiendan la utilización de los pelets debido a que existe menos desperdicio y aumenta la eficiencia de utilización del alimento.

Cuadro 1: Composición nutritiva de un alimento preiniciador de cerdos.

| Composición Nutritiva de un Preiniciador | |
|---|-------------------|
| NUTRIENTE | % |
| Proteína | 20.00 |
| Lisina | 1.25 - 1.40 |
| Calcio | 0.80 - 0.90 |
| Fósforo aprovechable | 0.40 - 0.45 |
| Energía digestible | 3.3 - 3.4 Mcal/kg |

*Campabadal (1991)

Cuadro 2: Composición nutritiva de un alimento iniciador de cerdos.

| Composición Nutritiva de un Iniciador | |
|--|-------------|
| NUTRIENTE | % |
| Proteína | 20.00 |
| Lisina | 1.10 |
| Calcio | 0.80 |
| Fósforo Aprovechable | 0.40 |
| Energía Digestible | 3.3 Mcal/kg |

*Campabadal (1991)

4.2 Formas de presentación del alimento:

Existen 4 formas principales de presentación del alimento para ser suministrado a cerdos. Estas formas son:

1. Húmedo o Pasta
2. Líquido
3. Harina
4. Pelet

El éxito de estas formas de presentación dependerá de las facilidades para procesar el alimento, el costo y su disponibilidad. Existe una variación en los rendimientos productivos producidos por estos métodos y ellos involucran diferentes tipos de manejo y facilidades de alimentación. (Campabadal, 1993).

4.2.1 Alimentos húmedos o en pasta:

Este tipo de alimentación es la combinación de 1.3/1 a 1.5/1 partes de agua por una parte de alimento seco. La ventaja de su utilización es que mejora los rendimientos productivos, especialmente aumenta el consumo en zonas calientes. El principal problema es el desarrollo de hongos y problemas de fermentación cuando se deja el alimento por largos períodos de tiempo. (Campabadal, 1993)

4.2.2 Alimentación líquida:

Es la utilización de relaciones agua:alimento seco de 2:1 a 5:1. Los resultados son muy variables y dependen del método de alimentación y de la proporción agua:alimento. En este sistema se pueden incluir la utilización de suero de queso (se debe tener cuidado con una intoxicación con sal), leche descremada y jugo de caña (debe estar fresco y no fermentado). (Campabadal, 1993)

4.2.3 Presentación en forma de harina:

Es la forma más común de presentación de un alimento, fácil de adquirir y de un menor costo. Su principal problema es que puede producir mayores desperdicios. Los rendimientos que produce dependerá del tamaño de partícula de sus constituyentes y del grado de mezclado. (Campabadal, 1993).

4.2.4 Presentación en forma de pelet:

Consiste en suministrar el alimento en forma de comprimidos o pelets. Tiene un mayor costo, pero involucra menos desperdicio, mayor digestibilidad de nutrientes y un consumo más uniforme de la dieta. Existe una mejora en los rendimientos productivos de cerdos en desarrollo y engorde consumiendo la misma dieta en forma de pelets que en forma de harina. (Campabadal, 1993).

4.3 Peletizado:

La peletización es una operación de moldeo termoplástico de extrusión en la cual las partículas de una ración finamente divididas se conforman en una pastilla compacta y de fácil manejo. Es termoplástica porque las proteínas y los almidones de los ingredientes del alimento se vuelven plásticos cuando son sometidos a temperaturas y humedad altas. La operación de moldeo ocurre cuando la mezcla retenida en el dado por breve tiempo es extruída a través del mismo. La presión para moldear y extruir procede de los rodillos, que atrapan el alimento en la cara del dado. (Macías, 1988).

Básicamente, el peletizado convierte una mezcla de ingredientes finamente molidos en aglomerados densos de flujo libre (pelets). Los alimentos aglomerados se obtienen exprimiendo ingredientes o mezclas, los cuales son compactados y forzados a través de orificios de dados por medio de algún proceso mecánico. Este proceso ofrece las siguientes ventajas:

- a. mejor rendimiento del animal.
- b. menor desperdicio de alimento.
- c. reducción de la alimentación selectiva.
- d. mejor densidad por volumen.
- e. mejores características para el manejo del alimento.
- f. destrucción de organismos dañinos.

(Flores, 1992)

4.4 Proceso de peletización:

Los costos de energía y el desgaste del equipo (abrasión) deben ser lo más bajos posibles para obtener buen resultado en el proceso. Para que estas condiciones se cumplan tiene que existir una buena armonía entre los siguientes procesos:

- a. acondicionamiento
- b. compresión
- c. enfriamiento

(Flores, 1992)

4.4.1 Acondicionamiento:

Cuando la harina se acondiciona apropiadamente con vapor, se ha demostrado que la durabilidad de los pelets y la eficiencia del peletizado puede mejorarse en gran medida. La cantidad de vapor adicionada determina la humedad, la temperatura y la gelatinización del almidón en la materia prima. (Flores, 1992).

4.4.2 Compresión:

El pelet se forma en el ángulo de espacio que se encuentra entre los rodillos y el dado. Los otros procesos relacionados con la operación como el acondicionamiento, el enfriamiento, etc. en realidad apoyan y aumentan el proceso en ese punto del sistema.

El proceso de peletizado puede estar afectado por las características físicas y químicas de los ingredientes. Las propiedades químicas se caracterizan por el contenido de los nutrientes (fibra, almidón, proteína, grasa y cenizas) y las físicas por la estructura, distribución de las partículas, textura, densidad aparente, humedad y las fuerzas de adhesión de estos. (Flores, 1992).

4.4.3 Enfriamiento:

La firmeza de los pelets está influenciada por los mecanismos de ligamiento, dentro de los cuales son responsables principalmente los puentes de hidrógeno en conjunto con la capilaridad. Estos puentes producen una fuerza final entre las partículas y mientras más fuertes y abundantes sean estos, mayor será la firmeza final del pelet. (Flores, 1992).

Con el aumento de la humedad se reduce la abrasión, lo que repercute en el incremento de la firmeza del pelet, por lo tanto para la peletización se pretende mantener alto el contenido de humedad, siempre y cuando no se sobrepase el límite superior del 14%, que se considera como apropiado para una buena estabilidad del pelet en el almacenamiento. (Flores, 1992).

Por medio de la velocidad de la banda de enfriamiento se puede controlar el contenido de humedad y la temperatura final del pelet, esta velocidad se determina en base al tipo de enfriadora a utilizar. Para mantener los pelets aptos para el almacenamiento es recomendable que el tiempo de enfriamiento se prolongue con una velocidad constante del aire, lo que puede lograr con una mayor dimensión de la enfriadora, evitándose de esta forma un secamiento excesivo del pelet. (Flores, 1992).

4.5 Propósito del peletizado:

Básicamente, el propósito del peletizado es tomar un material alimenticio finamente dividido, a veces en polvo, impalatable y difícil de manejar, y usando calor, humedad y presión, darle forma en partículas más grandes. Estas partículas mayores son más fáciles de manejar, más palatables y usualmente resultan en piensos mejorados, comparados con alimentos no peletizados. (Turner, 1998).

4.6 Ventajas del pelet:

Hay muchas ventajas en alimentar con piensos peletizados en vez de usar la misma fórmula en forma de harina. Algunas de éstas ventajas se enlistan a continuación:

4.6.1 Conversiones de alimento mejoradas: En ciertos piensos, el proceso de vapor acondicionador previo al peletizado crea cambios químicos en el alimento, haciendo posible que los animales alcancen una más rápida digestión y conversión del alimento para ganar peso. Esto es particularmente cierto en alimentos completos de alta energía usados en las categorías avícola y porcina. Las pruebas de alimentación realizadas con pelets apropiadamente acondicionados versus harinas, demuestran un incremento en conversión de alimentos del 4% al 9% para cerdos. (Turner, 1998).

4.6.2 El peletizado elimina la alimentación selectiva: Los animales alimentados con pelets son obligados a ingerir cada ingrediente contenido dentro de la fórmula, incluyendo los micro-ingredientes tales como vitaminas y medicamentos, garantizándoles así una dieta balanceada. Con esto se previene que los animales recojan de la mezcla solo los ingredientes que les gustan, rechazando los otros. Esto resulta en conversiones de alimentos más altas, ganado más saludable y mortalidad reducida. (Turner, 1998)

4.6.3 Almacenamiento y transporte más económico: El peletizado normalmente incrementa la densidad de granel de la mezcla en cualquier parte del 40% al 100%, ayudando a incrementar la ingestión de alimento por los animales y disminuyendo el espacio requerido para almacenamiento y embarque, lo cual resultará en costos de transporte reducidos. (Turner, 1998).

4.6.4 Mejor manejo y fluidez: Los pelets generalmente fluyen mucho mejor que la mezcla de harinas, particularmente las mezclas flojas, ligeras, voluminosas, que contienen melaza, grasa o urea, las cuales tienden a quedarse en los silos de almacenamiento y toboganes. Los pelets también muestran características de flujo y medición mejoradas, lo cual es especialmente útil en sistemas de alimentación automática. (Turner, 1998).

4.6.5 Reducción de pérdidas por pienso que se lleva el viento: La administración de alimentos en forma de harinas al aire libre puede resultar en una pérdida sustancial de alimento que se lleva el viento, mientras que la alimentación en pelets bajo las mismas condiciones a la intemperie, elimina muy bien éste tipo de pérdida. (Turner, 1998).

4.6.6 Destrucción de Salmonella, E. coli u otras bacterias dañinas: Las bacterias dañinas pueden ser ingeridas por el animal y permanecer en el tejido animal y luego pasar a los humanos, causando envenenamiento del alimento humano y enfermedades intestinales. La destrucción de estas enfermedades ocurre en el proceso de peletización, cuando las fórmulas de piensos que contienen estas bacterias dañinas son sometidas a altas temperaturas en el proceso de acondicionamiento, combinado con calor de fricción y presión en el proceso de peletizado. (Turner, 1998).

4.7 Tamaño y calidad del pelet:

Para abordar este problema del tamaño óptimo de los pelets para cerdos, Traylor *et al* (1994), citados por Hancock *et al* (1996), realizaron estudios para determinar los efectos del tamaño del pelet sobre el crecimiento en cerdos lactantes y en finalización. En el experimento de los lactantes se utilizaron 210 cerditos (con un peso de corporal promedio inicial de 5.4 kg) en un ensayo de crecimiento de 29 días. Los tratamientos fueron una dieta control en harina a base de maíz y otros en pelets de 2, 4, 8 y 12 mm. Del día 0 al 5, el peletizado mejoró la ganancia diaria de peso en un 25% y la relación ganancia/alimento en

un 4% en comparación con las dietas en harina, teniendo una relación máxima de ganancia/alimento con el tamaño del pelet de 4 mm. De esta forma, podemos ver que no es necesario producir pelets de diferentes tamaños para cerdos de diferentes edades. Además, todo parece indicar que con un sólo dado de 4 a 5 mm es más que suficiente.

Sin embargo, todavía tenemos el asunto de la calidad del pelet. Reimer (1992), citado por Hancock *et al* (1996), sugiere que hay muchos factores que afectan la calidad del pelet, siendo los principales la formulación de la dieta, tamaño de partícula y el acondicionamiento. En realidad, las experiencias de algunos autores confirman que la formulación de la dieta puede tener efectos benéficos (por ejemplo cuando el trigo entra a la formulación) o negativos (cuando se añade más del 1% o 2% de grasa antes del peletizado) muy marcados sobre la calidad del pelet. Y en casi todos los experimentos realizados se mejoró la durabilidad del pelet al disminuir el tamaño de partícula de la dieta.

Con la finalidad de definir los efectos de la calidad del pelet (por ejemplo, el porcentaje de finos en la dieta) sobre el desempeño, Stark *et al* (1994), citados por Hancock *et al* (1996), llevaron a cabo una serie de experimentos con cerdos lactantes. En dos experimentos con lechones, se comparó una dieta en harina control con dietas que tenían hasta 30% de finos. La peletización mejoró la ganancia/alimento en un 12% a 15% en comparación con la harina control.

En comparación con los pelets cernidos previamente, una concentración de finos de 25% a 30% hizo bajar la ganancia/alimento en un 3% a 4%. Tal vez la observación más perturbadora fue que los cerdos alimentados con dietas con altas concentraciones de finos no resultaron ser más eficientes que los de la dieta control alimentados con harina. (Hancock *et al*, 1996).

Estos experimentos demuestran que el crecimiento de los lechones se mejora con la peletización de las dietas y la selección del dado. Sin embargo, si no se hace bien el proceso de peletización, con un exceso de finos (más de un 20% a 30%) en el comedero, los beneficios agregados de la peletización desaparecen rápidamente. (Hancock *et al*, 1996).

4.8 Peletizado de fórmulas básicas de alimentos para animales:

Alimentos sensitivos al calor, de baja proteína, con azúcar, suero o leche seca (10% al 30% de la fórmula): Estas son generalmente fórmulas de difícil manejo debido a los ingredientes sensitivos al calor, pero producen pelets de buena calidad debido a las características aglutinantes naturales de estos ingredientes. Estas fórmulas requieren poco o ningún acondicionamiento, con temperaturas en el rango de 32°C a 38°C y humedad agregada de solo 1% a 2%, resultando en un contenido de humedad total de 15% a 16%. Estas fórmulas requieren un dado fino y grasa o agua para actuar como lubricante y dependen de los aglutinantes naturales contenidos dentro de la fórmula, más que del acondicionamiento y de la compresión de dados, para generar buena calidad de pelet. (Turner, 1998).

4.9 Estabilidad de las vitaminas en la elaboración de alimentos balanceados:

Bajo condiciones apropiadas de almacenamiento generalmente las vitaminas en forma cristalina y en preparaciones secas mantienen su actividad biológica durante años, sin embargo, durante la elaboración, almacenamiento y preparación de los alimentos la estabilidad de las mismas está sujeta a diferentes factores físicos y químicos, dentro de los que se encuentran:

- Contenido de humedad
- Presión
- Calor
- Oxidación, reducción por elementos traza (Cu, Fe)
- Reacciones ácido-básicas (pH)
- Interacción con otras vitaminas, vehículos, enzimas, sustancias auxiliares y otros aditivos alimenticios.

Dentro de los más importantes y que tienen una influencia directa sobre la estabilidad se encuentran temperatura, oxígeno, luz, humedad y pH. Los efectos del calor, la presión, la humedad, la abrasión y las reacciones redox varían drásticamente dependiendo de las diferentes formas de procesar los alimentos; dichos procesos pueden afectar la estabilidad de cada una de las vitaminas en forma muy peculiar. (Flores, 1992).

4.9.1 Estabilidad y pérdida de las vitaminas durante el proceso de peletización:

El principio de la técnica de peletizado no ha variado durante los últimos años, dentro de los que se encuentran las vitaminas principalmente A, D3, K3, B1 y C así como carotenoides y antibióticos. Los aspectos más destructivos del proceso son la acción combinada del vapor húmedo, la adición de grasa y el aumento del consumo de energía por tonelada de pelet. (Cavegn, 1989).

Gadiant (1984), citado por Flores (1992), reportó que la calidad del vapor es importante para minimizar las pérdidas vitamínicas. El vapor debe producirse a una presión de 7-8 bares y ser expelido antes de la unidad peletizadora a fin de tener un vapor lo más seco posible.

Lowe y Apelt (1984), citados por Flores (1992), demuestran en los ensayos realizados que la adición de grasas así como aceites influyen la estabilidad de algunas vitaminas, la causa puede ser en parte el consumo de las partículas de antioxidantes presentes en las vitaminas durante el almacenamiento, resultando en una reducción de la protección prevista. Posiblemente puede ayudar, juntamente con los estabilizadores de grasas, la adición extra de antioxidantes al producto final, mejorándose así la estabilidad de las vitaminas durante el almacenamiento. A este respecto es necesario la implementación de más investigaciones.

Gadiant (1984), citado por Flores (1992), estudió que el incremento del consumo de energía en el proceso de peletización durante los últimos años ha sido significativo, aumentando de 10 Kw/h/t a aproximadamente 20 Kw/h/t. Esto se debió al requerimiento en el mercado de pelets más sólidos y al uso de sustitutos de cereales y subproductos de baja peletibilidad como tapioca y gluten de maíz. Así como al incremento de sistemas de acompañamiento, como períodos más largos de acondicionamiento y doble peletizado.

Todos estos factores han incrementado la agresividad del proceso de peletización y como consecuencia se tiene el incremento de la pérdida de aditivos, la cual tiende a aumentar durante el subsiguiente almacenamiento de los alimentos. (Flores, 1992).

Cuando los alimentos se peletizan puede haber destrucción de las vitaminas A, E y K, especialmente si la dieta contiene una cantidad insuficiente de antioxidantes para prevenir la acelerada oxidación de estas vitaminas, bajo condiciones de humedad y alta temperatura (Bierer y Vickers, 1958). Charles y Huston (1970), también observaron que el peletizado del alimento causa una considerable destrucción de la vitamina K. Sin embargo, en cada prueba el dimetil-pirimidino-bisulfito de menadiona exhibió una estabilidad significativamente más alta que otras formas de la vitamina al stress del peletizado. El bisulfito sódico de menadiona (hidrosoluble) pareció ser la forma menos estable. Las fuentes de complejos de bisulfito sódico de menadiona dieron resultados intermedios a las pruebas de estabilidad.

4.10 Efectos del peletizado:

La presentación de las dietas es un factor importante en su efecto sobre los rendimientos de los animales. En las dietas para las fases I (2.25 a 5.50 kg), II (5.50 a 8.20 kg) y III (8.20 a 13.60 kg) pueden ser peletizadas. Las dietas peletizadas podrían ser utilizadas en forma más eficiente que las dietas en harina. Liptrap y Hogberg (1991), citados por Campabadal (1996), establecen que las dietas peletizadas mejoran la eficiencia alimenticia entre un 5.9 y un 7.4%. Hancock (1995), citado por Campabadal (1996), recomienda que las dietas para la fase I o para destete precoz modificado sean peletizadas con un diámetro de 1/8" ó 3/32". En la dieta de transición (fase II) el pelet debe ser de 1/8, 3/32 ó 5/32". Las dietas para las fases III y IV (13.60 a 22.7 kg) podrían ser también peletizadas, aunque el efecto no es tan crítico como en las primeras fases. Stark *et al* (1993), citados por Campabadal (1996), evaluaron en lechones recién destetados el valor nutritivo de dietas en forma de harina, peletizadas y peletizadas con más un 25% de finos. En el período de 7 a 21 días posdestete, la conversión alimenticia se mejoró en un 14% al peletizar la dieta, pero sólo un 7% cuando ésta tenía el 25% de finos. De los 7 a los 35 días la conversión fue más eficiente (9%) para la dieta peletizada sobre la dieta en harina.

Cuadro 3: Efecto del peletizado sobre los rendimientos de lechones posdestete.

| ¡Error! Marcador no definido.Parámetros | Harina | Pelets | 25% finos |
|---|--------|--------|-----------|
| 7 a 21 días | | | |
| Ganancia de peso (kg) | 0.322 | 0.363 | 0.345 |
| Consumo de alimento (kg) | 0.559 | 0.522 | 0.536 |
| Conversión alimenticia | 1.73 | 1.44* | 1.55* |
| 7 a 35 días | | | |
| Ganancia de peso (kg) | 0.468 | 0.486 | 0.491 |
| Consumo de alimento (kg) | 0.782 | 0.732 | 0.759 |
| Conversión alimenticia | 1.67 | 1.50* | 1.54* |
| (*P<0.01) | | | |

*Campabadal, 1996

Desde el punto de vista del fabricante de alimentos, de entre los beneficios del peletizado se encuentran una segregación menor de las materias primas mezcladas, una mayor densidad de masa, menor polvosidad y un mejoramiento de las características de manejo, según Skoch *et al* (1983), citados por Hancock *et al* (1996). Además, el peletizado puede eliminar los problemas de puenteo, haciendo que la alimentación de dietas con ingredientes finamente molidos sea un problema menos severo. Sin embargo, algunos nutricionistas aún cuestionan si la aglomeración de las partículas de alimento que ocurre durante el peletizado nulifica los beneficios de un tamaño de partícula más pequeño. (Hancock *et al*, 1996).

Kim *et al* (1995), citados por Hancock *et al* (1996), realizaron un estudio en donde el maíz se molió a 1000 o 500 micrones y se administró en dietas simples (maíz-harina de soya-suero) o complejas (maíz-harina de soya-suero con proteína de plasma, gluten de trigo, harina de sangre y lactosa) a

lechones lactantes. Todas las dietas se peletizaron. Tanto el crecimiento como la eficiencia de la ganancia mejoraron al disminuir el tamaño de partícula en las dietas simples y complejas. De esta forma, ni la peletización ni las formulaciones de dietas complejas nulificaron los efectos positivos de la reducción del tamaño de partícula del maíz en las dietas de cerdos lactantes.

Hanke *et al* (1972), Baird (1973) y Wondra *et al* (1995), citados por Hancock *et al* (1996) reportaron que las dietas peletizadas mejoraban la ganancia diaria promedio. Sin embargo, otros investigadores reportaron que no había efectos significativos de la peletización sobre la tasa de crecimiento. No obstante, cuando consideramos todos los reportes sobre los efectos de la peletización sobre el desempeño del crecimiento, hay un mejoramiento promedio de un 6% en la ganancia diaria promedio y un mejoramiento promedio del 6 al 7% en la eficiencia de la ganancia en cerdos en crecimiento-finalización alimentados con dietas peletizadas.

No hay un consenso sobre la razón por la cual hay un mejoramiento en el crecimiento de los cerdos alimentados con dietas peletizadas. Skoch *et al* (1983), citados por Hancock *et al* (1996), sugieren que la peletización incrementa la densidad de masa y reduce la polvosidad, lo que hace que las dietas sean más apetecibles. Sin embargo, el mejoramiento de la gustosidad es inconsistente con la disminución que generalmente se observa en el consumo de alimento. Wondra *et al* (1995), citados por Hancock *et al* (1996), reportaron que la digestibilidad de la materia seca, del nitrógeno y de la energía bruta se incrementó con la peletización. Jensen y Becker (1965), citados por Hancock *et al* (1996),

sugirieron que la peletización gelatiniza el almidón, haciéndolo así más apto para la digestión enzimática. En forma alternativa, muchos investigadores atribuyen este desempeño mejorado de los cerdos alimentados con dietas peletizadas a que el desperdicio de alimento se ve disminuido. Esta hipótesis sería válida si sólo se hubiera mejorado la eficiencia de la ganancia, pero es inconsistente con los mejoramientos en la digestibilidad de nutrientes y la tasa de ganancia.

Así, la disminución del desperdicio de alimento probablemente sí ayuda a mejorar la eficiencia de la ganancia en cerdos alimentados con dietas peletizadas, pero aún hay otros factores que mejoran la digestibilidad de nutrientes. Todavía se tiene que determinar si estos factores son un cambio en el comportamiento al comer la ración, en la forma en que el tracto digestivo reacciona a las dietas peletizadas contra las de harina (por ejemplo, la alteración del flujo del alimento digerido) o si es un efecto directo del procesamiento térmico (por ejemplo, la gelatinización del almidón y la desnaturalización de las proteínas). Al otro lado, la excreción de nutrientes por cerdos que se encuentran en regiones de producción agropecuaria intensa causa problemas al medio ambiente. Wondra *et al* (1995), citados por Hancock *et al* (1996), reportaron una reducción de 23% en la excreción de materia seca y 22% de nitrógeno en las heces, como resultado de la peletización.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Localización:

El estudio se llevó a cabo en la granja porcina “Maribel” situada en el municipio de Palín, departamento de Escuintla. Ubicada a una latitud N 14° 24' y longitud O 90° 41', con elevación de 1220 m snm, con temperaturas mínimas de 13° C y máximas de 27° C. La precipitación pluvial varía de 879.72 mm anuales. Climatológicamente está en la zona Bosque húmedo subtropical templado. Según de la Cruz (1982).

5.2 Manejo del estudio:

Para el estudio se utilizaron los siguientes materiales:

- 50 lechones procedentes del cruce de cerdas F1 (Yorkshire-Landrace) y verracos P.I.C.
- Alimento terminado en base a una fórmula de preinicio e inicio para lechones en forma de harina y pelet.
- Comederos y bebederos especiales para las etapas de preinicio e inicio.
- Báscula para el pesaje semanal de los lechones.
- Vacunas
- Hieleras
- Jaulas de maternidad y destete.
- Hojas de registros

Los 50 lechones que se utilizaron para el experimento fueron sometidos a las prácticas de descolmillado, muesqueado, castración y vacunación.

Al nacimiento después de la atención al parto que consiste en corte y desinfección de ombligo, limpieza y pesado, muesqueado, corte de colmillos y cola se les aplicó un bioestimulante del sistema inmune. La castración se realizó entre el tercer y sexto día de vida.

El alimento *ad libitum* y el agua se proporcionó a partir del quinto día de edad en comederos y bebederos específicos para la etapa. A los ocho días de edad aproximadamente se les aplicó la primera vacuna contra Peste Porcina Clásica.

Los lechones fueron destetados a los 21 días de edad y llevados a las jaulas de destete que fueron lavadas y desinfectadas 3 días antes del ingreso de los lechones. A los 28 días de edad se cambió el alimento de preiniciador a iniciador. A la semana de haberse trasladado al área de Destete se les aplicó la segunda vacuna contra Peste Porcina Clásica, a la semana siguiente se les aplicó la vacuna contra Micoplasma. Los cerdos se pesaron semanalmente para poder obtener los parámetros productivos. A los 49 días de vida se finalizó el estudio en donde se pesaron por última vez los cerdos y se trasladaron a los corrales de engorde.

5.3 Tratamientos.

| | TRATAMIENTOS | | |
|------------------|--------------|--------|-------|
| TIPO DE ALIMENTO | A | B | C |
| Pre-iniciador | Harina | Pelet | Pelet |
| Iniciador | Harina | Harina | Pelet |

5.4 Variables medidas

1. Peso al destete (21 días) (Kg)
2. Peso a los 49 días (Kg)
3. Consumo de alimento (kg./cerdo al destete; kg./cerdo en total)
4. Conversión alimenticia a los 21 días y acumulada a los 49 días.
5. Porcentaje de mortalidad (%)
6. Presencia de diarreas (%)
7. Calidad del pelet

5.5 Diseño del experimento

Para la variable de pesos el diseño experimental fue Completamente al Azar, donde la unidad experimental fue un cerdo, además se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Tukey cuando fueron detectadas diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. Se realizó un análisis de covarianza; siendo el peso inicial la covariable ($P < 0.01$).

Las variables consumo de alimento, conversión alimenticia, porcentaje de mortalidad, presencia de diarreas y calidad del pelet, se analizaron por medio de estadísticas descriptivas.

5.6 Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = M + A_i + E_{ij}$$

Donde:

i = tratamientos

j = repeticiones

Y_{ij} = Variables respuesta obtenidas en la j -ésima repetición

M = Efecto de la media general

A_i = Efecto de la i -ésima presentación física del alimento

E_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad

experimental.

5.7 Análisis económico:

Se utilizó la Tasa Marginal de Retorno (TMR) mediante la metodología propuesta por CIMMYT (1988), en la cuál se considera los costos variables atribuibles a los tratamientos y los beneficios de la venta de los cerdos a los 49 días de edad.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 PESO VIVO:

Cuadro 4: Efecto de la presentación del alimento sobre el peso promedio (kg/a/sem) a los 49 días.

| SEMANA | TRATAMIENTOS | | | C.V. ¹ | SIGNIF. ² |
|--------|--------------|--------|--------|-------------------|----------------------|
| | A | B | C | | |
| 1 | 2.51a | 2.52a | 2.44a | 11.70 | 0.7260 |
| 2 | 4.40a | 4.26a | 4.18a | 11.72 | 0.5110 |
| 3 | 5.91a | 5.47a | 6.13a | 15.86 | 0.1591 |
| 4 | 6.82a | 6.31a | 7.09a | 17.44 | 0.2044 |
| 5 | 8.89a | 7.75a | 9.31a | 20.87 | 0.0689 |
| 6 | 11.92a | 10.49a | 12.26a | 23.48 | 0.5320 |
| 7 | 16.27a | 13.21b | 15.83a | 15.08 | 0.0025 |

Trat. A: Harina-Harina Trat. B: Pelet-Harina Trat. C: Pelet-Pelet

***Letras diferentes dentro de la misma fila indican diferencia estadísticamente significativa (P<0.01).**

¹ C.V. = Coeficiente de Variación

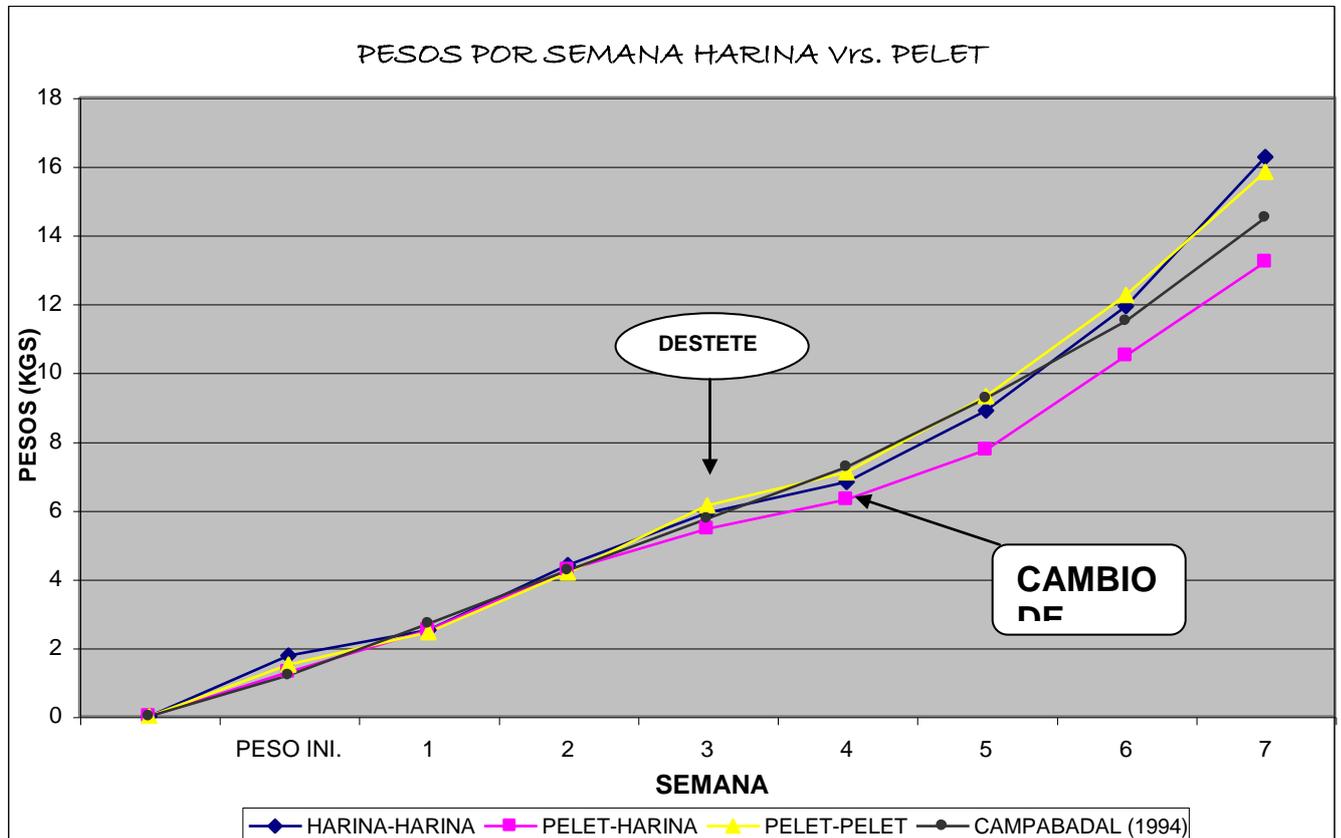
² SIGNIF. = Significancia

Según el análisis estadístico, no se detectaron diferencias estadísticas como efecto de la presentación de alimento sobre el peso vivo de los cerdos entre las semanas 1 y 6 al comparar los diferentes tratamientos. Sin embargo en la última semana del estudio (semana 7) no se detectó diferencia significativa entre los tratamientos A y C; pero sí entre estos dos tratamientos y el tratamiento B, como se observa en el cuadro 4. Al analizar los resultados durante las tres semanas de lactancia se observa que el comportamiento de los distintos tratamientos es muy similar hasta el destete (21 días), la semana siguiente demuestra un comportamiento distinto de los tratamientos A y C que no se vieron muy afectados por el destete y el tratamiento B que se empieza a separar ligeramente de los otros tratamientos (ver gráfica 1). La semana después del destete se considera como crítica, en donde se presenta el problema llamado “caída del destete”, caracterizado por problemas de reducción en la absorción de nutrimentos y problemas de deshidratación y diarreas. A los 28 días (4 semanas) se realizó el cambio de alimento preiniciador a iniciador en donde los tratamientos A y C siguieron consumiendo alimento en forma de harina y peletizado respectivamente, mientras que el tratamiento B que estaba consumiendo alimento peletizado se le cambió por alimento en harina; este cambio lo afectó aún más ya que no se logró recuperar durante las semanas siguientes, aunque en el análisis estadístico hasta la semana 6 reportan que no existen diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, en la última semana del estudio (semana 7), los tratamientos A

y C fueron mejores en cuanto al peso vivo en comparación al tratamiento B, ($P < 0.01$). Los datos obtenidos no coinciden con lo reportado por Hanke *et al* (1972), Baird (1973) y Wondra *et al* (1995), citados por Hancock *et al* (1996) en donde las dietas peletizadas mejoraban la ganancia diaria promedio. El efecto del peletizado sobre los rendimientos productivos de los cerdos ha producido resultados muy variables, debido a que dependen en gran parte de la edad o peso del cerdo. Al resumir los reportes de Jensen (1996) y Crenshaw (2000) citados por Campabadal y Navarro (2000) indican mejoras que van desde un 5 y un 14.2% en promedio de la ganancia de peso por efecto del peletizado en dietas para lechones. Así mismo, la magnitud de la respuesta al peletizado para cerdos en desarrollo y engorde es menor ya que las mejoras en la ganancia de peso varían entre 2 y 5%. Sin embargo, otros investigadores reportan que no hay efectos significativos de la peletización sobre la tasa de crecimiento, como se comprueba en este estudio según los resultados obtenidos.

Como se observa en la gráfica 1, los pesos alcanzados por semana al destete en cada tratamiento se mantuvieron muy similares al ideal, según lo reportado por Campabadal (1994). Estos se vieron disminuidos levemente durante la cuarta semana, sin embargo durante la quinta semana los tratamientos A y C se lograron recuperar alcanzando mejores pesos que el ideal en las semanas seis y siete respectivamente. En lo que respecta al tratamiento B, no logró recuperarse después de la cuarta semana, ya que el peso estuvo por abajo en comparación con el peso ideal, por lo que no llegó a los valores zootécnicos esperados al final del estudio.

GRAFICA 1: Efecto de los tratamientos sobre el peso promedio semanal (kg/cerdo).



6.2 CONSUMO DE ALIMENTO:

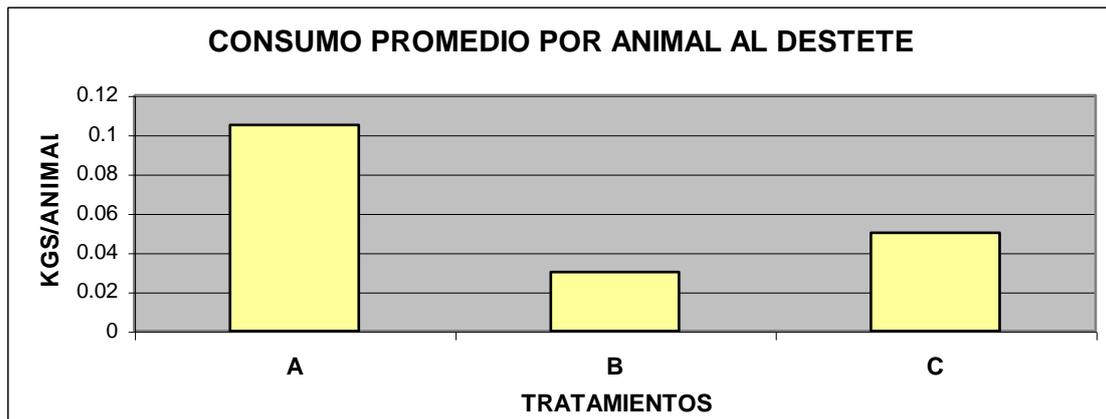
Cuadro 5: Efecto de los tratamientos sobre el consumo voluntario de alimento balanceado promedio (animal/día) al destete (21 días) y a los 49 días.

| VARIABLE | TRATAMIENTOS | | |
|-----------------------------------|--------------|-------|-------|
| | A | B | C |
| Consumo de los 5 a 21 días (Kg). | 0.105 | 0.03 | 0.05 |
| Consumo de 22 a los 49 días. (Kg) | 18.58 | 12.28 | 13.90 |

* Trat.: A=Harina-Harina B=Pelet-Harina C=Pelet-Pelet

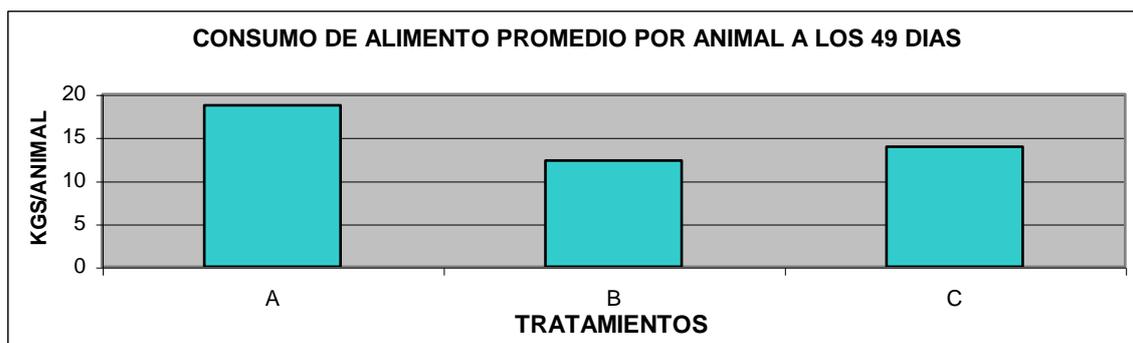
En el anterior cuadro se presentan los consumos voluntarios de alimento tanto en la fase de pre-inicio como inicio, en el cual se observa que el tratamiento B fue el que presentó menor consumo de alimento, seguido del tratamiento C y luego el tratamiento A que fue el que presentó mayor consumo en las dos fases. Los datos de consumo al destete coinciden con lo reportado por Cuarón (s.f) que durante la lactancia el consumo voluntario de alimento, aunque se observa desde los 10 a 14 días, no es significativo sino hasta los 21 días o más días de edad. Hancock (1999) citado por Campabadal y Navarro (2000), explica que existe poco consenso sobre el efecto del peletizado sobre los rendimientos de los cerdos. Una de las posibles razones, es que el peletizado aumenta la densidad en volumen de las dietas, reduce la polvosidad haciéndolas más palatables, sin embargo, la mejora en cuanto a la palatabilidad no es constante, más bien en la mayoría de los casos se observa una reducción en el consumo de alimento. Este autor atribuye el efecto benéfico del peletizado a una mejora en la digestibilidad de la materia seca, del nitrógeno y de la energía, debido a que el efecto del calor, la hidratación y la fricción producen una ruptura de las estructuras de los almidones y de las proteínas haciéndolas más accesibles a las enzimas digestivas.

GRAFICA 2: Efecto de los tratamientos sobre el consumo voluntario promedio de alimento balanceado al destete (21 días).



Trat.: A=Harina-Harina B=Pelet-Harina C=Pelet-Pelet

GRAFICA 3: Efecto de los tratamientos sobre el consumo voluntario promedio de alimento balanceado a los 49 días.



Trat.: A=Harina-Harina B=Pelet-Harina C=Pelet-Pelet

6.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA:

Cuadro 6: Efecto de los distintos tratamientos sobre la conversión alimenticia a los 21 días y acumulada a los 49 días.

| EDAD (DIAS) | TRATAMIENTOS | | | TESTIGO* | |
|-------------|--------------|------|------|----------|-------|
| | A | B | C | HARINA | PELET |
| 21 | 0.025 | 0.01 | 0.01 | - | - |
| 49 | 1.16 | 1.17 | 1.02 | 1.67* | 1.50* |

Trat.: A=Harina-Harina B=Pelet-Harina C=Pelet-Pelet

* Testigo a los 35 días de edad según Campabadal (1996)

Como se puede observar en el cuadro anterior a los 21 días (destete), los tratamientos B y C en donde se ofreció el alimento en forma de pelet fueron los mejores debido a que presentaron menor conversión alimenticia que el tratamiento A en donde se ofreció alimento en forma de harina; esto es relativo debido a que como se discutió anteriormente, en esta etapa la leche materna es la que determina los rendimientos productivos.

Los resultados obtenidos a los 49 días muestran que el mejor fue el tratamiento C que siguió consumiendo alimento peletizado, seguido del A que siguió consumiendo alimento en harina y por último el B que sufrió el cambio de alimento peletizado a harina a los 28 días de edad (una semana después del destete). En las conversiones promedio obtenidas al final del estudio el tratamiento C presentó una mejoría de un 12% aproximadamente sobre el tratamiento A y de un 13% sobre el tratamiento B. Estos resultados coinciden con los reportados por Liptrap y Hogberg (1991) en los cuales establecen que las dietas peletizadas mejoran la eficiencia alimenticia entre un 5.9 y un 7.4%,

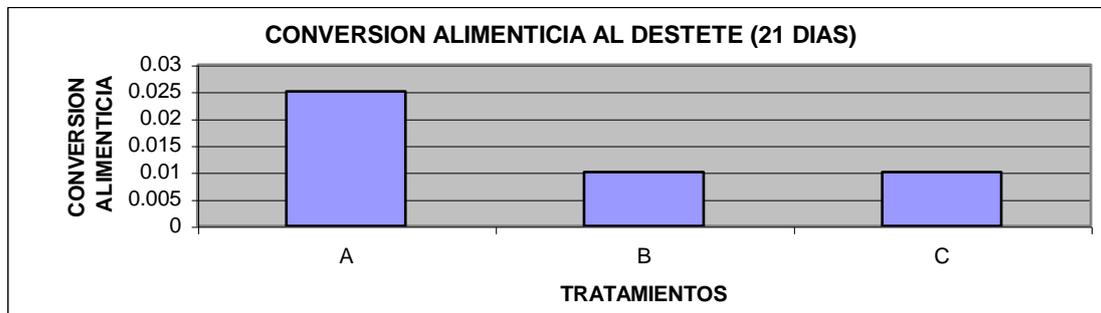
así mismo Stark *et al* (1993) citados por Campabadal (1996) evaluaron en lechones recién destetados el valor nutritivo de dietas en forma de harina, peletizadas y peletizadas con más de 25% de finos, en donde reportó que de 7 a 35 días la conversión fue más eficiente en un 9% para la dieta peletizada sobre la dieta en harina. Jensen y Becker (1965) citados por Abril (2000), en cerdos en crecimiento, encontraron una diferencia de 3% en eficiencia de conversión a favor de alimentos peleteados cuando se compararon con alimento en harina, el resultado en estas etapas es afectado por la habilidad materna, por lo que en camadas provenientes de cerdas con deficiencias en este aspecto, podrían ser mayores las diferencias.

Con relación al efecto que causa el peletizado sobre los rendimientos productivos de los cerdos, las opiniones son variadas. Easter y Ellis (2000) citados por Campabadal y Navarro (2000), establecen que aunque el proceso de calor asociado al peletizaje causa una gelatinización parcial de los almidones, no hay una clara evidencia de que esta sea la causa de la mejora en la eficiencia de la utilización de los alimentos. Más bien la mejora en conversión se debe a una reducción en el desperdicio de los alimentos. Sin embargo ellos también concluyen, que existe una mejora en la utilización de los nutrimentos como es el caso del fósforo que se vuelve más digestible por el proceso del peletizado. Investigadores de las Universidades de Purdue, Ohio State y Michigan (Tri-State, 1998) citados por Campabadal y Navarro (2000), concluyen que el efecto en cuanto a mejora en la conversión alimenticia se

debe a dos factores: Primero, a una reducción en el desperdicio de alimento, y segundo, a una mejora en la digestibilidad de los nutrientes dado que el molido fino de los granos antes del peletizado aunado al uso del vapor y temperatura, hacen que el área de superficie de los almidones se aumente, lo que mejora el contacto con las enzimas digestivas.

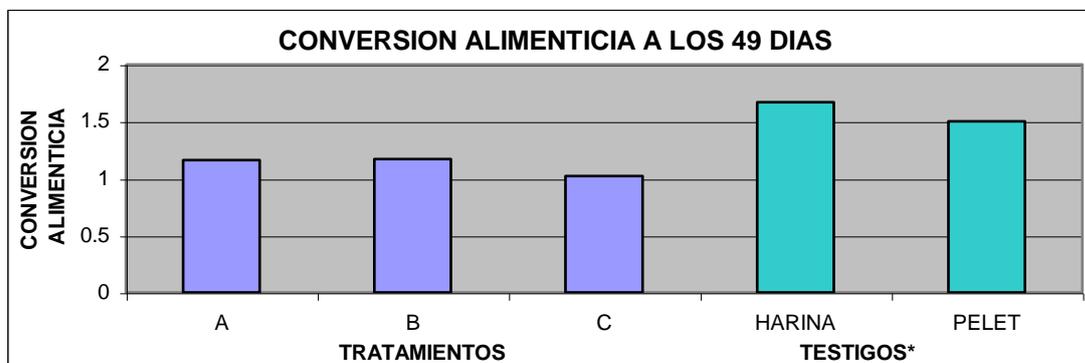
Como se observa en el cuadro 6, los tratamientos evaluados en este estudio presentaron menor conversión alimenticia a los 49 días en comparación a lo reportado por Campabadal (1996) a los 35 días de edad, por el efecto del peletizado sobre los rendimientos de lechones posdestete.

GRAFICA 4: Efecto del alimento sobre la conversión alimenticia a los 21 días (destete).



*Trat.: A=Harina-Harina B=Pelet-Harina C=Pelet-Pelet

GRAFICA 5: Efecto del alimento sobre la conversión de alimento a los 49 días.



Tratamientos: A=Harina-Harina B=Pelet-Harina C=Pelet-Pelet
 *Testigos: A los 35 días de edad según Campabadal (1996)

6.4 MORTALIDAD:

Cuadro 7: Efecto de los tratamientos sobre la mortalidad durante el estudio.

| Variable | TRATAMIENTOS | | |
|----------------|--------------|------|---|
| | A | B | C |
| Mortalidad (%) | 0 | 5.55 | 0 |

Trat.: A=Harina-Harina B=Pelet-Harina C=Pelet-Pelet

En lo que respecta a la mortalidad solo el tratamiento de pelet-harina, presentó un lechón muerto por aplastamiento en el área de maternidad, que no es atribuible a efecto del tratamiento.

6.5 PRESENCIA DE DIARREAS:

Cuadro 8: Efecto de los tratamientos sobre la presencia de diarreas, expresadas en porcentaje a los 8 y 25 días de edad de los cerdos.

| VARIABLE | TRATAMIENTOS | | |
|------------------------|--------------|-------|-------|
| | A | B | C |
| Diarreas al día 8 (%) | 55.55 | 33.33 | 28.57 |
| Diarreas al día 25 (%) | 33.33 | 11.11 | 7.14 |

Trat.: A=Harina-Harina B=Pelet-Harina C=Pelet-Pelet

Como puede observarse en el cuadro 8, al realizar las dos observaciones sobre presencia de diarrea durante el estudio, los cerdos del tratamiento de harina-harina presentaron mayor incidencia de diarrea que el tratamiento de pelet-harina y pelet-pelet a los 8 y 25 días respectivamente. Existen numerosas causas que pueden producir diarrea a los lechones, siendo la más común la causada por los distintos tipos de E. coli que se caracteriza por materia fecal amarillenta y acuosa. Los lechones son más susceptibles del día 1 al 4, a la tercera semana y al destete, según Campabadal (1994).

Al observar la presencia de diarrea después del destete se puede considerar como normal debido a que un cambio drástico de la leche materna a una dieta basada en cereales y proteínas de soya será acompañada de una reducción en el crecimiento y en la presencia de diarrea posdestete.

Easter (1995), citado por Campabadal y Navarro (2000), considera que la diarrea posdestete es el producto de residuos no digeridos de carbohidratos, proteínas y grasas que llegan al intestino grueso del cerdo y que representan un substrato ideal para la fermentación microbiana. Los productos de la fermentación crean un cambio en la presión osmótica entre el contenido del intestino y los tejidos intestinales que lo rodean. El cerdo para reducir este desbalance osmótico libera agua del tejido de la mucosa al lumen del intestino, lo que produce un material fecal líquido.

6.6 ANÁLISIS FÍSICO DEL ALIMENTO:

Cuadro 9: Comparación de los análisis físicos del alimento en harina y pelet utilizados en el estudio.

| Variable | Harina | | Pelet | |
|----------------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| | Preiniciador | Iniciador | Preiniciador | Iniciador |
| Humedad (%) | 10.8 | 11.3 | 10.1 | 10.7 |
| Finos (%) | 28.2 | 26.6 | 5.2 | 3.8 |
| Densidad (g/l) | 580.5 | 554.7 | 606.3 | 593.4 |

Como se observa en el cuadro 9, el proceso de peletizado disminuye la humedad del alimento debido a que este es sometido a altas temperaturas y se pierde agua por evaporación. Así mismo, el porcentaje de finos en el pelet se ve disminuido considerablemente ya que este es comprimido formandose una pastilla compacta. En lo que respecta a la densidad, presentó un aumento

al momento de peletizar el alimento en comparación al alimento en harina. La durabilidad no se aplica en este caso en el pelet ya que después de salir del dado que le da forma y tamaño se sometió a un quebrado para tener una partícula de menor tamaño llamada Etts, para el consumo de los lechones.

6.7 COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL ALIMENTO:

Cuadro 10: Composición bromatológica del alimento en harina y pelet utilizado en el estudio en las fases de preinicio e inicio en cerdos.

| Alimento | Humedad % | Proteína % | Grasa % | Fibra % | Cenizas % | Calcio % | Fósforo % |
|------------------|-----------|------------|---------|---------|-----------|----------|-----------|
| Preinicio Harina | 10.92 | 16.73 | 5.59 | 1.67 | 5.80 | 0.60 | 0.75 |
| Preinicio Pelet | 10.66 | 16.68 | 5.93 | 1.74 | 5.86 | 0.68 | 0.72 |
| Inicio Harina | 10.92 | 17.65 | 5.86 | 2.33 | 4.74 | 0.72 | 0.68 |
| Inicio Pelet | 10.78 | 17.55 | 6.52 | 2.83 | 4.84 | 0.79 | 0.65 |

Como se observa en el cuadro 10, al comparar la composición bromatológica del alimento en las presentaciones de pelet y harina en las fases de preinicio e inicio, los componentes nutricionales sufren una leve variación que es normal en el proceso del peletizado. Los componentes que disminuyeron fueron el fósforo y la proteína en una mínima parte y la humedad debido al calor (<60°C) a que es sometido el alimento.

6.8 ANÁLISIS ECONÓMICO:

Se utilizó la Tasa Marginal de Retorno (TMR) mediante la metodología propuesta por CIMMYT (1988), en la cuál se considera los costos variables atribuibles a los tratamientos y los beneficios que se derivaron de la venta de los cerdos a los 49 días.

Cuadro 11: Cálculo de los beneficios netos por tratamiento, calculados a los 49 días.

| Tratamientos | | | |
|-------------------------------|----------|----------|----------|
| Ítem considerado | A | B | C |
| Beneficios | | | |
| Peso a los 49 días Kg | 16.27 | 13.20 | 15.83 |
| Precio Q/Kg | 24.20 | 24.20 | 24.20 |
| Beneficio bruto (Q) | 393.73 | 319.44 | 383.09 |
| Costos | | | |
| Consumo Preinicio Kg | 0.11 | 0.03 | 0.05 |
| Precio Q/Kg | 8.82 | 9.12 | 9.12 |
| Costo Preiniciador Q | 0.93 | 0.27 | 0.46 |
| Consumo Iniciador Kg | 18.58 | 12.28 | 13.90 |
| Precio Q/Kg | 4.22 | 4.22 | 4.77 |
| Costo Iniciador Q | 78.41 | 51.82 | 66.30 |
| Costo Total Variable Q | 79.33 | 52.10 | 66.76 |
| Beneficio Neto Q | 314.40 | 267.34 | 316.33 |

*Trat.: A=Harina-Harina B=Pelet-Harina C=Pelet-Pelet

En función de los tratamientos, el análisis de dominancia permitió establecer que los tratamientos de pelet-pelet y pelet-harina, resultaron ser los dominantes, mientras que el tratamiento harina-harina fue dominado, por lo que al calcular la tasa de retorno marginal este tratamiento no fue tomado en cuenta.

Cuadro 12: Análisis de dominancia.

| TRATAMIENTOS | COSTOS VARIABLES | BENEFICIOS NETOS |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|
| Pelet-Harina | 52.10 | 267.34 |
| Pelet-Pelet | 66.76 | 316.33 |
| Harina-Harina | 79.33 | 314.40 d*. |

* d. Tratamiento dominado.

Cuadro 13: Análisis de retorno marginal.

| TRATAMIENTOS | Costos Variables | Costos Marginales | Beneficios Netos | Beneficios Netos Marginales | TRM (%) |
|---------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------|
| Pelet-Harina | 52.10 | 14.66 | 267.34 | 48.99 | 334.17 |
| Pelet-Pelet | 66.76 | | 316.33 | | |

VII. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en que se realizó este estudio, la variable ganancia de peso a los 21 días (destete), no presentó diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.01$), entre los tratamientos evaluados.

En cuanto a la variable ganancia de peso a los 49 días, no hubo diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.01$); entre los tratamientos pelet-pelet y harina-harina, pero sí entre estos dos y el tratamiento pelet-harina.

Después del destete (21 días) y cambio de alimento de preiniciador a iniciador (28 días), el tratamiento pelet-harina no se pudo recuperar en cuanto a ganancia de peso en comparación con los otros tratamientos.

En cuanto a la variable consumo de alimento el tratamiento de pelet-harina fue el que presentó menor consumo a los 21 (destete) y 49 días, seguido de los tratamientos pelet-pelet y harina-harina respectivamente.

En cuanto a la variable conversión alimenticia a los 21 días, los tratamientos pelet-pelet y pelet-harina presentaron igual conversión, la cuál fue menor a la del tratamiento harina-harina. Sin embargo, a los 49 días el tratamiento que presentó menor conversión alimenticia fue pelet-pelet, seguido de harina-harina y pelet-harina respectivamente.

En lo que respecta a Mortalidad, únicamente se presentó en el tratamiento pelet-harina, la cual no se atribuye a los tratamientos.

En cuanto a presencia de diarreas, se presentó en todos los tratamientos a los 8 y 25 días de edad de los cerdos, siendo el tratamiento harina-harina el que presentó mayor porcentaje, seguido del tratamiento pelet-harina y pelet-pelet respectivamente.

Se estimó que el tratamiento pelet-pelet obtuvo la mejor Tasa Marginal de Retorno (TMR) calculada a los 49 días.

VIII. RECOMENDACIONES

De acuerdo al análisis económico/biológico, bajo las condiciones en que se realizó este estudio, se recomienda el uso de alimento peletizado para las fases de preinicio e inicio para cerdos.

Evaluar la utilización de alimento peletizado en cerdos en las etapas de engorde en cuanto a: ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y en términos económicos.

IX. RESUMEN

LORENZANA SANDOVAL, E.R. 2001. Evaluación de dos formas físicas de presentación de alimento (harina vrs pelet) de cerdos en las fases de pre-iniciación e iniciación. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 52 p.

Palabras clave: Cerdos, alimento preiniciador, alimento iniciador, presentación de alimento, alimento en harina, alimento peletizado, consumo de alimento, peso al destete, peso a los 49 días, conversión alimenticia, mortalidad, presencia de diarreas, calidad del pelet.

Con el propósito de conocer la eficiencia del alimento preiniciador e iniciador de cerdos utilizando dos formas de presentación del alimento (harina vrs pelet), se realizó el presente estudio cuyo objetivo fue determinar el efecto de la presentación de alimento sobre el peso vivo al destete, peso vivo a los 49 días, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, presencia de diarreas y la calidad del pelet, así como también su efecto desde el punto de vista económico. Se utilizaron 50 lechones distribuidos entre los tres tratamientos, a los lechones se les ofreció agua y alimento preiniciador a libre acceso a partir del día 5 de edad en bebederos y comederos especiales para la edad, se destetaron a los 21 días de edad y se trasladaron a las jaulas de destete en donde se continuo ofreciendo alimento preiniciador hasta los 28 días

de edad, día en el cual se les cambió paulatinamente a alimento iniciador el cual se ofreció hasta los 49 días de edad, día en el cual concluyó el estudio. Se realizaron pesajes semanales para crear curvas de crecimiento.

El diseño utilizado fue Completamente al Azar para las variables peso a los 21 días y peso a los 49 días, la unidad experimental fue un cerdo, se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey cuando fueron detectadas diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. Se hizo un análisis de covarianza, siendo el peso inicial la covariable ($P < 0.01$). Para el resto de variables únicamente se aplicó estadística descriptiva.

Los tratamientos evaluados fueron: **Harina-Harina**; Alimento preiniciador e iniciador en harina (tratamiento testigo), **Pelet-Harina**; alimento preiniciador en pelet e iniciador en harina y **Pelet-Pelet** alimento preiniciador e iniciador en pelet.

Los resultados obtenidos demuestran que no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.01$) entre los tres tratamientos hasta los 42 días de edad. Sin embargo, durante la última semana del estudio (49 días), no se observaron diferencias entre los tratamientos Harina-Harina y Pelet-Pelet, pero sí de estos dos tratamientos con el tratamiento Pelet-Harina ($P < 0.01$).

Desde el punto de vista económico, el tratamiento Pelet-Pelet obtuvo la mejor Tasa Marginal de Retorno (TMR) calculada a los 49 días.

De acuerdo a las condiciones en que se realizó este estudio, desde el punto de vista económico y biológico, se recomienda el uso de alimento peletizado para las fases de preinicio e inicio en cerdos, así como evaluar la utilización de alimento peletizado en cerdos para las fases de engorde.

X. BIBLIOGRAFIA

- BIERER, B. W.; VICKERS, C.L. 1958. The effect of pelletizing on vitamins A and E. Journal American Veterinary Medical Association. p.133, 228.
- CAMPABADAL, C.M. 1991. Manejo y alimentación del lechón del nacimiento hasta el destete. Asociación Americana de la Soya. (México). No.92:3-11.
- . 1993. Alimentación eficiente de cerdos en desarrollo y engorde bajo condiciones tropicales. Costa Rica, Asociación Americana de la Soya. s.p.
- ; NAVARRO GONZÁLEZ, H. 1994. Manejo y alimentación del lechón pre y post destete. México, Asociación Americana de Soya. p. 14-15. (no. 92).
- . 1996. Alimentación del lechón al destete. Costa Rica, Asociación Americana de la Soya. 23 p. (no. 146).
- . 2000. Alimentación de los cerdos en condiciones tropicales. México, Asociación Americana de Soya. 279 p.
- CAVEGN, T. 1989. New feed technology and vitamin stability in compound feeds. s.l. s.n. s.p.
- CIMMYT. 1998. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México D.F. p 30-54.
- CHARLES, O.W.; HUSTON, T.M. 1970. Stability studies of vitamin K material subjected to pelleting and storage. XIV World's Poultry Congr. Sci. Comm. II Madrid, Spain, 693-697.

- CONGRESO NACIONAL DE PORCICULTURA. (1., 2000, Guatemala). 2000. Beneficios del proceso de peletizado en alimentación de cerdos. Ed. por Julio R. Abril. Guatemala, APOGUA/GRETECEG. p. 33-37.
- CRUZ, J. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- CUARÓN IBARGÜENGOYTIA, J.A. s.f. Requerimientos nutricionales, con énfasis en las demandas de los lechones. Querétaro, México, Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP. 13 p.
- FLORES GARCIA, W. 1992. Efecto de la peletización y de la extrusión sobre la estabilidad de las vitaminas. Departamento de Nutrición Animal. 8 p.
- HANCOCK, J. D. et al. 1996. Efecto del procesamiento del alimento sobre la producción porcina: Segunda parte - peletización. Feed Grain. (E.E.U.U.). 5(4):26-30.
- MACIAS, M.E. 1988. Peletizado de alimentos balanceados. Tecnología Avipecuaria (México). 1(5):3-7.
- TURNER, R. 1998. Técnicas de procesamiento de alimentos para animales e ingredientes. California USA, California Pellet Mill Company. 15p.

Br. Erick Rodolfo Lorenzana Sandoval

Lic. Zoot. Luis Hernando Corado Cuevas
ASESOR PRINCIPAL

Lic. Zoot. Carlos E. Muñoz Molina
ASESOR

Med. Vet. Jacobo Pérez Consuegra
ASESOR

IMPRIMASE

Med. Vet. Mario Estuardo Llerena Quan
DECANO