

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Facultad de Ciencia Animal



TESIS

ESTUDIO DESCRIPTIVO DE LA CARCASA DE CERDOS ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSION DE MARANGO (*Moringa oleifera L.*)

Tesis sometida a la consideración del Consejo de Investigación y Desarrollo (CID) de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria, para optar al grado de:

INGENIERO AGRONOMO

Por

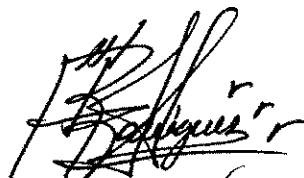
Br. Edwin Antonio Morales Guido.
Br. Ramón Efraín Paguaga Ramos.

Managua, Nicaragua, 2001

Esta tesis fue aceptada por el Consejo de Investigación (CID) de la facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria como requisito parcial para optar al grado de:

INGENIERO AGRONOMO

MIEMBROS DEL TRIBUNAL:



Ing. Rosa Arg. Rodríguez S.
Presidente

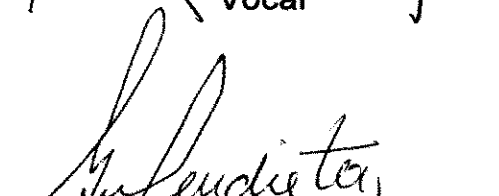


M.V. Enrique Pardo C. M.Sc.
Secretario



Ing. Marion Hernández B. M.Sc.
Vocal

TUTOR:



Ing. Bryan Mendieta M.Sc.
Profesor Consejero

SUSTENTANTES:



Edwin Antonio Morales Guido.
Estudiante



Ramón Efraín Paguaga Ramos.
Estudiante



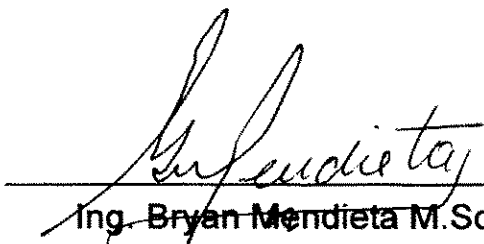
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Facultad de Ciencia Animal

Carta del tutor

Los Brs. Edwin Antonio Morales Guido y Ramón Efraín Paguaga Ramos realizaron el presente trabajo titulado: Estudio descriptivo de la carcasa de cerdos alimentados con diferentes niveles de inclusión de Marango (*Moringa oleifera L.*), en el periodo del 15 de Agosto del año 2000 al 18 de Julio del año 2001, dicho trabajo fue revisado por el M.V. Enrique Pardo y la Ing. Rosa Rodríguez.

Los Bachilleres desarrollaron con mucho esfuerzo, empeño y dedicación el presente trabajo.

Por lo tanto considero que este trabajo cumple los requisitos para ser evaluado por el tribunal asignado por la Facultad de Ciencia Animal.



Ing. Bryan Mendieta M.Sc.

Tutor

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente trabajo de tesis:

- * A DIOS, fuerza creadora que nos brindo el don de nacer, inspiración para tomar esta carrera y el valor y sabiduría para poder concluirla.
- * A mis padres Willfredo José Morales Ibarra y María Eugenia Guido de Morales, quienes en todo momento me brindaron su apoyo incondicional, tanto moral como económico, para poder prepararme y formarme como profesional útil para la sociedad.
- * A mis hermanos Willfredo J. Morales Guido, Francisco A. Morales Guido, Marlenes Morales Guido, Daysi M. Morales Guido y Cristian Morales Guido, quienes siempre me brindaron apoyo moral para continuar con mis estudios.
- * A mi hija Elyanis Auxiliadora Morales Corea, por ser motivo de inspiración y fuerza para cumplir mis metas y formarme como profesional.
- * A mis Abuelos y Familiares por quienes siempre me sentí motivado.
- * Al Lic. Ricardo Martínez y Sra. Por que gracias a su apoyo logre terminar con éxito mi carrera profesional.

Br. Edwin Antonio Morales Guido.

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente trabajo de tesis:

- * A DIOS, sobre todas las cosas, por haberme dado la vida, paciencia y sabiduría, necesarias para poder concluir mi carrera profesional.
- * A mis padres José Ramón Paguaga Quiñones y Mayra Ramos de Paguaga, que con su apoyo incondicional, tanto moral como económico, han hecho de mi un profesional útil para la sociedad.
- * A mi hermana Mayra A. Paguaga Ramos, quien siempre me brindo su apoyo moral para continuar con mis estudios.
- * A mi sobrina Nicole Stephanie Matus Paguaga, por ser motivo de inspiración para salir adelante en la vida.
- * A mi tía abuela Teresa Lovo (Tita), por sus consejos y su apoyo en todo momento de mi carrera.
- * A mi padrino Dr. Oscar Munguía, por sus consejos, su amistad, su apoyo y su confianza hacia mi persona.
- * A las familias Hernández Ramos y Ramos Hernández, por su ayuda y su apoyo incondicional, necesarios para la realización de este trabajo de tesis.
- * A mi amiga Honey María Aburto Villalta y Familia, por el apoyo que me brindaron en el transcurso de mi carrera.
- * A todos mis familiares que de una u otra forma me apoyaron en mi formación profesional.

Br. Ramón Efraín Paguaga Ramos.



AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma ayudaron en la realización del presente trabajo, en especial a las siguientes:

- * Al Ing. Bryan Mendieta Araica M.Sc. nuestro tutor y maestro, por habernos hecho partícipes de esta tesis que hoy concluimos gracias a su apoyo, amistad y asesoría en todo momento.
- * Al M.V Enrique Pardo Cobas, por su colaboración, su amistad y experiencia profesional que nos brindo durante la realización de este trabajo.
- * A la Ing. Rosa Rodríguez, por su apoyo, amistad, experiencia y consejos profesionales que nos brindo durante la conclusión de este trabajo.
- * Al Proyecto BIOMASA, que con fondos del Proyecto FAITAN, financiaron el proyecto del cual forma parte el presente trabajo.
- * A los Ing. Nadir Reyes, Elmer Guillen, Marlon Hernández, Luis Pasteur, Sergio Alvarez, al Lic. Ariel Cajina, por el aporte de sus conocimientos y orientaciones durante el desarrollo del presente trabajo.
- * A todo el personal que labora en el CENIDA, por la paciencia y gentileza en la búsqueda del material bibliográfico.
- * A los profesores, secretarias, amigos, familiares y a todas aquellas personas que de una u otra forma nos brindaron su ayuda para la culminación de nuestro trabajo.

Br. Edwin Antonio Morales Guido.

Br. Ramón Efraín Paguaga Ramos.

Morales, E. A.; Paguaga, R. E. 2001. Estudio descriptivo de la carcasa de cerdos alimentados con diferentes niveles de inclusión de Marango (*Moringa oleifera L.*) Tesis para optar al grado de Ing. Agrónomo. Managua, Nicaragua.

Palabras Claves: Alimentación, Marango, Cerdos, Rendimiento en canal, Espesor de la grasa dorsal.

Resumen

El presente estudio se realizó en la granja porcina de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en el kilómetro 13 carretera Norte desvío a Sabana Grande, Managua, Nicaragua. Este estudio duró 28 semanas comprendidas entre el 15 de Agosto del año 2000 al 8 de Marzo del año 2001. El objetivo general de estudio fue: contribuir a definir la calidad de la canal de cerdos a través de procesos de engorda utilizando dietas no convencionales para establecer las potencialidades o viabilidad de éstas en producción, utilizando diferentes raciones: (T1) Concentrado 100%, (T2) Marango 30% + 70% Concentrado, (T3) Marango 48% + 52% de Concentrado. Se utilizaron 36 cerdos híbridos, formándose grupos de 12 cerdos por tratamiento. Los cerdos se pesaron al inicio y luego cada 15 días hasta el momento de su sacrificio: 1er sacrificio y 2do sacrificio. En el primer sacrificio el T1 presentó el mayor rendimiento en canal con un 71.28%, superando en un 9.32% al T2 y en un 17.53% al T3. En el segundo sacrificio el T2 presentó el mayor rendimiento en canal con un 75.79%, superando en un 4.19% al T3 y en un 4.51% al T1. En el primer sacrificio se obtuvo una distribución similar entre los puntos de grasa dorsal de cada tratamiento, sin embargo el T1 alcanzó el mayor espesor de grasa dorsal con un promedio de 32.6 mm con una diferencia respecto al T2 de 10 mm y de 17 mm respecto al T3. En el segundo sacrificio se obtuvo una distribución variada entre los diferentes puntos de grasa dorsal de cada tratamiento, aquí el T1 siempre mantuvo el mayor espesor de grasa dorsal con promedio entre puntos de 32.6 mm con una diferencia respecto al T2 de 9.4 mm y de 12.2 mm respecto al T3. Se utilizó un análisis descriptivo, siendo las variables principales: rendimiento en canal (RC), peso vivo (PV), peso canal (PC), composición de la canal (CC), composición de la grasa (CG) y espesor de la grasa dorsal (EGD). Los cerdos del T2 en el 1er sacrificio obtuvieron un mayor porcentaje de carne en comparación con los otros tratamientos, mientras que los cerdos del T3 obtuvieron el mayor porcentaje de costilla y hueso en comparación con los otros tratamientos. Los cerdos del 2do sacrificio del T3 obtuvieron el mayor porcentaje de carne en comparación con los otros tratamientos, mientras que los cerdos del T1 obtuvieron el mayor porcentaje de costilla y el T2 obtuvo el mayor porcentaje de hueso y el menor porcentaje de grasa.

El análisis estadístico demostró que para el primer sacrificio existieron diferencias altamente significativas con respecto al peso final, peso canal, rendimiento y significativo en el hueso. En el segundo sacrificio existieron diferencias significativas en grasa, costilla y en el porcentaje de carne. Se realizó un análisis de separación de medias según Tukey al 5% para los casos en que se encontraron diferencias significativas. Esta prueba se realizó con el fin de categorizar los tratamientos.

INDICE GENERAL

Contenido	Páginas
Carta del tutor	
Dedicatoria	i-ii
Agradecimiento	iii
RESUMEN	iv
Indice General	
Indice de Tablas	
Indice de Gráficos	
Indice de Anexos	
I. <i>Introducción</i>	1
II. <i>Objetivos</i>	3
◆ Objetivo General	
◆ Objetivos Específicos	
III. <i>Revisión Bibliográfica</i>	4
3.1. El árbol de Marango (<i>Moringa oleifera</i> L.)	
3.1.1. Origen.	4
3.1.2. Descripción de la especie	4
3.1.3. Distribución.	4
3.1.4. Cualidades.	5
3.1.1. Requerimientos Ambientales.	5
3.1.1.1. Temperatura.	5
3.1.1.2. Altitud.	5
3.1.1.3. Precipitación.	5
3.1.1.4. Suelo.	6
3.1.2. Propagación y Plantación.	6
3.1.3. Utilización del árbol de Marango (<i>Moringa oleifera</i> L.)	6
3.1.3.1. Consumo Humano.	6
3.1.3.2. Cultivos Agrícolas.	6
3.1.3.3. Floculante Natural no Tóxico.	7
3.1.3.4. Plaguicida Natural.	7
3.1.3.5. Forraje.	7
3.1.3.6. Uso Medicinal.	7
3.2. Cualidades del Cerdo.	7
3.2.1. La Canal del Cerdo	9
3.2.2. Peso Vivo y Rendimiento en Canal	12
3.2.3. Factores que Afectan el Rendimiento en Canal	13
3.2.3.1. La presentación de la canal	13
3.2.3.2. Condiciones de la pesada en vivo	13
3.2.3.3. El momento en que se pesa la canal	15

3.2.4.	Clasificación de Canales	16
3.3.	Valor Nutritivo de la carne de cerdo.	17
3.3.1.	Según la Edad del Cerdo	17
3.3.2.	Según la Alimentación del Cerdo.	18
3.3.3.	Calidad Organoléptica de la Carne.	18
3.4.	Composición de la Grasa.	18
IV.	<i>Materiales y Métodos</i>	19
4.1.	Ubicación (Aspectos Generales)	19
4.2.	Tratamientos	19
4.3.	Instalaciones.	20
4.4.	Manejo de los Animales.	20
4.5.	Operaciones y Método de Sacrificio.	21
4.6.	Descripción Post-mortem.	23
4.7.	Variables Medidas.	24
4.8.	Diseño Estadístico.	26
4.9.	Análisis Estadístico.	26
4.10.	Análisis Financiero.	27
V.	<i>Resultados y Discusión</i>	28
5.1.	Rendimiento en Canal del Primer Sacrificio.	28
5.2.	Peso Vivo (PV) y Peso Canal (PC).	30
5.3.	Composición de la Canal de los Cerdos.	32
5.4.	Rendimiento en Canal del Segundo Sacrificio.	35
5.5.	Peso Vivo (PV) y Peso Canal (PC).	36
5.6.	Composición de la Canal de los Cerdos.	37
5.7.	Composición de la Grasa Dorsal.	39
5.8.	Espesor de la Grasa Dorsal del Primer Sacrificio.	39
5.9.	Espesor de la Grasa Dorsal del Segundo Sacrificio.	41
5.10.	Análisis Financiero.	42
VI.	<i>Conclusiones</i>	45
VII.	<i>Recomendaciones</i>	46
VIII.	<i>Bibliografía</i>	47
IX.	<i>Anexos</i>	

INDICE DE TABLAS

Tablas	Página No.
Tabla 1. Valores de rendimiento en canal del 1er sacrificio	28
Tabla 2. Separación de medias del Rendimiento en canal del 1er sacrificio	29
Tabla 3. Promedios de peso vivo y peso canal	30
Tabla 4. Análisis de Separación de Medias según Tukey al 5%	31
Tabla 5. Composición Porcentual de la Canal de Cerdos del 1er sacrificio	33
Tabla 6. Análisis de Separación de Medias según Tukey al 5% (Hueso, ln)	33
Tabla 7. Valores de Rendimiento en Canal	35
Tabla 8. Promedios de Peso Vivo y Peso Canal	36
Tabla 9. Composición Porcentual de Canal de Cerdos del 2do sacrificio	37
Tabla 10. Análisis de Separación de Medias según Tukey al 5% (Carne, ln)	38
Tabla 11. Promedios de la Grasa Dorsal de Cerdos del 1er sacrificio	40
Tabla 12. Promedios de la Grasa Dorsal de Cerdos del 2do sacrificio	41
Tabla 13. Cálculos de los Costos / Cerdos e Ingreso Total por Tratamiento	43
Tabla 14. Ingreso por venta de cerdos en canal	43
Tabla 15. Presupuesto Parcial (150 días)	44

INDICE DE GRAFICOS

Gráficos	Página No.
Gráfico 1. Rendimiento en Canal de Cerdos del 1er sacrificio	28
Gráfico 2. Peso Vivo y Peso Canal	30
Gráfico 3. Composición Completa de canales	33
Gráfico 4. Rendimiento en Canal de Cerdos del 2do sacrificio	35
Gráfico 5. Peso Vivo y Peso Canal	36
Gráfico 6. Composición Porcentual de la canal	37
Gráfico 7. Comportamiento de Puntos Dorsales de Grasa del 1er sacrificio	40
Gráfico 8. Comportamientos de Puntos Dorsales de Grasa del 2do sacrificio	41

INDICE DE ANEXOS

Anexos

- Anexo 1. Composición Química de las Dietas Utilizadas por cada Tratamiento en Estudio
- Anexo 2. Composición de las Fórmulas utilizadas
- Anexo 3. Resultados de Análisis Químico del Laboratorio de Bromatología
- Anexo 4. Esquema de las Instalaciones de la Porqueriza
- Anexo 5. Análisis de Varianza (ANDEVA) para el **1er Sacrificio** (Rendimiento)
- Anexo 6. Análisis de Varianza (ANDEVA) para el **1er Sacrificio** (Peso Vivo y Peso Canal)
- Anexo 7. Análisis de Varianza (ANDEVA) para el **1er Sacrificio** (Porcentaje de Gasa, Carne, Hueso y Costilla)
- Anexo 8. Análisis de Varianza (ANDEVA) para el **2do Sacrificio** (Rendimiento)
- Anexo 9. Análisis de Varianza (ANDEVA) para el **2do Sacrificio** (Peso Vivo y Peso Canal)
- Anexo 10. Análisis de Varianza (ANDEVA) para el **2do Sacrificio** (Porcentaje de Gasa, Carne, Hueso y Costilla)
- Anexo 11. Análisis de Acidos Grasos (%) de Grasa de Cerdos en Estudio
- Anexo 12. Composición Típica en Acidos Grasos de las Grasas del Cerdo
- Anexo 13. Composición en Acidos Grasos de algunos Depósitos Grasos (porcentaje en peso)
- Anexo 14. Análisis de Grasa de Carne de Cerdos en Estudio
- Anexo 15. Análisis de Acidos Grasos (%) de Carne de Cerdos en Estudio
- Anexo 16. Informe de Análisis de Laboratorio
- Anexo 17. Resultados de Análisis de Planta
- Anexo 18. Tabla Utilizada en la Recolección de Datos de cada Sacrificio

I. INTRODUCCIÓN

La producción de cerdos ha sido una tradición productiva y sus productos han tenido niveles altos de consumo en la población nicaragüense. Su importancia se demuestra en el hecho de ser la tercera fuente de proteína de origen animal consumida en el país.

El alto uso de los cereales para la alimentación de cerdos conlleva a que el hombre compita por el consumo de estos alimentos, los cuales alcanzan altos costos y se ubican fuera del alcance del pequeño y mediano productor, lo que provoca la búsqueda de nuevas alternativas para la reducción de estos costos.

En la industria porcina, el interés de los investigadores se ha dirigido a encontrar fuentes de alimentación baratas y eficientes, con el objetivo de disminuir los costos de producción; esto se debe a que en la explotación porcina el rubro de alimentación representa el 75% - 85% del costo total de la producción y a que los alimentos concentrados aumentan los costos de producción por sus precios elevados. Como consecuencia de lo antes mencionado se origina la necesidad de buscar nuevas alternativas que sean más baratas en relación con las condiciones económicas que presenta el país y que brinden al mercado canales que produzcan mayor cantidad de cortes magros y de buen rendimiento (Arana y Centeno, 1999).

En Nicaragua existen una serie de alimentos que pueden utilizarse en la alimentación de cerdos. Entre estos se destacan el Marango, que al utilizarse como fuente de energía y proteína podría bajar los costos de producción y dar un buen rendimiento en peso, aunque el efecto sobre la canal (cantidad y calidad) con relación a los alimentos convencionales de alto costo, todavía no es conocido.

En el presente trabajo se estudió la posibilidad de sustituir alimentos convencionales, por alimentos no convencionales de bajo costo y que brinden un buen rendimiento de canal, con el objetivo de buscar nuevas alternativas alimenticias; que hagan posible o viable la producción porcina desde el punto de vista económico en una situación de bajos precios al productor como la que actualmente se está experimentando.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- ◆ Contribuir a definir la calidad de la canal de cerdos a través de procesos de engorda utilizando dietas no convencionales, para establecer las potencialidades o viabilidad de éstas en la producción porcina.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ◆ Evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de Marango (*Moringa oleifera L*) sobre el rendimiento porcentual de la canal de cerdos, para el 1er sacrificio (150 días) y 2do sacrificio (195 días).
- ◆ Evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de Marango (*Moringa oleifera L*) sobre las variables peso vivo (PV) y peso canal (PC), para el 1er y 2do sacrificio.
- ◆ Evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de Marango (*Moringa oleifera L*) utilizado en la formulación de raciones para cerdos, sobre los componentes de la canal (Proporciones de Hueso, Grasa y Carne), para el 1er y 2do sacrificio.
- ◆ Evaluar la composición de la grasa dorsal de cerdos alimentados con diferentes niveles de inclusión de Marango (*Moringa oleifera L*), para el 2do sacrificio.
- ◆ Determinar el efecto de diferentes niveles de inclusión de Marango (*Moringa oleifera L*) utilizado en la formulación de raciones para cerdos, sobre el espesor de la grasa dorsal, para el 1er y 2do sacrificio.
- ◆ Realizar una evaluación financiera mediante presupuesto parcial para los tratamientos.

III. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

Según trabajos realizados por BIOMASA (1995), describen los siguientes aspectos acerca del Marango:

3.1. El árbol de MARANGO (*Moringa oleifera* Lam.)

3.1.1. Origen:

El Marango (*Moringa oleifera* L.) es una especie originaria del sur del Himalaya, Noreste de la India, Bangladesh, Afganistán y Paquistán e introducida a Nicaragua en los años 20 para ser utilizada como cercas vivas y ornamentales.

3.1.2. Descripción de la Especie:

Es un árbol que alcanza de 7 a 12 m de altura y 20 a 40 cm de diámetro a la altura del pecho; copa abierta, tipo paraguas; fuste generalmente recto, pero ocasionalmente quebrado o mal formado. Hojas compuestas, alternas, con una longitud total de 30 a 70 cm. Flores bisexuales con pétalos blancos, estambres amarillos, perfumadas. El fruto es alargado y delgado en forma de vaina con 20 a 60 cm de longitud, aunque existen algunas variedades que llegan a alcanzar 120 cm de longitud; contienen de 12 a 25 semillas por fruto; las semillas son de forma redonda y color castaño oscuro con 3 alas blanquecinas; cada árbol puede producir 15 000 a 25 000 semillas por año.

3.1.3. Distribución:

En América Latina y Centro América fue introducido y naturalizado en los años 20 del siglo pasado como árbol ornamental, cercas vivas y cortinas rompe viento. Se encuentra ampliamente distribuido en los países de la costa de Africa, también en Australia y Arabia.

En América su cultivo se extiende desde la parte sur de los estados de California y la Florida en Estados Unidos, hasta Perú, Paraguay y Brasil en América del sur.

3.1.4. Cualidades:

Es una especie de crecimiento rápido, fácil de establecer, purificador de agua, del aceite que se extrae se hacen perfumes y lubricantes de mecanismos finos.

3.1.1. *Requerimientos Ambientales*

3.1.1.1. Temperatura:

En América Central se encuentra en zonas con temperaturas de 6 a 38°C. Es resistente al frío por tiempo corto, pero no resiste menos de 2 a 3°C. A temperaturas menores de 14°C no florece y solamente se puede reproducir vegetativamente (estacas).

3.1.1.2. Altitud:

Se encuentra desde el nivel del mar hasta 1 800 m.s.n.m.

3.1.1.3. Precipitación:

Se puede plantar en sitios con precipitaciones de 500 a 1 500 mm anuales. No obstante, se desarrolla mejor en la época seca, en la cual también existe menos peligro de pudrición de los frutos.

3.1.1.4. Suelos:

Es una especie adaptada a una gran variedad de suelos.

3.1.2. Propagación y Plantación:

Se propaga mediante semillas y estacas. Hay aproximadamente de 3 000 a 4 000 semillas por kilogramo. Se siembran en bolsas y germinan entre los 6 y 8 días después de la siembra, el estacado se realiza con estacas grandes de 1m de longitud y 3 cm de diámetro lo cual asegura una fácil propagación.

Se plantan a distancias variables según el uso; soportan bien la poda y se le puede dar una forma arbustiva para cercas o podarlo a cierta altura, una poda al año permite obtener un árbol vigoroso y productivo.

3.1.3. Utilización del árbol de Marango (*Moringa oleifera* L.)

3.1.3.1. Consumo Humano:

Las hojas tiernas son consumidas como espinacas por su alto contenido de vitaminas, hierro, calcio y aminoácidos generalmente deficientes en muchos alimentos; y se recomienda para la prevención de anemia. La semilla seca molida es utilizada como condimento en salsas. Las raíces de las plantas nuevas se utilizan como condimento picante.

3.1.3.2. Cultivos Agrícolas:

De las hojas de este árbol se extrae una citocinina natural llamada Zeatina, la cual aplicada en los momentos claves del ciclo vegetativo de los cultivos en producción, aumenta el rendimiento y mejora el comportamiento de los mismos.

3.1.3.3. Floculante Natural no Tóxico:

Para la sedimentación de partículas minerales y orgánicas en proceso de purificación de agua potable, de aguas residuales, limpieza de aceites vegetales, sedimentación de fibras en la industria de jugos y de cervezas.

3.1.3.4. Plaguicida Natural:

Las hojas contienen un principio fungicida activo contra los hongos del derretimiento de las plántulas. Se entierran hojas en el semillero una semana antes de la siembra. El jugo de las raíces tiene propiedades nematocidas.

3.1.3.5. Forraje:

Se pueden obtener hasta 8-10 toneladas de proteína pura/ha/año cuando se le siembra para producción de forraje en altas densidades de plantación y 4 a 6 cortes al año, siendo superior a cualquier otro tipo de forraje. Las hojas contienen 32% de proteína (base seca).

3.1.3.6. Uso Medicinal:

La extracción acuosa de las hojas se utiliza para problemas digestivos y diarreas, así como en úlceras estomacales. Las flores se emplean en problemas respiratorios.

3.2. *Cualidades del Cerdo*

El cerdo siempre se ha considerado como el animal que posee mejores disposiciones para producir carne y grasa; por su gran poder digestivo, la mejor asimilación de los alimentos comparado con otras especies domésticas (Escamilla, 1981).

Su explotación presenta características tanto de interés productivo como económico entre las cuales cabe destacar: buena conversión alimenticia (3.5 – 4kg de alimento / kg de carne), alta prolificidad (8.12 lechones por camada), precocidad (5 – 6 meses alcanzan 90kg de peso vivo), buena capacidad para asimilar alimentos de procedencia animal y vegetal, alta producción de carne en canal (63 – 83%) y fácil manejo por su docilidad (García, 1990; citado por Arana y Centeno, 1999).

A pesar que el cerdo posee estas cualidades, en los países subdesarrollados de zonas tropicales aparentemente no disponen de condiciones climáticas ni de desarrollo técnico para cultivar cereales como fuente de alimento para cerdos, por lo que la producción porcina es escasa y es necesario importar alimento para estos animales (Cabrera et al., 1986).

También el aprovechamiento de rebaño en los diversos países es muy variable en razón de los métodos de explotación y hábitos de consumo (Pinheiro, 1973). La explotación altamente especializada, y el sacrificio de cerdos de reducida edad, redundan en un aprovechamiento elevado.

Por otra parte cuando se sacrifican cerdos de más edad disminuye el índice de aprovechamiento (Pinheiro, 1973). Observándose que la conformación de los cerdos para abasto tiene una fuerte tendencia a ser grasa, lo que demuestra que los sistemas de alimentación y selección, nos están produciendo una transformación energética muy costosa, puesto que transformamos la energía de los cereales a grasa animal (Peraza, 1973; citado por Mondragón, 1979).

No se debe olvidar que el cerdo, es en la explotación, el juez final de su alimentación, la carne o producto que proporcione al ser sacrificado dependerá de su buena o mala calidad de la alimentación.

En resumen, se ha demostrado que del tipo de alimentación a que se haya sujetado el cerdo desde su nacimiento depende la finalidad a que se destinará después del sacrificio (Menéndez y Agraz, 1987; citado por Arana y Centeno, 1999).

3.2.1. La Canal del Cerdo

Se entiende por canal, el cuerpo entero del animal después de sangrado, eviscerado y desprovisto de uñas y pelos (Pardo, 1996).

La apreciación de una canal debe permitir establecer con la máxima precisión:

1. El peso.
2. La composición.
 - ◆ Tanto por ciento de grasa.
 - ◆ Proporción de músculos.
3. La forma y las características de los tejidos musculares y adiposos (Zert, 1979).

Se ha notado en la porcicultura una tendencia marcada para reducir la grasa del cerdo, lo que obedece en parte, a la utilización de grasas vegetales y a la propaganda adversa que se realizó contra las grasas animales por su posible efecto nocivo sobre el sistema circulatorio humano (Berruecos, 1972).

Se distinguen dos tipos de cerdos, el tipo carne (Duroc, Yorkshire y Landrace) y el tipo grasa (Berkshire). Los cerdos de tipo grasa han perdido su popularidad por el cambio de preferencia de los consumidores. Además, es más caro producir grasa que carne porque la conversión alimenticia es más favorable para la carne (Koestlag, 1978; citado por Arana y Centeno, 1999).

Sin embargo, hay otras razones más importantes para realizar la selección contra la grasa del cerdo y todas estas, están basadas en la relación que tiene esta con otras medidas de la producción porcina, tales como la eficiencia en la conversión de alimento y la calidad de la canal. Estas relaciones pueden realizarse de la siguiente manera: Consideremos dos animales que de edad han alcanzado el mismo peso pero uno de ellos el doble de grasa en el lomo. Desde el punto de vista del promedio de ganancia, los dos cerdos tendrán los mismos valores, pero el hecho que uno de ellos tenga más grasa, está indicando que ese animal tuvo que consumir más alimento durante el periodo de engorda (Berruecos, 1972).

La medida de grasa en vivo, considerada junto con la ganancia de peso, da un mejor conocimiento sobre la eficiencia del animal, es así que si dos animales han tenido la misma ganancia, pero uno tiene más grasa, este último requirió mayor cantidad de alimento, por lo que resulta menos eficiente (Mondragón, 1979).

Esto se debe a que para la formación y depósito de un gramo de grasa se requiere el doble de alimento en comparación del que se requiere para el depósito de un gramo de proteína (Berruecos, 1972).

La antigua idea de escoger un tipo para ganar en vivo y no para ganar una exposición en canal, ha sido descontinuada. Los caracteres que deberán seleccionarse deben estar enfocados al aumento en la eficiencia productiva, la eficiencia en la conversión de alimento y la calidad de la canal (Mondragón, 1979).

Siendo la eficiencia alimenticia (consumo dividido entre ganancia de peso) uno de los criterios más importantes en el mejoramiento porcino, contamos con la evaluación del promedio de ganancia diaria (que es peso corporal dividido entre la edad del cerdo) y la grasa dorsal, para hacer una selección completa (Berruecos, 1972).

Por otro lado, debemos considerar que al reducir la grasa dorsal, se mejora automáticamente los cortes magros, se aumenta el ojo de la chuleta, el marmoleo de la carne y el color (Berruecos, 1972).

Industrial y económicamente la grasa constituye un grave problema, ya que dificulta el pesaje y el deshuese de la carne e interfiere en el procesamiento y elaboración de derivados cárnicos (MCGrath et al., 1968; citado por Cruz et al., 1982).

Por tanto la carne, para ser vendida en países desarrollados, requiere sobre todo ser magra. Las canales son clasificadas usualmente de acuerdo a su adiposidad, y los precios pagados están ajustados de acuerdo con ello. Dos terceras partes de toda la grasa en la canal de los cerdos es subcutánea, por esto una simple medida del espesor de la grasa del espinazo nos dará una buena información de la calidad de la canal. A medida que los cerdos se desarrollan el espesor de la grasa tiende a aumentar. Normalmente el depósito de grasa se mide sobre el músculo dorsal, hacia la mitad del último tercio del espinazo del cerdo (Whittemore, 1988; citado por Arana y Centeno, 1999).

Cuando se trata de examinar canales en gran escala, es de todo conveniente practicar el sacrificio de los animales a los pesos requeridos, que son de 45kg para los cerdos Pork y de 90kg para los cerdos bacón. En caso contrario, como sea que las proporciones de la grasa, músculos y huesos varían con el peso del animal, puede resultar que una canal magra a un peso determinado, sea grasa cuando se deja alcanzar pesos más elevados (Díaz, 1965).

3.2.2. *Peso Vivo y Rendimiento en Canal*

Se considera que el rendimiento de la canal, es la expresión porcentual de la relación entre el peso de la canal y el peso vivo del animal (Pardo, 1996).

El cerdo aprovecha muy bien los alimentos. Como promedio, se considera que se necesitan 350kg de ración para producir 100kg de cerdo vivo, lo que significa una conversión de 3.5:1, mediante cruzamientos inteligentes y raciones adecuadas, se puede llegar a una conversión de 2.5:1, economizando el 28.5% en el consumo de la ración (Pinheiro, 1973).

Desde el punto de vista del aprovechamiento industrial, la canal porcina rinde más de 75% del peso vivo, cifra superior a la de cualquier otra especie de utilidad zootécnica (Pinheiro, 1973).

Como ya se mencionó, el cerdo ofrece más del 75% del rendimiento neto en canal, debido a que el aparato digestivo es poco voluminoso y a la presencia de un panículo adiposo grueso y uniforme.

Los cerdos más gordos pueden alcanzar un rendimiento del 85%, pero como el mercado prefiere la carne y además producir carne es más barato que producir grasa, se prefiere un animal joven de 100kg como máximo que ofrece entre el 75% y 79% de rendimiento en canal (Pinheiro, 1973).

El aspecto de la canal es una característica muy importante en la apreciación de su valor. Esto depende en gran parte del cuidado, manejo y sacrificio de los animales. Ya que de lo contrario el mal trato puede provocar marcas indeseables, lesiones profundas, roturas de capilares, etc. Que provocan decomisos parciales, dichas lesiones carecen de significación higiénica pero deprecian el valor de la canal (Mondragón, 1979).

3.2.3. Factores que Afectan el Rendimiento en Canal

Zert (1979), afirma que el rendimiento en canal varía según los siguientes factores:

3.2.3.1. La presentación de la canal

Según se considere que forman, o no, parte de la cabeza, las patas delanteras, los riñones, la manteca y eventualmente, según se practique el corte de la cabeza, su peso varía notablemente.

3.2.3.2. Las condiciones de la pesada en vivo

Según se pese al animal en la granja o en el matadero, el peso neto varía en razón de las circunstancias siguientes:

A) El tiempo transcurrido entre la última comida y el sacrificio, juega un papel capital, modificando el estado de repleción del tubo digestivo.

Se observa a partir de la última comida una pérdida de peso muy rápida, que corresponde a dos fenómenos:

- A la disminución del contenido gastrointestinal, que hace descender el peso vivo pero no el de la canal, y que tiende a mejorar el rendimiento;
- A una pérdida de sustancia (agua, proteínas, grasas, glucósidos), que hace descender el peso de la canal.

Es el primer fenómeno el más importante; tras el ayuno aumenta el rendimiento, pero el peso neto disminuye ligeramente.

B) La agitación, la fatiga.

Estudios efectuados en Estados Unidos han demostrado que la administración de un tranquilizante permitió, al menos en bueyes, reducir la pérdida de peso provocado por el viaje: tras unos 1 200km, los animales perdieron 11.7% de su peso y los tratados solamente un 10.6%.

En la práctica parece aconsejable, cuando los cerdos hayan viajado, darles de beber y dejarlos reposar 12 a 20 horas del sacrificio. Con ello mejora mucho la limpieza del intestino.

C) La cantidad y composición de la ración.

Es importante tener presente esto cuando se comparan dos tipos de raciones: la composición del peso vivo ganado puede ser sensiblemente diferente.

Del mismo modo, cuando se emplean raciones voluminosas o celulósicas como freno al final del cebo, no se debe olvidar la disminución del rendimiento que generalmente provocan.

D) Un factor individual genético, que depende del tipo del animal y de la raza.

E) El peso del animal.

A medida que el animal crece aumenta su rendimiento: Harrigton, 1965; citado por Zert, (1979) en Inglaterra, observó que el rendimiento (con cabeza) pasa de 70 a 75% en canal de 21 a 40kg, y a 80% en los de 80kg. los órganos internos se desarrollan, en efecto, con menos rapidez que las demás partes del cuerpo.

F) El estado de engrasamiento.

A igualdad de las demás circunstancias, el rendimiento es tanto mayor cuando más engrasados estén los cerdos; tiene por causa, en primer lugar, la composición corporal, pero, además, la pérdida menor durante la refrigeración u oreo.

3.2.3.3. El momento en que se pesa la canal tras el sacrificio así como las condiciones de refrigeración

Según la costumbre, se puede tomar como base las indicaciones siguientes:

- ▷ Peso vivo: peso obtenido en la granja tras 12 horas de ayuno.
- ▷ Peso neto:

Con cabeza: peso de la canal completa con cabeza, patas, manteca, riñones, obtenido en caliente (menos de dos horas después del sacrificio) y descontado el 2% (por oreo).

Sin cabeza: peso de la canal sin cabeza (dejando en la canal la papada), con patas, manteca y riñones, obteniendo en caliente (menos de dos horas después del sacrificio) y descontando el 2% (por oreo).

- ▷ Peso de la cabeza: por término medio se puede considerar que el peso de la cabeza representa el 6 – 7% de la canal, con variaciones sensibles según la raza, el individuo y el peso (Zert, 1979).

El cerdo hace utilización de la proteína en el período de crecimiento que llega más o menos hasta los 60kg de peso vivo y a partir de este peso hasta el

sacrificio deposita mayor cantidad de grasa que de músculos, por esto se divide el desarrollo en dos períodos que son de 30 – 60 y de 60 – 90kg de peso vivo. A medida que se incrementa el nivel de energía disminuye la cantidad de carne magra de la canal pero no la ganancia / día de carne magra, a un nivel dado de proteína en cerdos en crecimiento; y al incrementar la proteína restringe la deposición de grasa y aumenta el contenido de carne magra (Levis y Hardy, 1970).

Las raciones que contienen un nivel elevado de proteína producen canales más magras, disminuyen la cantidad de grasa de la canal y aumentan la superficie del muslo de los lomos y el porcentaje de cortes magros de la canal. Datos recientes de la Universidad de Florida y Nottinham muestran que raciones con un contenido bajo de proteína, determinan que el cerdo deposite en su organismo más grasa y menos carne magra (Cunha, 1968).

Uno u otro nivel de energía o plano de alimentación resultan en un mejoramiento en las ganancias de peso vivo y la eficiencia de la conversión alimenticia, pero también incrementa la deposición de grasa en la canal, principalmente durante la etapa de finalización del crecimiento. Sin embargo el desarrollo de tejido magro ocurre siempre después, la deposición de grasa se vuelve predominante y de ahí que altos niveles de proteína en la fase de finalización pueden incrementar la producción de tejido magro y la restricción de deposición de grasa (Levis y Hardy, 1970).

3.2.4. Clasificación de Canales

La clasificación de canales es el método de evaluación más exacto. Se basa en la medición de cortes y en el estudio de las correlaciones existentes entre esas mediciones y la cantidad total de carne, grasa y hueso que posee la canal. Únicamente la clasificación de canales permite conocer el interior del animal (Pinheiro, 1973).

La clasificación de canales, como un método de evaluación en los trabajos de selección y mejoramientos de cerdos, se inició en Dinamarca el 12 de Marzo de 1907, con la fundación de la primera estación de prueba de cerdos del mundo, instalada en la isla de Fyn (Pinheiro, 1973).

Desde esa fecha hasta el momento actual, los métodos de evaluación de canales evolucionaron y se diversificaron. Además de Dinamarca, los países que más contribuyeron al estudio de este tema fueron Suecia, Alemania, Nueva Zelanda, Noruega, Canadá, URSS y Estados Unidos (Pinheiro, 1973).

Mc Meekan, (1940); citado por Pinheiro (1973), demostró que la composición anatómica de los cortes de lomo o de jamón constituyen un indicador razonable de la composición de la canal. Hammond (1960), a su vez, había señalado que el perfecto conocimiento de una canal porcina sólo puede lograrse mediante el corte, preferentemente en la región del lomo, pues, es una de las regiones más valiosas y se desarrolla en el último tercio.

La relación músculo / grasa, que es el elemento esencial del valor técnico de la canal es difícilmente determinable si no es por la disección completa de la misma, pero si se considera que la estimación de la adiposidad de la capa dorsal, da valores muy cercanos a ésta. A menor grasa dorsal, mayor cantidad de carne y viceversa (Mondragón, 1979).

3.3. Valor Nutritivo de la Carne de Cerdo

3.3.1. Según la Edad del Cerdo:

Debido al incremento de peso en los cerdos hace que se presenten variaciones en la proporción de agua en la carne y en la proporción de proteína, también hace que se presenten diferencias en la riqueza de grasa y sustancias minerales (Hornicke, 1961; citado por Niinivaara y Antila, 1973).

3.3.2. Según la Alimentación del Cerdo:

La alimentación influye poderosamente sobre la composición de la carne de cerdos. Los piensos de escaso contenido proteico reducen la proporción de proteína de la carne si bien favorecen la formación de tejidos adiposos (Grau, 1968; citado por Niinivaara y Antila, 1973).

3.3.3. Calidad Organoléptica de la Carne:

Según Bratzler, (1965); citado por Price y Schweigert (1976), expreso que la calidad organoléptica de la carne depende de factores tales como:

- ◆ El aroma.
- ◆ El sabor y la jugosidad.
- ◆ El color o aspecto.
- ◆ La blandura.

3.4. Composición de la Grasa

La grasa representa una forma de energía más concentrada que las proteínas y carbohidratos. Esta es la razón por la que para su producción, la grasa necesita más alimentos que el músculo (Forrest et al, 1979).

La cantidad y composición en la grasa de la alimentación humana, constituyen las principales determinantes de los niveles de colesterol y otras enfermedades (Keys et al, 1957; Hegsted et al, 1965; citados por FAO/OMS, 1997).

El efecto del ácido Linoleico para bajar el nivel de colesterol, es de dos a tres veces menor que el de los ácidos saturados, ya que se considera que los ácidos Láurico, Mirístico y Palmítico son los principales ácidos grasos que producen hipercolesterolemia, aunque pueden diferir en cuanto a la potencia (Bonanome, 1988; Denke, 1992; Zock, 1994; citados por FAO/OMS, 1997).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1. Ubicación (Aspectos Generales)

El presente estudio de tesis forma parte del proyecto BIOMASA, financiado por el proyecto FAITAN. El trabajo experimental se realizó en la granja Santa Rosa, propiedad de la Universidad Nacional Agraria (U.N.A), ubicada en el kilómetro 13 carretera Norte, a los 12° 08' 15" latitud Norte y los 86° 09' 36" longitud Oeste, de la comunidad de Sabana Grande, Municipio de Managua, con una elevación de 56 m.s.n.m. (INETER, 2000).

La zona presenta una época seca bien definida durante los meses de Noviembre a Mayo, con precipitación media anual de 1 132.07 mm y temperaturas anuales de 27.08 °C, con una humedad relativa de 73.2% (INETER, 2000).

4.2. Tratamientos

La composición química de las dietas utilizadas por los tratamientos en estudio se pueden apreciar en el anexo # 1.

Las dietas evaluadas fueron las siguientes:

- 1) 100% Concentrado (T1).
- 2) 30% de Marango + 70% de F1 (T2).
- 3) 48% de Marango + 52% de F2 (T3).

La composición de la fórmula 1 (F1) y 2 (F2) o concentrados que se utilizaron se pueden observar en el anexo #2. Resultados del Laboratorio de Bromatología de los ingredientes utilizados en las dietas se pueden observar en el Anexo # 3.

4.3. Instalaciones

Los boxers donde se alojaron los cerdos tenían una superficie de 7.5 metros cuadrados, con una altura del techo de 2.5 metros en el centro y a los lados 2 metros, con 1.3 metros de altura del piso al límite superior del corral, piso de concreto, techo de zinc, comederos divididos en cinco subcomederos de 40 cm de largo por 30 cm de ancho y bebederos automáticos de mordisco (ver Anexo # 4).

4.4. Manejo de los animales

Se compraron un total de 36 cerdos, teniéndose 2 para efecto de reposición y selección. Se sometieron a una semana de adaptación y en esta misma semana se procedió al enchapado de cada cerdo y luego se eligieron al azar para su ubicación en cada boxer (12 por boxer).

El alimento ofertado por día se hizo en dos momentos (mañana y tarde a igual hora), previo pesaje, igualmente se realizaron pesajes del alimento rechazado, a fin de registrar el consumo diario.

Los boxers fueron limpiados a diario y cada cinco días lavados con agua y creolina al 8%. Los animales fueron bañados cada cinco días y el pesaje de los mismos se realizó cada quince días.

El sacrificio de los cerdos se dividió en dos momentos:

1^{er}. Sacrificio (150 días):

En este sacrificio se seleccionaron al azar tres cerdos por tratamiento, teniendo los cerdos una misma edad (5 meses) y con un peso vivo próximo al peso promedio de cada tratamiento, con el objetivo de realizar un análisis descriptivo del rendimiento en canal y del espesor de la grasa dorsal que existía en esta etapa de su desarrollo.

2^{do}. Sacrificio (195 días):

Para este sacrificio se procedió a separar a los cerdos del tratamiento II y III al azar para obtener tres cerdos por cada tratamiento y así poder llevarlos al peso promedio de sacrificio (90 kg), con el objetivo de realizar un análisis descriptivo del rendimiento en canal y del espesor de la grasa dorsal de los tres tratamientos, lo cual no se pudo cumplir con los cerdos del tratamiento T2 y T3 por problemas de financiamiento y de tiempo. Aún así, se sacrificó a estos cerdos con un peso promedio cercano a los 90 kg (T2 = 82.2 kg y T3 = 79.6 kg) para poder realizar el análisis descriptivo del rendimiento en canal y del espesor de la grasa dorsal a ese momento de su etapa de engorde.

4.5. Operaciones y Método de Sacrificio

Los animales antes del sacrificio se sometieron a un ayuno de 12 horas para obtener un peso vivo exacto.

Antes del sacrificio los animales se bañaron para brindarles una sensación agradable que los tranquilizara y aumentara la actividad cardiovascular, permitiéndoles un perfecto desangrado.

Pasos para el Sacrificio

- 1) **Aturdimiento**: Se realizó a nivel frontal del cráneo con un material fuerte (tubo).
- 2) **Sangrado**: Una vez aturdido el animal se realizó el sangrado mediante el corte de los grandes vasos (arterias braquiocefálicas y subclavía siniestra), situados en la región anterior del cuello, logrando así desangrar al animal, continuándose la actividad cardíaca.
- 3) **Ablandamiento**: Una vez desangrado el cerdo, fue bañado con agua a 60°C de temperatura, para permitir el ablandamiento y eliminación del pelo del cuerpo (este último mediante cuchillo).
- 4) **Eviscerado**: Durante este proceso, se procedió a eliminar órganos internos del cuerpo del animal para su posterior evaluación.
- 5) **Eliminación de la cabeza**: Se realizó a nivel de la unión de la primera vértebra cervical, en al atlas, bordeando la mandíbula inferior.
- 6) **Aireación**: Realizado todo lo anterior, quedó conformada la canal (10 a 15 minutos).
- 7) **Levantado de Muestras**: En este caso se tomaron pequeñas muestras de carne y grasa de cada cerdo y estas se colocaron en bolsas selladas con su respectiva ficha de identificación luego se mantuvieron en refrigeración para su traslado al laboratorio.

4.6. Descripción Post-mortem

Una vez obtenida la canal del cerdo se procedió a la separación de cada componente de ésta en el siguiente orden:

1. Se marcaron los cinco puntos sobre la columna vertebral de cada canal (a, b, c, d y e; el Punto "a" se encuentra a nivel de la 5ta vértebra cervical y el Punto "e" sobre la última vértebra lumbar), luego se procedió a realizar un corte sobre la columna vertebral de cada cerdo para medir el espesor de la grasa dorsal con un pie de rey en cada uno de los puntos antes marcados.
2. Luego se procedió a separar la grasa o lonjas una por una hasta obtener toda la grasa que cubría al cerdo, posteriormente se procedió al pesaje de la grasa en kg.
3. Después se procedió a deshuesar, para pesar por separado los kilos de carne, kilos de hueso y por último se pesaron las costillas. Los huesos se dejaron lo más descarnado posible para obtener una mejor precisión en los kilogramos de carne y hueso de cada canal.
4. Se levantaron muestras de grasa y carne, estas muestras se tomaron de cada cerdo sacrificado; las muestras de grasa se tomaron de la parte dorsal del animal y estas tuvieron un tamaño aproximado de 5 cm de largo y de 1.5 a 3 cm de ancho; la carne se tomó de la posta de cada cerdo, teniendo un corte uniforme y de forma rectangular.
5. Cada muestra se etiquetó con el número del cerdo y con el tratamiento al que pertenecía, luego, éstas fueron colocadas en hielo para ser transportadas al laboratorio.

4.7. Variables Medidas

▷ Rendimiento en canal (RC): se calculó dividiendo el peso en canal entre el peso vivo del animal.

$$RC = PC / PV \times 100$$

▷ Peso Vivo (PV): se calculó tomando el peso vivo promedio de cada tratamiento.

Donde:

PV = Peso vivo, después de 12 horas de ayuno.

▷ Peso Canal (PC): se calculó tomando el peso canal promedio de cada tratamiento.

Donde:

PC = Peso en canal, peso de la canal; sin cabeza y sin uñas con extremidades, cuero y cola.

▷ Composición de la Canal (CC): se calculó tomando el peso de los kilogramos de cada componente de la canal entre la media de la canal de cada tratamiento por cien.

$$CC = Mc / MC \times 100$$

Donde:

CC = Composición de la canal.

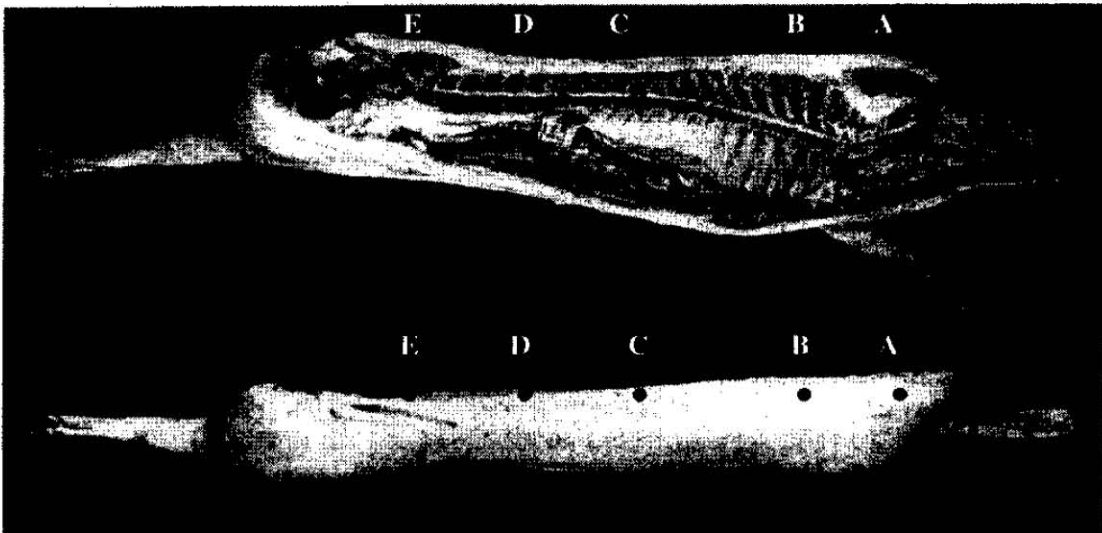
Mc = Media de los componentes.

MC = Media de la canal.

- ↳ Composición de la Grasa (CG): esta se determinó realizando un análisis de ácidos grasos de las muestras de grasa en el laboratorio (solo se realizó en el 2do sacrificio).
- ↳ Espesor de la grasa dorsal (EGD): se calculó sumando las medidas y dividiéndolas entre 5 para así poder obtener su promedio.

Donde:

A, B, C, D y E fueron las medidas que se realizaron en los cinco puntos marcados en la línea media de la canal, en la 5ta vértebra cervical (A), a nivel de la cruz (B), entre la sexta y la séptima costilla (C), a nivel de la última costilla (D) y a nivel de la última vértebra lumbar (E).



Fuente: Cunha et al, 1974.

Swine Production in Florida.

4.8. Diseño Estadístico

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) y su correspondiente análisis para las variables en estudio; Rendimiento en Canal y Espesor de la grasa Dorsal, también se utilizó la prueba de Rangos Múltiples según Tukey con un alfa al 5% para encontrar la categorías estadísticas según correspondiera entre ellas.

El modelo aditivo lineal (MAL) empleado fue el siguiente:

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

Donde:

Y_{ij} , es la j ésima observación del i ésimo tratamiento.

M , es la media general.

T_i , efecto del i ésimo tratamiento.

E_{ij} , efecto del error experimental.

4.9. Análisis Estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados a través de un ANDEVA y a los valores porcentuales se les aplicó logaritmo natural (\ln) con el fin de equilibrar las varianzas cuando estas son proporcionales a los cuadrados de las medias de cada tratamiento, a la vez se realizó la prueba de Tukey (prueba de rangos múltiples o superioridad) al 5% de significancia, para las variables peso final, peso canal, rendimiento y hueso, para el primer sacrificio y únicamente se realizó esta prueba al porcentaje de carne del segundo sacrificio.

4.10. Análisis Financiero

Se realizó un presupuesto parcial con el fin de establecer y comparar el costo por alimento y el beneficio económico de los tratamientos evaluados en el experimento. El presupuesto parcial para cada tratamiento se basó en los totales de los costos por alimento y en los ingresos totales por la venta de los cerdos en canal.

Para el presupuesto parcial se tomo en cuenta la diferencia entre los beneficios y los costos, la cual indica si con el cambio se producen utilidades.

Las utilidades se pueden calcular de la siguiente manera:

$$U = \text{Beneficio (1 + 2)} - \text{Costo (3 + 4)}$$

Bosquejo de Presupuesto Parcial

- 1) INGRESOS ADICIONALES.
⊃ Ingresos esperados por la venta de los productos resultantes del cambio.
- 2) DISMINUCION DE COSTOS.
⊃ Costos en los cuales no se incurrirá si se realizan los cambios propuestos.
- 3) TOTAL INGRESOS ADICIONALES. (A)
⊃ Ingresos adicionales + disminución de costos.
- 4) COSTOS ADICIONALES.
⊃ Los que se tendrán si se realiza el cambio propuesto.
- 5) DISMINUCION DE INGRESOS.
⊃ Beneficios que se dejaron de percibir después del cambio.
- 6) TOTAL DE ADICIONALES. (B)
⊃ Costos adicionales + disminución de ingresos.
- 7) CAMBIO EN EL INGRESO NETO. (A – B)

Fuente: Ing. Bryan Mendieta M.Sc. (1996).

Administración Agropecuaria, Texto Básico, UNA.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

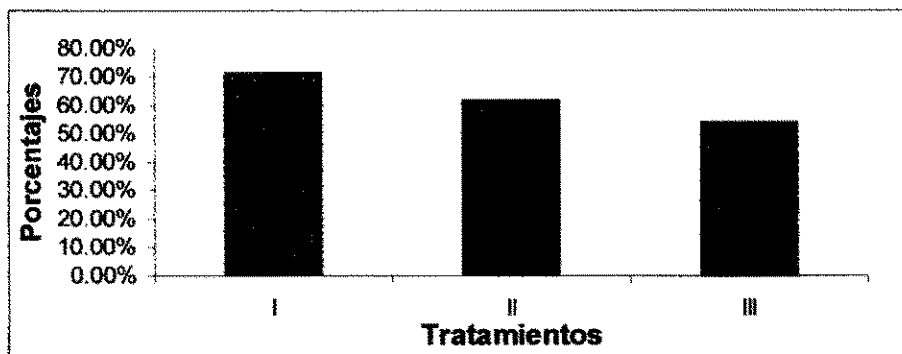
5.1. Rendimiento en Canal del Primer Sacrificio

Los rendimientos promedios en canal obtenidos por cada tratamiento fueron de: 71.28%, 61.96%, 53.52% para los tratamientos T1 (100% concentrado), T2 (30% Marango y 70% F1) y T3 (48% Marango y 52% F2), ver tabla #1 y gráfico #1.

Tabla 1. Valores de rendimiento en canal del 1er sacrificio

Tratamientos.	Rendimiento
I	71.28%
II	61.96%
III	53.52%

Gráfico 1. Rendimiento en Canal de Cerdos del 1er Sacrificio



Como se puede observar, el mayor rendimiento en canal de los cerdos del 1er sacrificio lo obtuvo el T1 con respecto a los tratamientos T2 y T3. Se realizó un análisis de varianza de manera porcentual y obtuvo una alta significancia en tanto aplicando (ln) sólo fue significativo el nivel obtenido, ver Anexo # 5.

Como el resultado del análisis de varianza del rendimiento en canal fue altamente significativo, se realizó una separación de medias según Tukey al 5% con el objetivo de caracterizarlos por tratamientos, ver tabla # 2.

Tabla 2. Separación de Medias del Rendimiento en canal del 1er sacrificio

*** Rendimiento (ln)**

<i>Categoría</i>	<i>Media</i>	<i>Tratamiento</i>
a	4.26	I
ab	4.12	II
b	3.98	III

El análisis de varianza realizado para el rendimiento en el 1er sacrificio, demostró un efecto altamente significativo y significativo cuando se aplicó logaritmo natural (ln).

En la tabla 2 del análisis de separación de medias según Tukey al 5%, se observa que no existieron diferencias significativas para esta variable en los tratamientos 1 y 2, no así para el tratamiento 3, el cual sólo presentó diferencia significativa con el tratamiento 2.

Este resultado podría atribuirse a la diferencia de peso de los animales al momento del sacrificio (T1= 93.2 kg, T2= 65.8 kg, T3= 48.4 kg). Siendo los cerdos del tratamiento 1 los que tenían mayor peso con relación a los otros tratamientos.

Tomando en cuenta lo citado por Morgan y Lewis (1965), en experimentos antes realizados, se demostró que los cerdos a medida que aumentan el peso vivo aumentan también su rendimiento en canal, en el presente trabajo los resultados obtenidos concuerdan con lo citado por este autor.

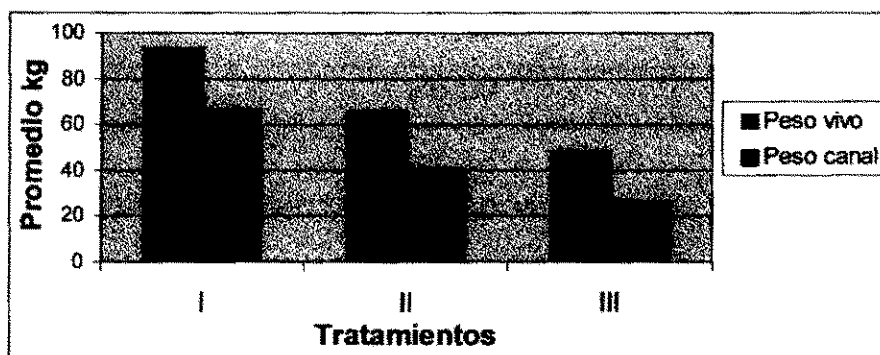
5.2. Peso Vivo (PV) y Peso Canal (PC)

A continuación se aprecian en la tabla # 3 y en el gráfico # 2, los promedios de peso vivo y promedios de peso en canal de cerdos del 1er sacrificio.

Tabla 3. Promedios de Peso Vivo y Peso Canal

Tratamientos.	Peso vivo	Peso canal
I	93.2	66.4
II	65.8	40.8
III	48.4	26

Gráfico 2. Peso Vivo y Peso Canal



Para el peso vivo y peso canal, se realizó un análisis de varianza y se obtuvo que los tratamientos incidieron de manera altamente significativa, como se observa en el Anexo # 6.

Debido a que los resultados del análisis de varianza de peso vivo y peso canal fueron altamente significativos, respecto a los tratamientos se realizó una separación de medias a cada uno según Tukey al 5%, con el objetivo de caracterizarlos por tratamientos, ver tabla # 4.

Tabla 4. Análisis de Separación de Medias según Tukey al 5%

*** Peso Final**

<i>Categoría</i>	<i>Media</i>	<i>Tratamiento</i>
a	93.20	I
b	65.83	II
c	48.43	III

*** Peso Canal**

<i>Categoría</i>	<i>Media</i>	<i>Tratamiento</i>
a	66.42	I
b	40.83	II
c	26.00	III

Para el análisis de varianza de peso vivo y peso en canal se encontraron diferencias altamente significativas en el 1er sacrificio. El análisis de separación de medias (Tabla # 4) confirma la existencia de estas diferencias entre tratamientos.

Siendo el tratamiento 1 el que presentó mayor peso con respecto a los otros tratamientos, con una diferencia de peso entre T1 y T2 de 27.37 kg y de 44.77 kg entre T1 y T3.

Al respecto Levis y Hardy (1970), establecieron que las raciones que contienen un nivel elevado de energía resulta en un mejoramiento en la ganancia de peso vivo y la eficiencia de la canal, pero también incrementan la deposición de grasa en la misma, principalmente durante la etapa de finalización del crecimiento.

En la alimentación del cerdo basada en granos de cereales, es frecuente que la proteína esté deficiente en las raciones, ya que los cereales y sus subproductos son deficientes en proteína tanto en calidad como en cantidad (Mendieta, 1994).

De ahí que el comportamiento de esta diferencia de peso en el presente trabajo puede deberse al ritmo de crecimiento y la ganancia de peso que tuvieron los cerdos que fueron alimentados con 100% concentrado, dado que este presentaba bajos niveles de proteína y altos niveles de energía (Anexo # 3), confirmando lo antes citado por los autores.

Tomando en cuenta lo citado por Cunha (1968), quien expresó que datos de la Universidad de Florida y Nottinham mostraron que raciones con un contenido bajo de proteína determinan que el cerdo deposite en su organismo más grasa y menos carne magra, en el presente trabajo el T1 que fue alimentado con 100% concentrado obtuvo el mayor peso, pero fue la canal con mayor deposición de grasa en comparación con los otros tratamientos, los cuales presentaron canales más magras, coincidiendo con el autor citado.

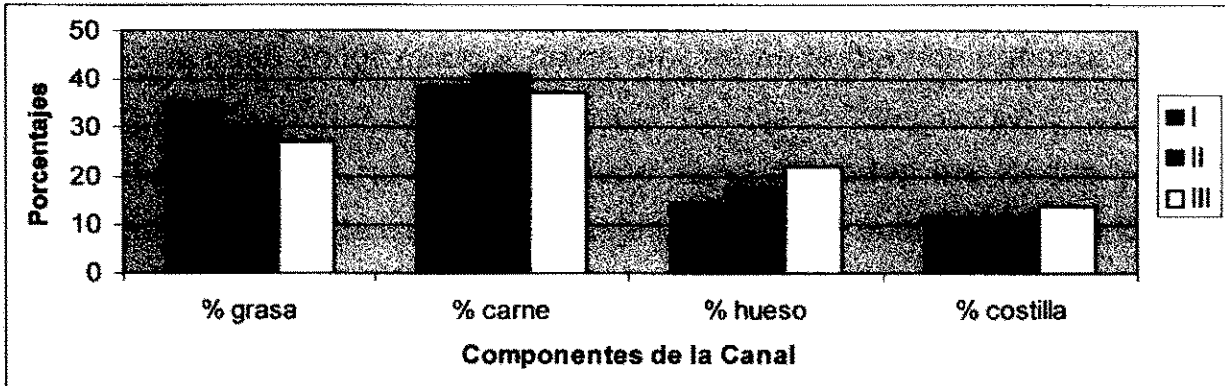
5.3. Composición de la Canal de los Cerdos

Los cerdos del 1er sacrificio del T2 obtuvieron un mayor porcentaje de carne en comparación con los otros tratamientos, mientras que los cerdos del T3 obtuvieron el mayor porcentaje de costilla y hueso en comparación con los otros tratamientos, a continuación se presenta en la tabla # 5 y en el gráfico # 3 la composición completa de la canal de cada tratamiento.

Tabla 5. Composición Porcentual de Canal de Cerdos del 1er Sacrificio

Tratamientos	Peso canal	% grasa	% carne	% hueso	% costilla
I	66.42 kg	35.20	38.72	14.43	11.62
II	40.83 kg	29.56	40.91	17.82	11.71
III	26 kg	27.08	36.94	22.16	13.70

Gráfico 3. Composición Completa de Canales



A cada componente de la canal de los cerdos en estudio se les realizó un análisis de varianza de manera porcentual y aplicando logaritmo natural (ln), existiendo diferencia significativa únicamente en el porcentaje de hueso y aplicando (ln) resultado altamente significativo, como se puede observar en el Anexo # 7.

En el caso del porcentaje de hueso resultó significativo sin aplicar (ln) y altamente significativo aplicando (ln), por lo tanto se le realizó una separación de media según Tukey al 5%, como se observa en la tabla # 6.

Tabla 6. Análisis de Separación de Medias según Tukey al 5%

* Hueso (ln)

Categoría	Media	Tratamiento
a	3.10	III
ab	2.88	II
b	2.67	I

En el análisis de separación de medias según Tukey (tabla # 6), se encontró que no hubo diferencia significativa entre los Tratamientos 3 y 2, pero sí entre los tratamientos 3 y 1. Se sugiere que esto pudo obedecer a que los cerdos del tratamiento 3 presentaron un peso vivo relativamente inferior al peso vivo de los cerdos del T1 (T1= 93.2 kg, T2= 65.8 kg, T3= 48.4 kg).

Tomando en cuenta lo citado por Zert (1979), quien expresó que en el curso de la vida, el cerdo elabora diferentes tejidos (esqueleto, músculo y grasa), pero el aumento de peso de los mismos no se efectúa de forma homogénea.

El crecimiento no lleva el mismo ritmo en todos los tejidos y partes del organismo. A partir de cierto porcentaje de aumento sobre pesos de los tejidos al nacer, el esqueleto se desarrolla más rápidamente en los primeros estadios de la vida que los músculos y el crecimiento posterior se caracteriza por un aumento considerado de tamaño de los depósitos de grasa (Sánchez, 1969).

El aumento de peso en uno de los tejidos del organismo provoca la disminución de una o de las otras dos variables (hueso, músculo y grasa). Caso similar se presentó en los cerdos de los tratamientos 2 y 3 dado que estos cerdos presentaron en un momento más peso en uno de sus tejidos y se notó la disminución de peso en las otras variables.

En detallados estudios anatómicos de canales de cerdos con un peso de 50 a 60 kg, el sacro creció rápidamente, pero a partir de este momento su crecimiento fue lento en relación a otras partes del esqueleto. Así mismo el crecimiento en longitud del hueso, es seguido por un incremento en grosor y densidad (Cuthbertson y Pomeroy, 1955; citado por Sánchez, 1969).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo con relación al porcentaje de hueso, en el comportamiento de los cerdos del T3 respecto al desarrollo de su sistema óseo coinciden con lo citado por los autores anteriores.

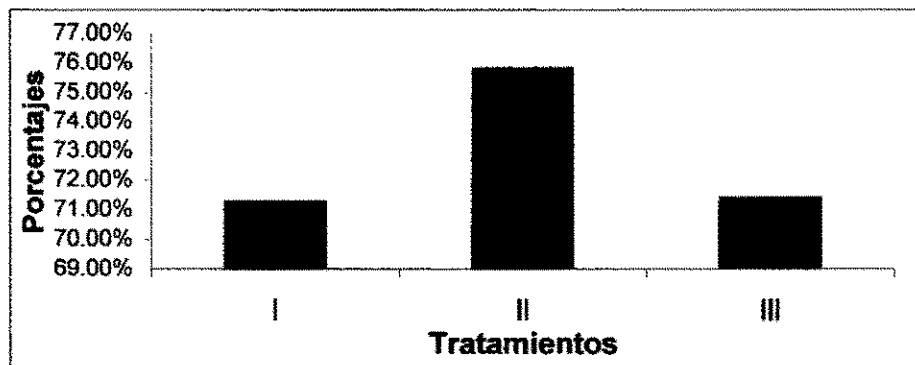
5.4. Rendimiento en Canal del Segundo Sacrificio

Los Rendimientos en canal obtenidos por cada tratamiento del 2do sacrificio fueron de: 75.79%, 71.60%, 71.28% para los tratamientos T2 (30% Marango y 70% F1), T3 (48% Marango y 52% F2) y T1 (100% concentrado) respectivamente. Como se puede observar en la Tabla # 7 y en el gráfico # 4.

Tabla 7. Valores de Rendimiento en Canal

Tratamientos.	Rendimiento
I	71.28%
II	75.79%
III	71.60%

Gráfico 4. Rendimiento en Canal de Cerdos del 2do Sacrificio



En el gráfico anterior se puede observar que el mayor rendimiento en canal de los cerdos del 2do sacrificio lo obtuvo el T2 con respecto a T1 y T3. Se realizó un análisis de varianza y se obtuvo que no hubieron diferencias significativas, ver Anexo # 8.

Pinheiro (1973), plantea rendimientos en canal de 75%-79% como máximo en un animal joven de 100 kg y Pardo (1996), plantea rendimientos en canal de 65%-75%. Si se comparan los rendimientos obtenidos de los cerdos en este estudio los valores resultan similares a los planteados.

Los resultados del análisis de varianza (Anexo # 9) para el peso vivo y peso en canal muestran que no hubo diferencias significativas en el 2do sacrificio, lo cual se debe a que los cerdos del tratamiento 2 y 3 tuvieron un peso promedio cercano al peso de sacrificio. Considerando que obtuvieron una buena ganancia de peso, esto permitió una mejor eficiencia en estos animales.

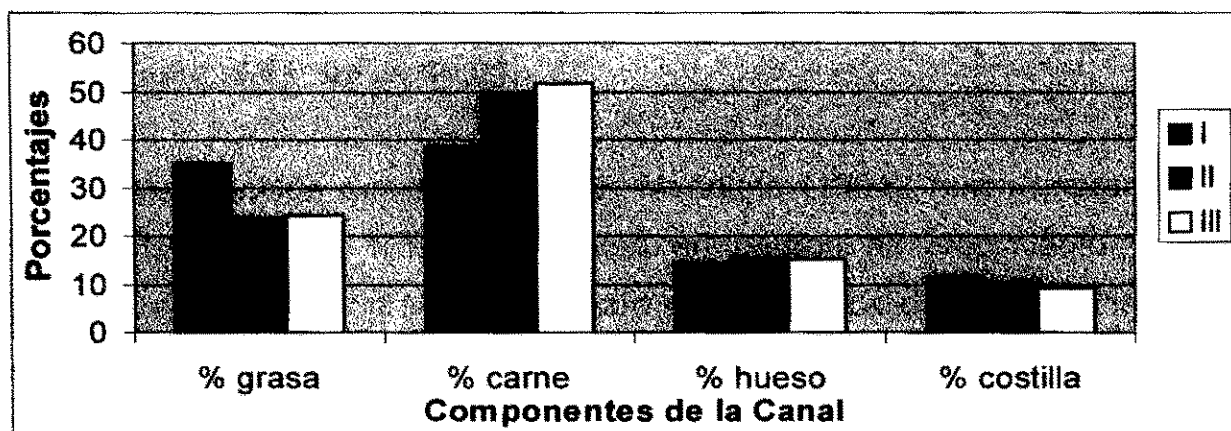
5.6. Composición de la Canal de los Cerdos

Los cerdos del T3 obtuvieron el mayor porcentaje de carne en comparación con los otros tratamientos y obtuvo el mayor porcentaje de grasa en comparación con el tratamiento T2. Los cerdos del T1 obtuvieron el mayor porcentaje de costilla y en el T2 se obtuvo el mayor porcentaje de hueso, a continuación se presentan en la tabla # 9 y en el gráfico # 6 la composición completa de la canal de cada tratamiento.

Tabla 9. Composición Porcentual de Canal de Cerdos del 2do Sacrificio

Tratamientos	Peso canal	% grasa	% carne	% hueso	% costilla
I	66.42 kg	35.20	38.72	14.43	11.62
II	62.3 kg	23.50	49.98	15.44	10.59
III	57 kg	24.15	51.41	15.18	9.26

Gráfico 6. Composición Porcentual de la Canal



A cada componente de la canal de los cerdos en estudio se les realizó un análisis de varianza de manera porcentual y aplicando logaritmo natural (ln), se obtuvo que fueron altamente significativos en el porcentaje de carne y significativos aplicando (ln), como se observa en el Anexo # 10.

En el caso del porcentaje de carne hubo diferencias significativas en los resultados del análisis de varianza, por lo tanto se realizó una separación de medias según Tukey al 5% (tabla # 10).

Tabla 10. Análisis de Separación de Medias según Tukey al 5%

*** Carne (ln)**

<i>Categoría</i>	<i>Media</i>	<i>Tratamiento</i>
a	3.94	III
ab	3.91	II
b	3.66	I

En la tabla # 10 del análisis de separación de medias según Tukey al 5%, demuestra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos 3 y 2 ya que estos tratamientos obtuvieron los mayores promedios en porcentajes de carne, en comparación con el T1.

Encontrando que la canal de los cerdos del tratamiento 2 y 3 fue más magra que la canal de los cerdos del tratamiento 1, debido a que el nivel de proteína incluida en la ración de los tratamientos 2 y 3 fue aproximadamente de 16 a 17%, en tanto para el T1 fue de 15.04.

Esto coincide con lo citado por Mendieta (1994), quien expresó que con niveles mayores del 12% de proteína en cerdos en crecimiento y engorde, empeoran la conversión alimenticia pero mejoran la calidad de la canal, y niveles mayores del 20% de proteína, reducen la velocidad de crecimiento pero mejoran la calidad de la canal.

5.7. Composición de la Grasa Dorsal

Los análisis combinados (Mensink y Katan, 1992; Hegsted et al, 1993; citados por FAO/OMS, 1997), concuerdan que con respecto a los carbohidratos, los ácidos grasos saturados elevan el nivel de colesterol mientras que los ácidos grasos insaturados lo bajan. Una cualidad de los análisis del presente trabajo es que los cerdos de los tratamientos 2 y 3 presentaron niveles altos en los ácidos grasos insaturados (Linoleico y Linolénico), lo cual indica que el consumo de la carne de estos cerdos es posible que no eleve los niveles de colesterol.

El análisis de los ácidos grasos, donde se señalan los niveles porcentuales de los ácidos grasos saturados e insaturados contenidos en la grasa de los cerdos en estudio, se pueden observar en el Anexo # 11 pudiendo compararse con los valores de otros análisis de grasa realizados en estudios de cerdos, ver Anexo # 12 y 13.

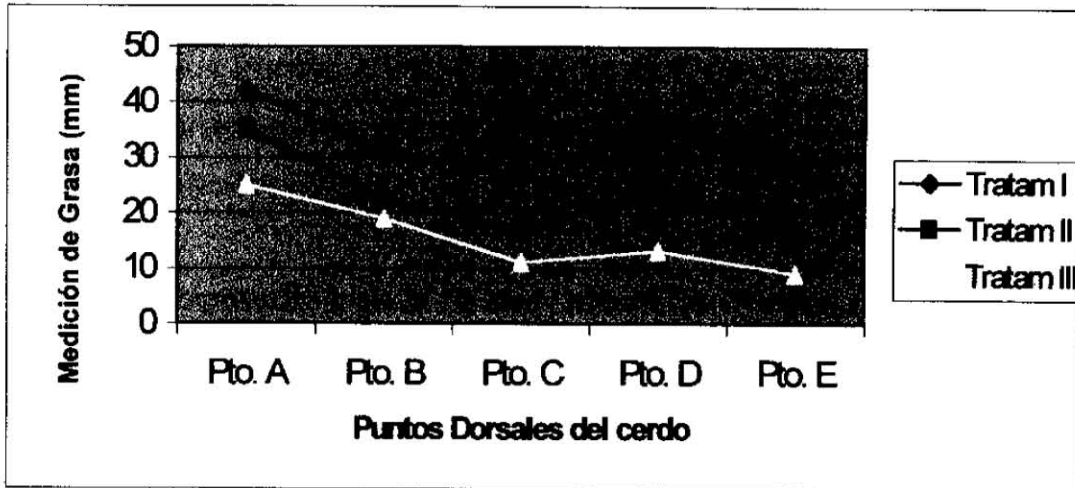
5.8. Espesor de la Grasa Dorsal del Primer Sacrificio

Se puede observar a continuación que en los puntos de grasa dorsal que presentaron los cerdos alimentados con 100% concentrado (T1), fueron mayores las medidas del espesor de la grasa dorsal de la canal en comparación con los otros tratamientos, por lo que los cerdos del T1 tuvieron una mayor ingestión de alimento, esto a su vez condujo a un aumento en la deposición de grasa de la región dorsal de estos cerdos y de su canal completa, pero observándose una uniformidad entre los puntos de cada tratamiento. Como se muestra en la tabla # 11 y en el gráfico # 7 a continuación.

Tabla 11. Promedios de la Grasa Dorsal de Cerdos del 1er Sacrificio

Puntos dados en (mm)					
Tratamientos	Pto. A	Pto. B	Pto. C	Pto. D	Pto. E
I	42	31	27	35	28
II	35	22	17	24	15
III	25	19	11	13	9

Gráfico 7. Comportamiento de Puntos Dorsales de Grasa del 1er Sacrificio



Mc Meekan (1941); citado por Sánchez (1969), quien demostró claramente que a mayor ingestión diaria de pienso, corresponde a un aumento en la deposición de grasa particularmente a partir de los 45 kg de peso vivo, cuando se supone puede haber un énfasis fisiológico de aumento en el desarrollo del tejido graso.

Esto quizás en las dietas a base de cereales, utilizadas en engorda intensiva, por un lado, ayudan a aumentar la velocidad de crecimiento del animal, pero también el estado de engrasamiento de la canal (Henry, 1972; citado por Mondragón, 1979).

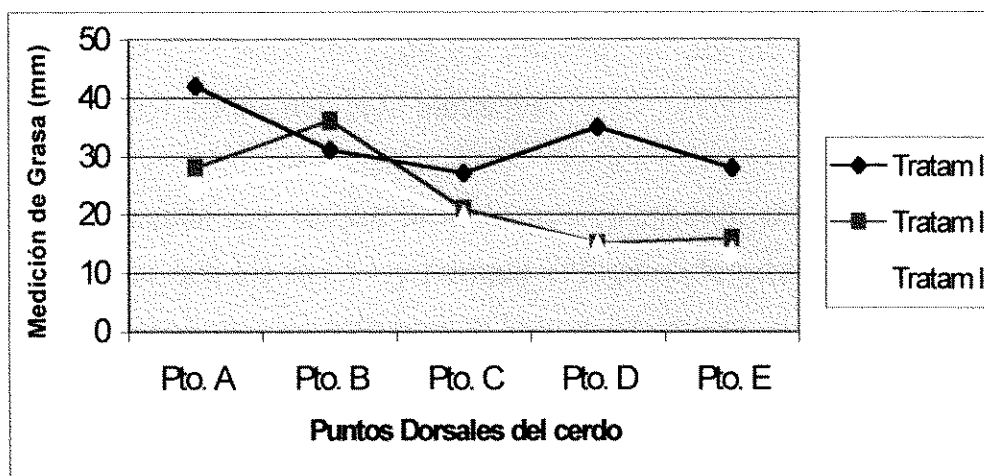
5.9. Espesor de la Grasa Dorsal del Segundo Sacrificio

Se puede observar en el gráfico # 8 que los puntos de grasa dorsal que presentaron los cerdos alimentados con 100% concentrado (T1), también en este 2do sacrificio fueron mayores las medidas del espesor de la grasa dorsal de la canal en comparación con los otros tratamientos. En este caso se encontró variaciones entre los puntos de grasas de cada tratamiento. Se observó que cuando los cerdos alcanzaron el peso de sacrificio, tuvieron una mayor deposición de grasa a nivel de los Puntos A y B; y en el Punto C es donde se localiza el punto de equilibrio de la grasa dorsal de un cerdo. Como lo muestra la tabla # 12 y el gráfico # 8 a continuación.

Tabla 12. Promedios de la Grasa Dorsal de Cerdos del 2do Sacrificio

Puntos dados en (mm)					
Tratamientos	Pto. A	Pto. B	Pto. C	Pto. D	Pto. E
I	42	31	27	35	28
II	28	36	21	15	16
III	25	28	20	15	14

Gráfico 8. Comportamiento de Puntos Dorsales de Grasa del 2do Sacrificio



Tomando en cuenta lo citado por Mondragón (1979), que a menor grasa dorsal mayor cantidad de carne, el presente trabajo indica que a medida que disminuyo el espesor de grasa dorsal, aumentó el porcentaje de carne en la canal, coincidiendo con el autor citado.

5.10. Análisis Financiero

En el análisis financiero los costos son únicamente por alimentación y corresponden al 1er sacrificio (150 días).

Las utilidades calculadas por cerdo fueron de:

T1 respecto T2 = C\$ 154.46

T1 respecto T3 = C\$ 88.57

Basados en los cálculos de presupuesto parcial, al sustituir el T1 por el T2 se observa que habría un incremento en las ganancias de C\$ 154.46 y si se sustituye el T1 por el T3 habría una ganancia por un monto de C\$ 88.57.

Estos incrementos en la ganancia se ven justificados por la considerable diferencia entre los costos de cada tratamiento, ya que los costos de alimentación a base de concentrados son más elevados.

El T2 resultó ser el que produjo mayor utilidad, dado que se incurrió en gastos menores que los del T1 y aunque el ingreso fue relativamente inferior, las utilidades según el presupuesto parcial fueron superiores al T1.

Tabla 13. Cálculos de los Costos / Cerdos e Ingreso Total por Tratamiento

	Tratamiento 1 100 % concentrado	Tratamiento 2 30% marango + 70% F1	Tratamiento 3 48% marango + 52% F2
E G R E S O S			
(Cons. X C\$/kg)	289.65 kg x C\$3.01	301.61 KG x C\$ 0.06 141.94 kg x C\$ 2.25	357.31 kg x C\$ 0.06 78.43 kg x C\$ 1.99
Total	C\$ 871.85	C\$ 337.46	C\$ 177.52
I N G R E S O S T O T A L E S			
Venta	C\$ 1058.97	C\$ 678.9	C\$ 453.07

Tabla 14. Ingreso por venta de cerdos en canal

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Grasa	23.333 kg x C\$ 11 C\$ 256.66	12.06 kg x C\$ 11 C\$ 132.66	7.01 kg x C\$ 11 C\$ 77.11
Carne	25.75 kg x C\$ 17 C\$ 437.75	16.75 kg x C\$ 17 C\$ 284.75	9.71 kg x C\$ 17 C\$ 165.07
Hueso	9.583 kg x C\$ 11 C\$ 105.41	7.18 kg x C\$ 11 C\$ 78.98	5.7 kg x C\$ 11 C\$ 62.7
Costilla	7.733 kg x C\$ 26.4 C\$ 204.15	4.83 kg x C\$ 26.4 C\$ 127.51	3.53 kg x C\$ 26.4 C\$ 93.19
Cabeza	C\$ 55	C\$ 55	C\$ 55
Total	C\$ 1058.97	C\$ 678.9	C\$ 453.07

Tabla 15. Presupuesto Parcial (150 días)

Análisis	Beneficio	Costos	Utilidades
T1 con T2	1. Costos reducidos Concentrado 100% C\$ 871.85 2. Nuevos Ingresos Venta de cerdos alimentados con 30% marango + 70% F1 C\$ 678.9 Total = 1 + 2 871.85 + 678.9 C\$ 1550.75	3. Nuevos costos 30% marango + 70% F1 C\$ 337.46 4. Ingresos reducidos Venta de Cerdos alimentados con 100% concentrado. C\$ 1058.97 Total =3 + 4 337.46 + 1058.97 C\$ 1396.29	Beneficio Utilidad Total C\$ 154.46
T1 con T3	1. Costos reducidos Concentrado 100% C\$ 871.85 2. Nuevos Ingresos Venta de cerdos alimentados con 48% marango + 52% F2 C\$ 453.07 Total = 1 + 2 871.85 + 453.07 C\$ 1324.92	3. Nuevos costos 48% marango + 52% F2 C\$ 177.52 4. Ingresos reducidos Venta de Cerdos alimentados con 100% concentrado. C\$ 1058.97 Total =3 + 4 177.52 + 1058.97 C\$ 1236.35	Beneficio Utilidad Total C\$ 88.57

VI. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio y bajo las condiciones en que se realizó se llega a las siguientes conclusiones:

- 1) Para el 1er sacrificio los cerdos del T1 obtuvieron el mayor rendimiento porcentual en canal.
- 2) En el 2do sacrificio los cerdos del T1 obtuvieron el menor rendimiento porcentual en canal.
- 3) Los mayores pesos vivos final (PV) y peso canal (PC), fueron obtenidos por los cerdos del T1, para el 1er y 2do sacrificio.
- 4) En el 1er sacrificio los cerdos del T2 presentaron un mayor porcentaje de carne, hueso y un menor porcentaje de grasa que los cerdos del T1, a la vez que los cerdos del T1 obtuvieron un mayor porcentaje de carne, grasa y un menor porcentaje de hueso con respecto a los cerdos del T3, a su vez el T3 presentó el mayor porcentaje de hueso y el menor porcentaje de grasa.
- 5) Para el 2do sacrificio los cerdos del T3 presentaron un mayor porcentaje de carne, grasa y un menor porcentaje de hueso que los cerdos del T2, a su vez el T2 obtuvo un mayor porcentaje de carne, hueso y un menor porcentaje de grasa con respecto a los cerdos del T1, a su vez el T1 presentó el menor porcentaje de carne, hueso y el mayor porcentaje de grasa.
- 6) Los cerdos del T2 presentaron altos niveles de ácidos grasos insaturados y los menores niveles de ácidos grasos saturados.
- 7) El T1 presentó el mayor espesor de grasa dorsal en comparación con los otros tratamientos, en los dos sacrificios.
- 8) Desde el punto de vista financiero el T2 permite obtener el máximo de incremento en la utilidad.

VII. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones del presente estudio se hacen las siguientes recomendaciones:

- 1) La dieta del tratamiento T2 (T2: 30% Marango + 70% concentrado) puede ser utilizada en la alimentación de cerdos para engorde, dado que proporciona un buen rendimiento y calidad de la canal, atendiendo además que permite una mayor presencia de ácidos grasos insaturados a nivel de la carne, lo cual puede disminuir el nivel de colesterol.
- 2) Probar el uso de Marango (*Moringa oleifera L.*) en forma de harina y evaluar su efecto sobre los índices de rendimiento y calidad de la carne de cerdo, desde el punto de vista biológico y económico.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- ARANA, C; CENTENO, Y. 1999. Estudio descriptivo del rendimiento y espesor de la grasa dorsal en la canal de cerdos alimentados con diferentes tipos de dietas. Tesis Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua; UNA. 59 p.
- BERRUECOS, M. 1972. La Medición de Grasa Dorsal en la selección del Cerdo. Porcrama. México. Año N° 12, Especial de Aniversario: 33 - 34.
- CABRERA, J.; FIGUEREDO, M.; GONZALEZ, N.; SARDIÑAS, J. 1986. Morfología en Cerdo de ceba alimentados con tres dietas no convencionales a base de miel; Movilización de grasas y glucógeno. Revista de Salud Animal. La Habana, Cuba. 8 (1): 55
- CUNHA, T.; WALLACE, H.; COMBS, G.; DURRANCE, K. 1974. Swine Production in Florida. Boletín V 21. Florida, U.S.A. 320 p.
- CUNHA, T. J. 1968. Recientes avances en nutrición del cerdo. Traducido por Pedro Ducar. Zaragoza, España. ACRIBIA. 95 p.
- CRUZ, D.; BUSTILLO, J.; RAMOS, R. 1982. Composición de la grasa dorsal de cerdos alimentados con dietas cubanas. Ciencias y técnicas en la Agricultura. Ganado Porcino. La Habana, Cuba. 5 (2): 60
- DIAZ, R. 1965. Ganado porcino. Instituto del libro. 3 ed. Cuba. 663 p.
- ESCAMILLA, A. 1981. El Cerdo, Su Cría y Explotación. 17 ed. México. Continental. 356 p.
- FAO/OMS. 1997. Grasas y aceites en la nutrición humana; Enfermedades coronarias del corazón y lipoproteínas. Roma, Italia. 150 p.

- coronarias del corazón y lipoproteínas. Roma, Italia. 150 p.
- FORREST, J.; ABERT, E.; HEDRICK, H.; JUDGE, M.; MERKEL, R. 1979. Fundamentos de ciencia de la carne. Zaragoza, España. ACRIBIA. 355 p.
- INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES (INETER).2000. Datos climatológicos de la estación Las Mercedes. Informe anual. Managua, Nicaragua. 72 p.
- LAWRIE, R. 1977. Ciencia de la carne. Traducido por Marcos Barrado. 2 ed. Zaragoza, España. ACRIBIA. 443 p.
- LEVIS, D; HARDY, B. 1970. Efecto de la energía y la proteína dietética en la composición de la canal en el crecimiento de los cerdos. Universidad de Nottigham. Inglaterra. sp.
- MENDIETA, B. 1994. Alimentación y nutrición de cerdos. Managua, Nicaragua. 80 p.
- MENDIETA, B. 1996. Administración agropecuaria. Texto Básico. UNA. Managua, Nicaragua. 208 p.
- MONDRAGON, I. 1979. Estudio Recopilativo sobre la Evaluación de canales de cerdos. Porcira. México. Año 6, 6 (66): 17 - 27.
- MORGAN, J.; LEWIS, D. 1965. Nutrición de cerdos y aves. Zaragoza, España. ACRIBIA. 401p.
- NIINIVAARA, P.; ANTILA, P. 1973. Valor nutritivo de la carne. Traducido por José Muñoz. Zaragoza, España. ACRIBIA. 44p.
- PARDO, E. 1996. Compendio de suicultura; la canal del cerdo. Managua;

Nicaragua. 97p.

PINHEIRO, L. 1973. Los Cerdos. Argentina. Editorial Hemisferio Sur. 526 p.

PRICE, J.; SCHWEIGERT, B. 1976. Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. Traducido por Marcos Barrado. Zaragoza, España. ACRIBIA. 339 p.

PROYECTO BIOMASA; DINOT; 1995. UNI. Arto. 21. Marango (*Moringa oleifera Lam*). Managua; Nicaragua. 69 - 73.

SANCHEZ, G. 1969. Necesidades nutritivas de los animales domésticos. León, España. Edit. ACADEMIA. 323 p.

STEEL, R.; TORRIE, J. 1993. Bioestadística, Principios y Procedimientos. Traducido por Ricardo Martínez. México. Edit. Barsa. 622 p.

ZERT, P. 1979. VADEMECUN del productor de cerdo. Zaragoza, España. ACRIBIA. 415 p.

ANEXOS

ANEXO 1

Composición Química de las Dietas Utilizadas por cada Tratamiento en Estudio

Tratamientos	MS%	PB%	EE%	FB%	Cenizas%
T1	90.25	15.04	9.1	4.61	6.71
T2	67.78	16.27	3.75	7.42	5.43
T3	56.5	17.15	4.42	9.23	9.09

ANEXO 2

Composición de las Fórmulas utilizadas

Ingredientes	% F1	% F2
Semolina	28 %	25 %
Sorgo	30 %	25 %
Soya	10 %	-----
Minerales	2 %	2 %
	70 %	52 %

ANEXO 3

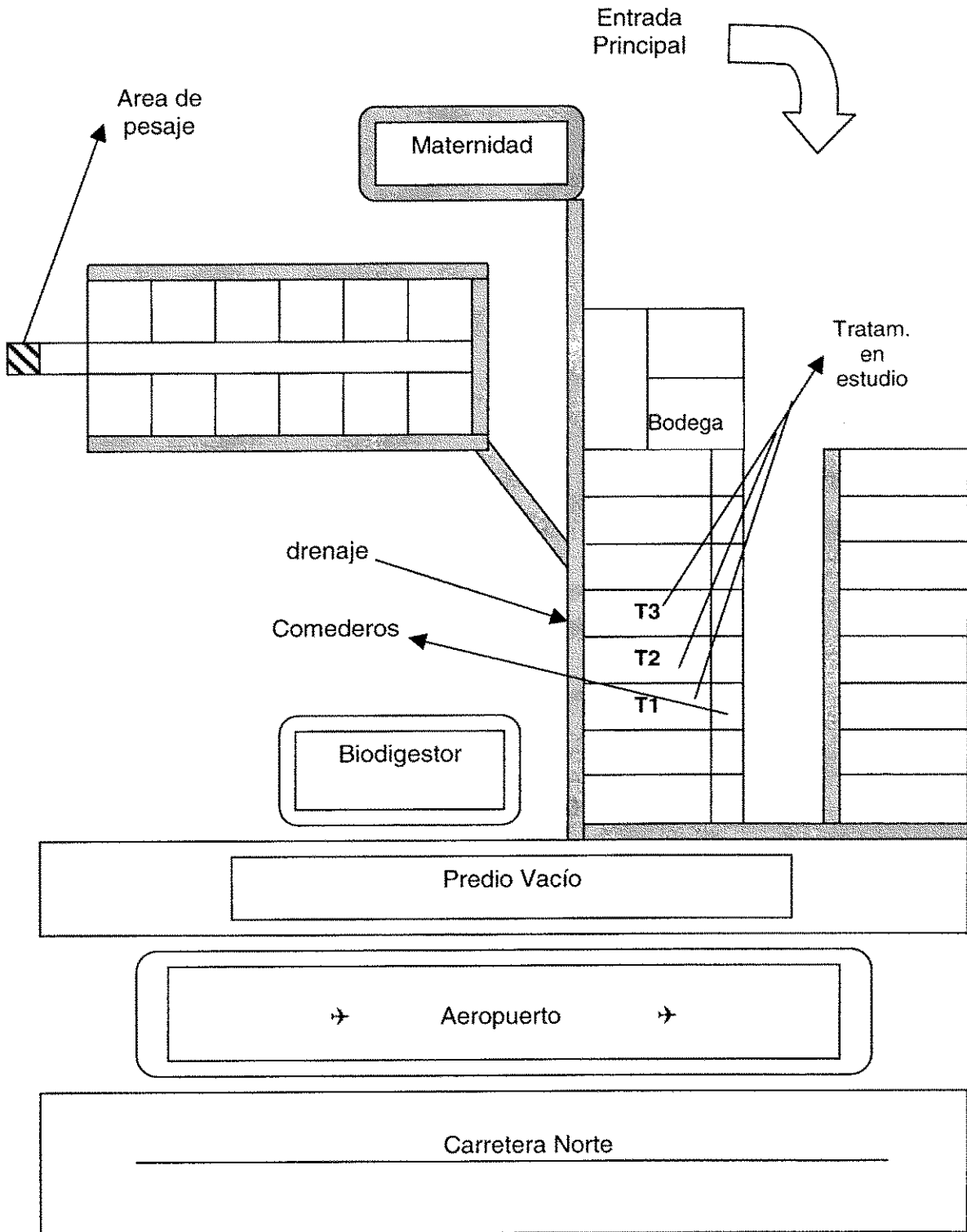
Resultados de Análisis Químico del Laboratorio de Bromatología

Muestra	MS %	PB %	EE %	FB %	Ceniza %
Marango	19.05	27.39	5.78	15.35	9.14
Concentrado	90.25	15.04	9.1	4.61	6.71
Fórmula 1	88.67	11.51	2.88	4.02	3.84
Fórmula 2	91.07	7.69	3.17	3.58	9.01

Fuente: Universidad Nacional Agraria, UNA, (2000).
Laboratorio de Bromatología, FACA.

ANEXO 4

Esquema de las Instalaciones de la Porqueriza



ANEXO 5

Análisis de Varianza (ANDEVA) para el 1er Sacrificio

*** Rendimiento**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.
					0.05 0.01
Tratamientos	2	473.12	236.56	12.83	5.14* 10.92**
Error experimental	6	110.58	18.43		
Total	8	583.70			

C.V = 6%

Fuente: Steel, R.; Torrie, J. (1993).

Bioestadística, principios y procedimientos.

Análisis de Varianza (ANDEVA) Aplicando Logaritmo Natural (ln) para el 1er Sacrificio

*** Rendimiento**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.
					0.05 0.01
Tratamientos	2	0.08	0.04	8.00	5.14* 10.92
Error experimental	6	0.03	0.005		
Total	8	0.11			

C.V = 1%

Fuente: Steel, R.; Torrie, J. (1993).

Bioestadística, principios y procedimientos.

ANEXO 6

Análisis de Varianza (ANDEVA) para el 1er Sacrificio

*** Peso Vivo**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.
					0.05 0.01
Tratamientos	2	3055.75	1527.87	93.61	5.14* 10.92**
Error experimental	6	97.93	16.32		
Total	8	3153.68			

C.V = 5%

*** Peso Canal**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.
					0.05 0.01
Tratamientos	2	2773.60	1386.80	90.35	5.14* 10.92**
Error experimental	6	92.09	15.35		
Total	8	2865.69			

C.V = 8%

Fuente: Steel, R.; Torrie, J. (1993).

Bioestadística, principios y procedimientos.

ANEXO 7

Análisis de Varianza (ANDEVA) para el 1er Sacrificio

*** Porcentaje de Grasa**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	98.94	49.47	1.66	5.14	10.92
Error experimental	6	178.80	29.80			
Total	8	277.74				

C.V = 17%

*** Porcentaje de Carne**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	23.65	11.83	0.46	5.14	10.92
Error experimental	6	154.78	25.79			
Total	8	178.43				

C.V = 13%

*** Porcentaje de Hueso**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	90.16	45.08	9.22	5.14*	10.92
Error experimental	6	29.39	4.89			
Total	8	119.55				

C.V = 12%

*** Porcentaje de Costilla**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	8.24	4.12	1.72	5.14	10.92
Error experimental	6	14.36	2.39			
Total	8	22.60				

C.V = 12%

Fuente: Steel, R.; Torrie, J. (1993).

Bioestadística, principios y procedimientos.

Análisis de Varianza (ANDEVA) Aplicando Logaritmo Natural (ln) para el 1er Sacrificio

*** Porcentaje de Grasa**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.1	0.05	1.66	5.14	10.92
Error experimental	6	0.16	0.03			
Total	8	0.26				

C.V = 6%

*** Porcentaje de Carne**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.01	0.005	0.25	5.14	10.92
Error experimental	6	0.1	0.02			
Total	8	0.11				

C.V = 3%

*** Porcentaje de Hueso**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.
					0.05 0.01
Tratamientos	2	0.27	0.14	14	5.14* 10.92**
Error experimental	6	0.07	0.01		
Total	8	0.34			

C.V = 3%

*** Porcentaje de Costilla**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.
					0.05 0.01
Tratamientos	2	0.05	0.025	1.66	5.14 10.92
Error experimental	6	0.10	0.016		
Total	8	0.15			

C.V = 5%

Fuente: Steel, R.; Torrie, J. (1993).

Bioestadística, principios y procedimientos.

ANEXO 8

Análisis de Varianza (ANDEVA) para el 2do Sacrificio

*** Rendimiento**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	58.41	29.21	1.58	5.14	10.92
Error experimental	6	111.01	18.5			
Total	8	169.42				

C.V = 5%

Fuente: Steel, R.; Torrie, J. (1993).

Bioestadística, principios y procedimientos.

Análisis de Varianza (ANDEVA) Aplicando Logaritmo Natural (ln) para el 2do sacrificio

*** Rendimiento**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.01	0.005	1.6	5.14	10.92
Error experimental	6	0.02	0.003			
Total	8	0.03				

C.V = 1%

Fuente: Steel, R.; Torrie, J. (1993).

Bioestadística, principios y procedimientos.

ANEXO 9

Análisis de Varianza (ANDEVA) para el 2do Sacrificio

* **Peso Vivo**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	311.14	155.57	1.12	5.14	10.92
Error experimental	6	831.35	138.56			
Total	8	1142.49				

C.V = 13%

* **Peso Canal**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	133.85	66.93	1.25	5.14	10.92
Error experimental	6	320.09	53.35			
Total	8	453.94				

C.V = 11%

Fuente: Steel, R.; Torrie, J. (1993).

Bioestadística, principios y procedimientos.

ANEXO 10

Análisis de Varianza (ANDEVA) para el 2do Sacrificio

* Porcentaje de Grasa

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	259.72	129.86	5.02	5.14	10.92
Error experimental	6	155.3	25.88			
Total	8	415.02				

C.V = 18%

* Porcentaje de Carne

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	289.84	144.92	10.99	5.14*	10.92**
Error experimental	6	79.11	13.19			
Total	8	368.95				

C.V = 7.5%

* Porcentaje de Hueso

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	1.66	0.83	0.26	5.14	10.92
Error experimental	6	19.05	3.18			
Total	8	20.71				

C.V = 11%

*** Porcentaje de Costilla**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	8.42	4.21	0.88	5.14	10.92
Error experimental	6	28.88	4.81			
Total	8	37.3				

C.V = 20%

Fuente: Steel, R.; Torrie, J. (1993).

Bioestadística, principios y procedimientos.

Análisis de Varianza (ANDEVA) Aplicando Logaritmo Natural (ln) para el 2do sacrificio

*** Porcentaje de Grasa**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.31	0.16	5	5.14	10.92
Error experimental	6	0.19	0.032			
Total	8	0.50				

C.V = 5%

*** Porcentaje de Carne**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.12	0.06	6	5.14*	10.92
Error experimental	6	0.07	0.01			
Total	8	0.2				

C.V = 2%

*** Porcentaje de Hueso**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.009	0.005	0.36	5.14	10.92
Error experimental	6	0.081	0.014			
Total	8	0.09				

C.V = 4%

*** Porcentaje de Costilla**

Fuente de Variación	gl	S.C	C.M	F cal	F tab.	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	0.1	0.05	0.91	5.14	10.92
Error experimental	6	0.33	0.055			
Total	8	0.43				

C.V = 10%

Fuente: Steel, R.; Torrie, J. (1993).

Bioestadística, principios y procedimientos.

ANEXO 11

Análisis de Ácidos Grasos (%) de Grasa de Cerdos en Estudio

<i>Muestra por Tratam.</i>	Saturados			Insaturados				<i>Humedad %</i>
	<i>Mirístico</i>	<i>Palmitico</i>	<i>Esteárico</i>	<i>Palmitoleico</i>	<i>Oleico</i>	<i>Linoleico</i>	<i>Linolénico</i>	
No.1 - I	1.31	24.09	15.95	1.65	42.26	10.78	0.51	7.32
No. 2 – II	1.05	21.02	9.69	2.05	43.53	17.78	2.15	7.67
No. 3 – II	0.86	19.04	9.37	1.47	40.85	22.16	2.79	15.25
No. 4 – II	0.77	19.27	9.19	1.32	40.02	23.14	3.26	14.18
No. 5 – II	0.93	19.67	9.96	1.15	38.81	22.99	2.93	12.73
No. 6 – II	0.93	20.46	12.02	1.26	41.58	18.72	2.29	5.31
No. 7 – II	1.00	19.56	9.44	1.38	41.00	22.46	2.48	7.96
Promedio	0.92	19.84	9.95	1.44	40.97	21.21	2.65	10.52
No. 8 – III	1.06	21.17	8.89	1.27	37.21	20.87	5.33	21.23
No. 9 – III	1.02	21.39	10.63	1.74	40.52	16.93	4.4	18.31
No. 10 - III	1.06	21.44	10.22	1.51	37.61	18.94	5.55	15.26
No. 11 - III	0.96	20.06	9.81	1.46	40.48	19.38	4.26	11.68
No. 12 - III	1.27	22.02	11.22	1.97	44.55	14.29	2.25	8.51
No. 13 - III	1.06	21.28	9.75	1.46	41.03	19.25	3.51	6.26
Promedio	1.07	21.23	10.09	1.57	40.23	18.28	4.22	13.54

Descripción de Muestra: (Tocino)

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería, UNI – RUPAP (2001).

ANEXO 12

Composición Típica en Acidos Grasos de las Grasas del Cerdo

Acidos Grasos	% de ácidos Grasos en la Grasa
Saturados	
Palmitico	28
Estearico	13
Miristico	1.3
Insaturados	
Oleico	46
Linoleico	10
Linolénico	0.7

Fuente: Dugan, 1957; citado por Lawrie, 1977.

Ciencia de la carne.

ANEXO 13

Composición en Acidos Grasos de algunos Depósitos Grasos (porcentaje en peso)

Acidos Grasos	% de Acidos Grasos
Saturados	
Palmitico	28.3
Esteárico	11.9
Mirístico	1.3
Insaturados	
Palmitoleico	2.7
Oleico	47.5
Linolénico	6.0
Linoleico	0.2

Fuente: Forrest et al, 1979.

Fundamentos de la ciencia de la carne.

ANEXO 14

Análisis de Grasa de Carne de Cerdos en Estudio

<i>Muestra por Tratamiento</i>	<i>Humedad * %</i>	<i>Grasa** %</i>
No. 1 - I	72.1	32.87 – 34.92
No. 2 - II	74.16	9.35 – 9.6
No. 3 - II	75.00	12.8 – 13.17
No. 4 - II	75.64	8.37 – 9.61
No. 5 - II	75.95	8.93 – 10.95
No. 6 - III	75.46	5.41 – 6.35
No. 7 - III	77.13	5.54
No. 8 - III	75.86	9.5 – 10.55
No. 9 - III	76.45	9.37 – 10.98
No. 10 - III	76.28	8.88 – 10.12
No. 11 - III	76.56	13.6 – 14.07

Tratamiento	Media de % humedad	Media de % grasa
1	72.1	33.89
2	75.18	10.34
3	76.29	9.16

* Liofilizado.

** Extracción por Solvente.

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería, UNI – RUPAP (2001).

ANEXO 15

Análisis de Ácidos Grasos (%) de Carne de Cerdos en Estudio

<i>Muestra por Tratam.</i>	Saturados			Insaturados				
	<i>Mirístico</i>	<i>Palmitico</i>	<i>Esteárico</i>	<i>Palmitoleico</i>	<i>Oleico</i>	<i>Linoleico</i>	<i>Linolénico</i>	<i>**</i>
No. 1 - I	1.07	24.85	13.07	2.91	50.57	3.97		0.65
No. 2 - II	1.31	21.85	10.61	2.83	40.98	18.22	0.90	2.51
No. 3 - II	1.06	20.94	10.57	2.14	45.28	15.27	1.64	0.8
No. 4 - II		20.81	9.56	1.67	40.51	23.29	1.82	2.34
No. 5 - II	0.99	21.75	11.12	1.65	38.73	20.74	1.99	1.44
Promedio	1.15	21.36	10.46	2.06	41.37	19.38	1.58	1.77
No. 6 - III	0.98	21.29	8.88	2.69	41.09	17.28	2.33	1.78
No. 7 - III	0.84	22.07	10.86	1.96	41.74	17.74	2.75	
No. 8 - III	0.89	21.64	10.10	3.41	44.07	16.30	1.05	1.86
No. 9 - III	1.08	22.50	10.96	1.99	37.49	18.04	3.72	0.85
Promedio	0.94	21.87	10.2	2.51	41.09	17.34	2.46	1.49

** Posiblemente ácido Araquídico o bien ácido Heneicosanoico.

Descripción de Muestra: Carne de Cerdo (Posta)

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería, UNI – RUPAP (2001).

ANEXO 16

Informe de Análisis de Laboratorio

Muestra	Aceite % Base Seca	Humedad %	Proteína % Base Seca
Harina de soya	10.83 (S= 0.022)	9.07 (S= 0.184)	42.97 (S= 0.218)

Nota: Esta harina de soya se utilizo para la formulación de la fórmula 1.

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería, UNI – RUPAP
Laboratorio BIOMASA (2000).

ANEXO 17

Resultados de Análisis de Planta

Muestra	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	%H
	%					ppm				
Marango	2.27	0.4	1.64	0.7	0.8	825	25	37	25	225
Marango Rebrote	3.91	0.24	2.3	0.75	0.27	250	125	0	0	
Hojas de Marango	1.57	0.08	0.87	0.37	1.37	0	0	0	0	

Fuente: Universidad Nacional Agraria, UNA.
Laboratorio de suelos y aguas (2000).

TABLA UTILIZADA EN LA RECOLECCION DE DATOS DE CADA SACRIFICIO

Tratamiento:

Numero	Peso vivo	Peso canal	Rendimiento %	Peso sangre	%	Peso cabeza	%	Peso patas	%	Peso víceras
%	Pto A (mm)	Pto B (mm)	Pto C (mm)	Pto D (mm)	Pto E (mm)	Peso grasa	%	Peso carne	%	Peso Hueso
%	Peso vaso	Peso riñones	Peso hígado	Peso Costilla	%	Vaso (cm)	Riñones (cm)	Promedio	Cuero (mm)	

Nota: Todos los pesos estan dados en kilogramos.