

**Universidad de Matanzas**  
*“Camilo Cienfuegos”*

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes**  
*“Indio Hatuey”*



*Estudio de la inclusión del follaje  
fresco de Morus alba Linn var. Acorazonada  
en dietas porcinas*

**Tesis en opción al título de Master en Pastos y Forrajes**

**AUTOR: MVZ. Yuván Contino Esquijerosa**

**TUTOR: Dr. Félix Ojeda García**

*Julio, 2007*  
*“Año 49 de la Revolución”*

**Universidad de Matanzas  
“Camilo Cienfuegos”**

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes  
“Indio Hatuey”**



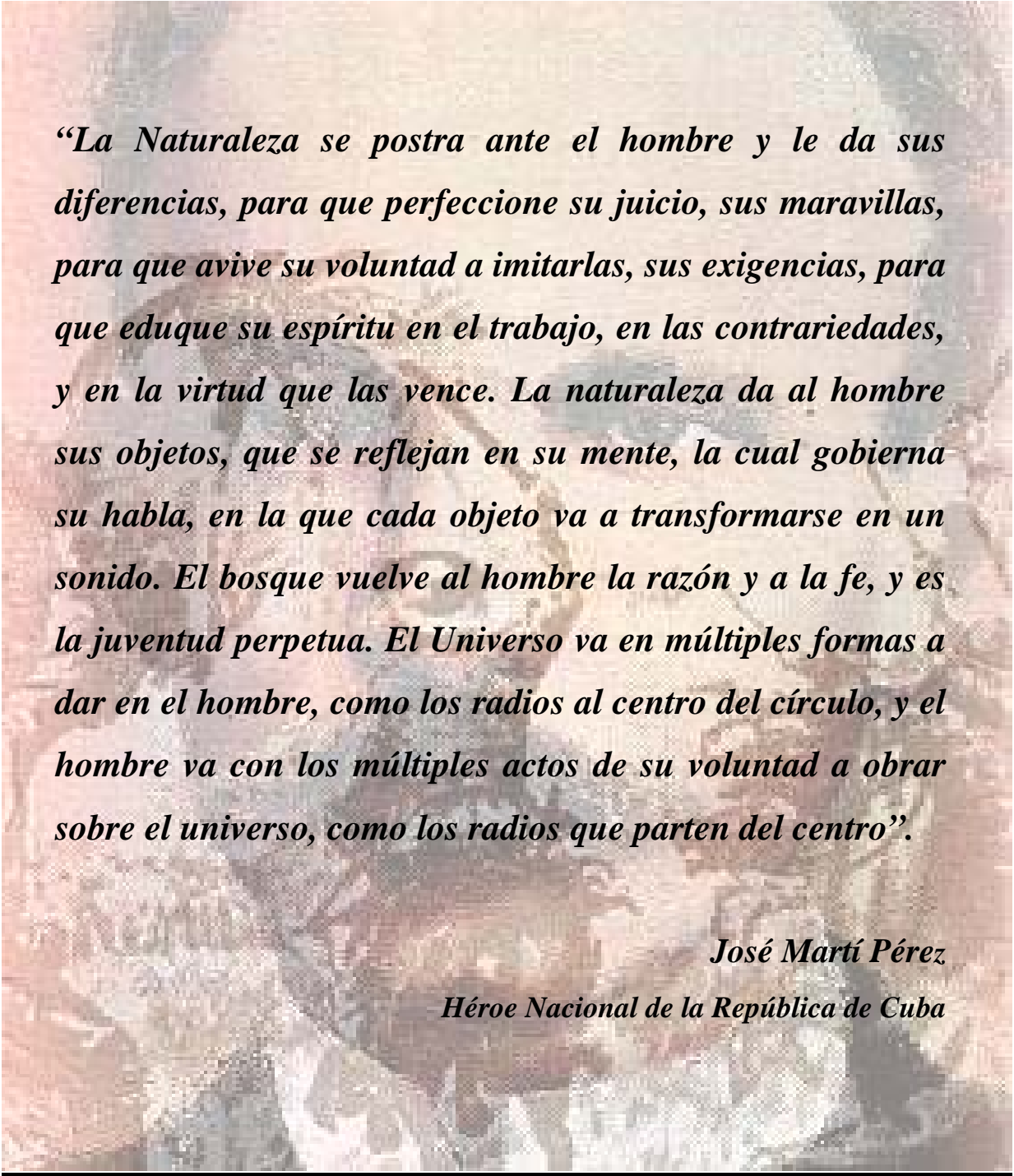
***Estudio de la inclusión del follaje fresco  
de Morus alba Linn var. Acorazonada  
en dietas porcinas***

***Tesis en opción al título de Master en Pastos y Forrajes***

**AUTOR: MVZ. Yuván Contino Esquijerosa**

**TUTOR: Dr. Félix Ojeda García**

***Julio, 2007  
“Año 49 de la Revolución”***



*“La Naturaleza se postra ante el hombre y le da sus diferencias, para que perfeccione su juicio, sus maravillas, para que avive su voluntad a imitarlas, sus exigencias, para que eduque su espíritu en el trabajo, en las contrariedades, y en la virtud que las vence. La naturaleza da al hombre sus objetos, que se reflejan en su mente, la cual gobierna su habla, en la que cada objeto va a transformarse en un sonido. El bosque vuelve al hombre la razón y a la fe, y es la juventud perpetua. El Universo va en múltiples formas a dar en el hombre, como los radios al centro del círculo, y el hombre va con los múltiples actos de su voluntad a obrar sobre el universo, como los radios que parten del centro”.*

*José Martí Pérez*

*Héroe Nacional de la República de Cuba*



## ***A mi madre***

***Nancy Esquijerosa Ojeda***

**Quien me dio la vida, para quedarse en mí**

**Quien es y será siempre**

**Mi guía de todos los momentos**

**Los fáciles y difíciles**

***“Dedico a ti, estos primeros resultados”***

## **AGRADECIMIENTOS**

*Es muy difícil agradecer a todas aquellas personas que han contribuido, a lo largo de los años a mi formación personal y profesional, sin correr el riesgo de omitir el nombre de alguna persona. Si ello me ocurriera solo les puedo asegurar que ha sido de manera involuntaria, por lo que desde siempre les ofrezco mis disculpas.*

*Tampoco quiero dejar pasar la oportunidad de agradecerles a aquellas personas que han tenido para mí, en cada momento, una palabra dulce, amable o simplemente me han extendido su mano cuando lo he necesitado. Dirijo entonces mi reconocimiento:*

*A mi familia por su dedicación y apoyo durante todos mis estudios desde la escuela primaria. Especial agradecimiento a mi madre Nancy Esquijerosa Ojeda, quien supo ponerme en el camino del conocimiento, y a mi padre Eugenio Contino Ruiz. A mi tía Grisell, quien me ha guiado siempre con sus consejos de madre. A Afelio (Nicolás), mi abuelo, por su ayuda permanente. A Glicería, mi abuela, por depositar en mí toda su confianza. A mis tíos Milagros, Silvia y Morales y a sus familiares, quienes no muestran síntomas de agotamiento en su afán de hacerme un hombre útil a la sociedad. A mis primos Greys, Alegmis, Karel, Leinier y Teotonio, quienes me toman como un ejemplo a seguir. A Ángela Rizo, por su ayuda permanente.*

*A mi tutor, el Dr. Félix Ojeda, por ser la guía que conduce mis pasos en los quehaceres de la investigación científica desde mi entrada a la EEPFIH, y quien me forma como futuro investigador de las ciencias agropecuarias. Al Dr. Giraldo Jesús Martín, por toda su confianza y apoyo para con mis propósitos científicos en la línea de investigación porcina. A Rafael Herrera (Mayoral) quien ha sido especial para con mis propósitos investigativos, por su constante ayuda para conmigo.*

*A mis maestros y tutores, antes de la universidad y en ella misma, quienes me depositaron toda su sabiduría; especialmente a Mercedes González Perdomo, quien influyó en mi formación desde la escuela primaria en la Angelina y a su esposo José Antonio López Oliva; a Digna Herrera quien me educó; a Zoraya Iglesias Santos quien constituyó mi paradigma en los estudios secundarios, a Roberto Argüelles por ser mi profesor y amigo en el preuniversitario, y ya en la propia Universidad, mi agradecimiento eterno a los Drs. Nilo Delahanty, Miguel Torres, Yolanda Suárez, José M. Aparicio, Osmany Alfonso, Maritza Fuentes y Víctor Cobos, estos últimos muy definitorios en mi formación académica, científica y humana.*

A mis técnicas de laboratorio, las que han sacrificado horas posteriores a la jornada de trabajo, les agradezco profundamente, ellas son Nancy Altunaga y María Guadalupe Pérez, sin ellas no hubiese sido posible la elaboración de este material, sus experiencias y aportes aquí se recogen, de igual manera, agradezco a Sergio, Alfredo, Miguel Ángel y Félix, obreros del módulo porcino, y a los técnicos veterinarios en adiestramiento Yoel, Orlín, Eldrey, Papillo, y a la Médico Veterinario Kirenia Hernández, por toda su ayuda para con los experimentos. A mis colegas Alicia y Nancy, sin ellas no hubiese sido posible la corrección de estilos de esta tesis ni la diagramación. A Tamara Tur, Aurora y Nidia, por la ayuda en la búsqueda de materiales oportunos en idioma inglés y español. A los Drs. Luis Lamela, Jesús Iglesias, Odalys Toral, Mildrey Soca Hilda Machado, Arístides Pérez, Marcos Esperance, Javier Arece, Jesús Suarez, Leonel Simón, Marta Hernández y Anesio Mesa. A los MSc. Milagros Milera, Yolanda González, Ana Geraldine Francisco, Jorge Reino, Yuseika Olivera, Juan Carlos Lezcano y Francisco González. A los Ing. Osmel Alonso e Hilda Wencomo; igualmente a Mercy por su ayuda incondicional en todos los momentos, por su apoyo técnico y espiritual; a Amelia, Nilda y Marilín. A Yudelmis por su apoyo espiritual e incondicional en los momentos fáciles y difíciles, le agradezco mucho sus aportes.

A todos los trabajadores de la EEPFIH, del Laboratorio de Patología Provincial de Jovellanos perteneciente al Instituto de Medicina Veterinaria, del ICA, del CENSA y de la UNAH que han colaborado para con los resultados de este material, puesto que ha sido muchos deo de mencionarlos, para omitir aquellos que han colaborado.

**En este sentido, les reitero:**

**A todos mi Agradecimiento permanente.**

**INDICE**

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
I.1 Antecedentes .....	5
I.2 Origen y utilización de la morera .....	5
I.3 Descripción .....	6
I.4 Estudios agronómicos .....	7
I.5 Calidad nutritiva .....	7
I.6 Composición de aminoácidos.....	8
I.7 Composición química de la fibra de la dieta .....	8
I.8 Importancia nutricional de la fibra en la dieta.....	9
I.9 Papel de la fibra en la fisiología digestiva de los cerdos .....	10
I.10 Acción de la fibra en el intestino delgado.....	12
I.11 Acción de la fibra de la dieta en el intestino grueso.....	13
I.12 Efectos de la fibra en la digestibilidad del tracto y utilización de energía .....	16
I.13 Conservación de follajes arbóreos .....	16
I.14 Consumo de follaje arbóreo .....	17
I.15 Sistema digestivo del cerdo y su microflora .....	19
I.16 Digestión de nutrientes .....	19
I.17 Respuesta animal .....	20
I.18 Utilización de forrajes fibrosos y arbustivos en la alimentación porcina .....	21
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	25
II.1 Ubicación y clima .....	25
II.2 Instalaciones .....	25
II.3 Alimentos .....	25
II.4 Experimento 1. Procedimiento experimental con cerdos en crecimiento.....	26
II.5 Experimento 2. Evaluación del efecto del estado reproductivo de las cerdas en el consumo de morera fresca. ....	27
II.6 Experimento 3. Evaluación del efecto del consumo de morera fresca en los indicadores productivos y de salud de las crías. ....	28
II.7 Técnicas utilizadas.....	30
II.8 Análisis estadístico .....	31
II.9 Diseño experimental .....	31
II.10 Análisis económico .....	32
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	33
III.1 Resultados y Discusión de los Experimentos .....	33
III.2 Sustitución parcial del concentrado por forraje de morera fresca en la alimentación de cerdos en ceba. Potencial productivo y consideraciones económicas.....	45
CONCLUSIONES .....	49
RECOMENDACIONES.....	49
BIBLIOGRAFÍA .....	50
ANEXOS .....	58

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Composición de aminoácidos y N promedio de variedades de morera y la pasta de soya. ....	9
Tabla 2. Consumo (g/día) y coeficiente de digestibilidad del almidón y de los PNA en el intestino delgado de cerdos alimentados con dietas basadas en cereales y chícharos. ....	13
Tabla 3. Principales causas y efectos que determinan el consumo de follaje arbóreo a corto plazo en el cerdo (Ly, 1994). ....	17
Tabla 4. Alocasia macrorrhiza en cerdas gestantes. ....	22
Tabla 5. Composición bromatológica de los alimentos utilizados. ....	25
Tabla 6. Indicadores productivos de las cerdas mestizas que consumieron la morera fresca en los diferentes estados reproductivos. ....	36
Tabla 7. Indicadores productivos y de salud de las crías en las cerdas alimentadas con morera fresca. ....	37
Tabla 8. Comportamiento de los indicadores hematológicos porcinos ( $X \pm ES$ ). ....	38
Tabla 9. Evaluación histológica del Intestino delgado (Duodeno). ....	43
Tabla 10 Evaluación histológica del intestino grueso (ciego). ....	44
Tabla 11. Rendimiento anual de materia seca, proteína bruta y energía metabolizable de una hectárea de morera (Martín, 2004). ....	46
Tabla 12. Indicadores de consumo durante la ceba porcina. ....	47



## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Fig. 1. Mecanismos de acción de la fibra de la dieta y de los carbohidratos indigestibles en el incremento del peso y el volumen colónico y fecal. ....	15
Fig. 2. Corte histológico del ciego.....	42
Fig. 3. Corte histológico del ciego.....	42

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 1. Comportamiento del crecimiento vivo durante la ceba. ....	33
Gráfico 2. Comportamiento de la GMD de los cerdos durante la ceba.....	35
Gráfico 3. Comportamiento de la conversión alimentaria. ....	36
Gráfico 4. Comportamiento de la morfometría de los órganos digestivos. ....	39
Gráfico 5. Comportamiento morfométrico (largo y ancho) de los órganos hemolinfopéticos y accesorios en los cerdos estudiados.....	40
Gráfico 6. Comportamiento morfométrico (grosor y peso) de los órganos hemolinfopoyéticos y accesorios porcinos.....	41

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Comportamiento morfométrico de los órganos digestivos. ....	58
Anexo 2. Comportamiento morfométrico de los órganos hemolinfoyéticos y accesorios.....	58
Anexo 3. Fotos de los órganos digestivos y del pesaje con balanza digital.....	59
Anexo 4. Test de Homogeneidad de Varianza de las variables hematológicas. ....	59
Anexo 5. Histograma que representa la distribución normal que siguen las variables hematológicas en estudio: la hemoglobina (HB) y el hematocrito (HTO).....	60
Anexo 6. Rango de comportamiento de cerdos alimentados con pienso (grupo control) y pienso más morera (grupo experimental).....	60

## **ABREVIATURAS**

**FD** Fibra digestible

**Fig.** Figura

**g** Gramo

**ha** Hectárea

**kg** Kilogramo

**mg** Milígramo

**MS** Materia seca

**msnm** Metros sobre el nivel del mar

**N** Nitrógeno

**PNA** Polisacáridos no almidones

**PNC** Polisacáridos no celulósicos

**T** Tonelada

## RESUMEN

La utilización de nuevas fuentes de alimentos no convencionales, arbustivos y arbóreos, es una alternativa para producir carne porcina como respuesta a la limitada disponibilidad de fuentes convencionales de alimentación. El objetivo de esta tesis consistió en evaluar la respuesta productiva de cerdos mestizos Large white al utilizar follaje de morera fresca (hojas y tallos tiernos) y su influencia en la salud de las crías, así como los cambios morfométricos, histológicos y hematológicos de las cerdas. Las investigaciones se efectuaron en el Módulo de Investigación-Producción Porcina de la EEPF "Indio Hatuey" y consistieron en evaluar las ganancias de peso vivo de cerdos en crecimiento desde los 30 kg hasta los 90 kg. El pesaje se realizó cada 15 días, con la determinación del peso vivo promedio, la ganancia media diaria, y la conversión alimentaria. Se realizó una experiencia con 10 reproductoras alimentadas a voluntad con morera fresca, en diferentes estados reproductivos, para determinar el consumo; y otra evaluación con reproductoras que consumían morera, a voluntad o no, en el último tercio de la gestación, para comparar sus indicadores productivos y de salud de las crías, con respecto a un grupo control; se determinaron los siguientes indicadores: cantidad de cerdos nacidos, crías vivas a las 48 horas, crías muertas a las 48 horas, peso al nacimiento, peso a los 10 días posparto, peso total de la camada al nacimiento, peso total de la camada a los 10 días post-parto, peso al destete, porcentaje de viabilidad a las 48 horas, porcentaje de mortalidad a las 48 horas, número de crías con diarreas a las 48 horas y porcentaje de crías con diarreas a las 48 horas. El análisis morfométrico de los órganos del tracto gastrointestinal, hemolinfopoyéticos y accesorios, se realizó mediante su medición y pesaje en las cerdas sacrificadas. El procesamiento histológico se hizo a través de la tinción hematoxilina-eosina; los indicadores hematológicos medidos fueron el hematocrito, la hemoglobina y el leucograma con diferencial. Para el procesamiento estadístico se usó el análisis de varianza por el programa SPSS versión 10.1 para Windows. Se obtuvo un incremento de las ganancias medias diarias con el aumento del peso vivo y una mejor eficiencia en la dieta total por la utilización de la morera. No se hallaron diferencias en los índices de consumo entre las diferentes categorías reproductivas. Se obtuvo un incremento en la cantidad de crías nacidas, crías vivas a las 48 horas, peso promedio de la camada, peso al destete y porcentaje de viabilidad, con una disminución importante en las diarreas de las crías. Por la inclusión de la morera en la dietas se encontró un mejor comportamiento morfométrico, histológico y hematológico en las reproductoras. Los resultados demuestran la factibilidad económica de emplear el follaje de morera como sustituto parcial de los concentrados comerciales, con una mejora en la respuesta productiva.

**Palabras clave:** Consumo, morera (*Morus alba*), follaje (hojas y tallos tiernos). Large white, indicadores productivos, hematológicos morfométricos histológicos.

## INTRODUCCIÓN

En el trópico latinoamericano, la baja productividad del ganado está relacionada directamente con la poca disponibilidad de alimentos y el pobre valor nutritivo que presentan (**Sánchez, 2002**).

Es conocido que la productividad ganadera mejora cuando se dispone de forraje suficiente, de aceptable valor nutritivo para satisfacer los requerimientos de los animales. En este sentido, los pastos y forrajes constituyen la fuente basal alimenticia más económica para los sistemas de producción ganadera a nivel mundial. Como producto de la situación económica actual, los países del tercer mundo están obligados a generar alternativas en el campo de la alimentación que permitan satisfacer las necesidades crecientes de la población.

En la actualidad están emergiendo modelos agropecuarios basados en el aumento de la producción, pero a su vez en la reducción de la dependencia de insumos externos, con vistas a disminuir los costos e incrementar los beneficios económicos por unidad de área en armonía con el ambiente.

En Cuba la alimentación animal se basa, fundamentalmente, en el consumo de pastos, forrajes y subproductos, y en menor medida a partir de alimentos conservados como ensilajes, henos y harinas.

**Hernández y Babbar (2001)** señalan que los árboles desempeñan un importante papel en la sostenibilidad de los sistemas; aportan sombra; protegen los cultivos contra el viento; pueden ser usados como combustible y material de construcción; protegen de la escorrentía; no permiten el escape de carbono y reciclan nutrientes de forma natural.

Existen muchas especies de árboles y arbustos con buenas características forrajeras; en este sentido, la especie *Morus. alba* sobresale como fuente de forraje en Cuba por su excelente capacidad de producción de biomasa, composición química (**Duke, 2001**), alta degradabilidad (**González, Delgado y Cáceres, 1998**), adaptabilidad a diversas condiciones de clima y suelo (**Datta, 2002**), perennidad ante el corte (**Martín, Reyes, Hernández y Milera, 2002**) y disponibilidad de materia seca (**Benavides, 1994**).

El uso principal de la morera a nivel mundial ha sido como alimento del gusano de seda; de ahí que la mayoría de las investigaciones realizadas en esta planta hayan sido orientadas a su producción en la sericultura. A partir de la década de los ochenta en América Central comenzó a evaluarse su potencial forrajero y se recomendó su uso en sistemas de corte y acarreo para ovinos, caprinos, bovinos y en la alimentación de monogástricos.

Entre los principales problemas que afrontan los sistemas de producción basados en el confinamiento está el suministro de alimentos, tanto en cantidad como en calidad, así como también la utilización exclusiva de alimento balanceado elaborado a base de granos y pastas de oleaginosas; ello origina que los costos de producción se incrementen de manera considerable y compitan con la alimentación del hombre, por lo que la correcta administración de este insumo es el pilar fundamental en la obtención de niveles rentables y óptimos de producción. En el caso particular de las explotaciones porcinas, el alimento balanceado representa del 70 al 80% de los costos de producción, por lo que una reducción en dichos costos resultaría de mayor utilidad para los productores.

Una de las alternativas más viables para reducir los costos de producción en las regiones tropicales es la inclusión parcial de material forrajero en la dieta, aprovechando la gran diversidad que presenta.

El uso de forrajes en la alimentación de los cerdos trae consigo ventajas nutricionales y fisiológicas. Ellos son una buena fuente de vitaminas y minerales, además de que provocan un sentimiento de saciedad y, por consiguiente, una reducción del período de hambre (**Vestergaard, 1997**). Esta práctica se realiza en algunas regiones tropicales, donde la cría de cerdos es libre y sin cuidados especiales, basada en los excedentes de cosecha y de algunas especies forrajeras (**Gómez, 1997**).

Incluir especies arbustivas o arbóreas en las dietas de los cerdos ha constituido uno de los retos más importantes en los últimos 25 años y en la actualidad existe un buen número de opciones y mayores conocimientos zootécnicos que permiten diseñar la manera de emplearlas (**Savón, Gutierrez, Ojeda y Scull, 2005**).

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

Particular atención ha presentado la morera (*M. alba* Linn) por sus reconocidos valores bromatológicos, su adaptación a los cortes frecuentes y su productividad.

El efecto de la alimentación en la morfometría del tracto digestivo del cerdo ha sido objeto de una amplia reseña (**Ly, 1979**). En dietas convencionales el efecto de la fibra se relaciona con un aumento en el peso del tracto gastrointestinal (TGI) y de algunas secciones (**Henry, 1969; 1970**). En ocasiones la respuesta ha sido variable, lo que se asocia al nivel de inclusión y las

características del material fibroso. Los aspectos metodológicos (Ly, 1979) también tienen importancia al interpretar los resultados, aunque la inclusión de estos en la dieta modifica otros indicadores, como los hematológicos y los histológicos, en función de la integridad funcional de la especie.

### **Hipótesis de trabajo**

La inclusión del follaje de morera fresca en las dietas permite disminuir el empleo de concentrados a base de cereales, y mejorar los indicadores productivos y la salud de las crías.

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto que ejerce el empleo del follaje de morera fresca como sustituto parcial del concentrado comercial en los cerdos, en el consumo y en los indicadores productivos, hematológicos, morfométricos e histológicos del tracto gastrointestinal

### **Objetivos específicos**

1. Evaluar el consumo de follaje de morera fresca como sustituto parcial del concentrado comercial en cerdos de ceba y en reproductoras mestizas de Large White x Landrace.
2. Estudiar el comportamiento de los indicadores productivos de las cerdas y de salud de las crías provenientes de reproductoras que consumen follaje de morera fresca.
3. Evaluar el efecto de la inclusión de follaje de morera fresca en reproductoras mestizas de Large White x Landrace, en los indicadores hematológicos, morfométricos e histológicos del tracto gastrointestinal.

## **Novedad científica**

### **Por primera vez en Cuba:**

1. Se demuestra la factibilidad de sustituir de forma parcial el concentrado a base de cereales por follaje de morera durante todo el ciclo de ceba.
2. Se determina el efecto que ejerce sobre los indicadores productivos y la salud de las crías el consumo de follaje de Morera en cerdas alimentadas durante su último período de gestación.
3. Se determina el efecto que ejerce sobre los indicadores morfométricos, histológicos y hematológicos el consumo de follaje de morera en cerdas alimentadas durante su último período de gestación.
4. Se establece una metodología para evaluar la inclusión de alimentos no convencionales en las dietas porcinas.

## **CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **I.1 Antecedentes**

La agricultura debe contribuir a la satisfacción de las necesidades alimenticias y de otros bienes agrícolas de la población actual y futura. Para esto se requiere emplear sistemas de producción, con altos índices de productividad y elevada eficiencia en el uso de los recursos disponibles, pero a su vez es imprescindible que estos reduzcan el impacto en la diversidad biológica y en la calidad del ambiente.

Los recursos alimentarios tropicales, como las raíces, los tubérculos, las palmas aceiteras, los árboles forrajeros y las plantas acuáticas, presentan un alto potencial para la producción en nuestras condiciones, y son proveedores de importantes cantidades de energía y proteína imprescindibles para la nutrición animal y humana.

**D'Mello (1992)** consideró a las fuentes foliares como una de las alternativas más viables para sustituir parcialmente los alimentos convencionales a base de cereales para los animales en el trópico, entre ellos los cerdos.

La especie porcina está considerada como la de mayor plasticidad para adecuarse a nuevos arreglos alimenticios, por su alta eficiencia en la conversión de los nutrimentos (**Figueroa, 1996**).

Sin embargo, en Cuba las investigaciones que conduzcan a emplear de manera sistemática las plantas arbóreas y arbustivas en la alimentación de los cerdos todavía están en proceso de ejecución y existen un buen número de incógnitas que faltan por resolver antes de proponer su utilización a gran escala (**Ly, 2005**).

### **I.2 Origen y utilización de la morera**

La morera es una planta milenaria que tiene su origen al pie del Himalaya, fue descrita por primera vez por Carl Von Linneus y presenta una gran capacidad para adaptarse a diferentes climas y altitudes.

Esta especie perenne, de fácil propagación, rápido crecimiento y alto vigor, ha sido empleada tradicionalmente con múltiples propósitos.

En varios países se emplea como suplemento proteico para diferentes especies de animales y se ha impuesto como un recurso forrajero de gran aceptación entre quienes desarrollan y promueven los sistemas agroforestales sostenibles de producción.



Su forraje ha mostrado tener vastas posibilidades de empleo en las dietas de los animales. Se caracteriza por una elevada digestibilidad de la MS (75%-85%) y un excelente nivel de proteína (15-28% de PB), comparables con los de cualquier concentrado comercial **(Benavides, 1999)**.

Se le confiere, además, una significativa importancia como árbol ornamental; sombra en cafetales, pastizales y áreas naturales; fuente de materia prima para la obtención de tejidos a partir de la fibra de su corteza y para la confección de papel; así como madera para accesorios deportivos, mueblería e implementos agrícolas. El cultivo de la morera contribuye al control de la erosión del suelo. Se ha reportado como planta comestible, a partir del consumo de sus hojas tiernas.

Se le considera también como una planta medicinal, con cualidades diuréticas y expectorantes y se emplea además para reducir la presión y el azúcar en sangre. Se destacan también las posibilidades de empleo de *M. nigra* y *M. alba* en la industria vinatera y como colorante de productos alimenticios y confituras **(Benavides, 1999)**.

### **I.3 Descripción**

La morera pertenece al orden de las Urticales, familia Moraceae y género *Morus*. Los rangos climáticos para su cultivo son: temperatura de 18 a 38°C; precipitación de 600 a 2500 mm; fotoperíodo de 9 a 13 horas/día y humedad relativa de 65 a 80% **(Ting-Zing et al., 1988)**. Se cultiva desde el nivel del mar hasta 4,000 m de altitud y se reproduce por semilla, estaca, acodo e injerto. **González (1996)** considera que son dos las especies de morera de mayor interés, *M. nigra* y *M. alba*.

En Europa el moral o morera negra (*M. nigra*), se utilizó a comienzos del siglo XV para la alimentación del gusano de seda. Hoy se le cultiva y su uso ha quedado limitado al aprovechamiento de sus frutos jugosos y de sus hojas en pequeña escala

La morera blanca (*M. alba*) ha sido empleada exclusivamente en sericultura en todos los países sederos. Es un árbol de origen asiático, de menor desarrollo que *M. nigra*, y sus hojas son más delgadas, de color claro y casi lampiñas, a diferencia del moral que presenta hojas verde oscuro, pubescentes y ásperas. En general los frutos de la morera blanca son de color blanco o rosado y están provistos de pedúnculo; en tanto que los del moral son rojizos oscuros, casi negros y carecen de pedúnculos. Sin embargo, la denominación de morera blanca o negra no corresponde, como pudiera creerse, al color del fruto sino a otros

caracteres, como el color de la madera, ya que hay variedades de morera blanca que dan el fruto morado como la variedad Valenciana, negro como la variedad Cristiana o blanco como la variedad Moscalla.

#### **I.4 Estudios agronómicos**

Los estudios agronómicos indican que la producción de biomasa total y comestible de la morera depende de la época del año y de la fertilización nitrogenada.

Las variedades Acorazonada y Tigreada presentan un mejor comportamiento con una frecuencia de corte de 60 días en el período lluvioso y la variedad Indonesia a los 90 días en el poco lluvioso.

La fertilización nitrogenada no debe ser inferior a 300 kg/ha/año, y puede ser aplicada con formas químicas y/o orgánicas.

La aplicación de biofertilizantes, como el azotobacter combinado con materia orgánica, estimula de manera significativa la producción de biomasa total y comestible, la cual puede alcanzar valores entre 10 y 12 t de MS/ha/año en biomasa comestible (70% solo hojas) y entre 25 y 30 t de MS/ha/año en biomasa total **(Martín, 2004)**.

Con la aplicación del follaje como abono verde de *Albizia lebbbeck* y *Gliricidia sepium*, se logran mayores rendimientos de biomasa comestible, cuando se aplica el 100% del follaje de la albizia al suelo **(Pentón y Reyes, 2004)**, y un incremento de la fauna edáfica, y en particular de la comunidad de invertebrados **(Sánchez y Reyes, 2003)**.

#### **I.5 Calidad nutritiva**

El follaje de morera tiene un alto contenido de proteína bruta (PB) y una elevada digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) para rumiantes.

Datos de América Central indican que los tallos no lignificados (tallos tiernos) tienen una buena calidad bromatológica, con valores entre 7 y 14% para la PB y entre 56 y 70% para la DIVMS en rumiantes (Benavides, 1994; Rojas y Benavides, 1994; Espinoza, 1996).

La PB de la hoja de morera tiene una digestibilidad *in vivo* de 90% (Jegou *et al.*, 1994) y altos contenidos de nitrógeno, potasio y calcio altos, que llegan a 3,35; 2,0 y 2,5 % para cada indicador.

La calidad del follaje se afecta por factores ambientales. En la costa del Pacífico de Costa Rica, con alta luminosidad y elevadas temperaturas, la PB y la DIVMS de las hojas se redujeron a un 15,1 y 71,5%, en comparación con sitios más elevados, de más nubosidad y menor temperatura, 24,8 °C y 74,9% (Espinoza, 1996).

Debido a su poca fibra y alto nivel de carbohidratos el follaje de morera puede ensilarse sin aditivos, con un patrón láctico de fermentación y pocas pérdidas en PB (entre 16 y 21%) y entre 66 y 71% de DIVMS para rumiantes (**Vallejo, 1995; González, 1996**), indicadores superiores a los obtenidos en los ensilajes fabricados con gramíneas tropicales.

## **I.6 Composición de aminoácidos**

En la tabla 1 se presenta una comparación entre la composición de aminoácidos y el contenido de N, promedio de 119 variedades, de morera cultivadas experimentalmente en Japón con respecto a la pasta de la *Glicine max* (soya).

Los aminoácidos esenciales resultaron más del 46% de los aminoácidos totales, semejante a la pasta de soya.

Los 204,3 mg de aminoácidos por gramo de proteína son equivalentes a 3.47% de N, lo cual representa el 80% del total de N en las hojas de morera. El triptófano no fue incluido en el análisis. Estos resultados indican que existe una buena aproximación entre los aportes de aminoácidos que se obtienen cuando se oferta morera en comparación con la pasta de soya, desde el punto de vista nutricional (**Machii, 1989**).

## **I.7 Composición química de la fibra de la dieta**

La fibra de la dieta deriva principalmente de las paredes celulares de las plantas, las cuales consisten de una serie de polisacáridos, a menudo asociados con proteínas y componentes fenólicos en algunas células, junto con el polímero fenólico lignina.

El mayor componente de la pared celular es la lignina, que puede ser descrita como cadena muy ramificada construida por unidades de fenilpropano.

En la pared celular la lignina se une a los polisacáridos no celulósicos (PNC) y tiene dos funciones principales: fortalecer y soportar las microfibrillas de la celulosa y actuar como matriz de los polisacáridos. El complejo polisacárido-lignina endurece las paredes previniendo la degradación bioquímica y el daño físico (**Liyama et al., 1994**).

Tabla 1. Composición de aminoácidos y N promedio de variedades de morera y la pasta de soya.

Compuesto	Torta de soya		Morera		
	Contenido (mg/g MS)	% <sup>1</sup>	Contenido (mg/g MS)	SD	% <sup>1</sup>
AA no esenciales	n.d. <sup>2</sup>		108,93		53,3
AA esenciales (AAE)					
Lisina	32,92	6,7	12,33	2,58	6,0
Metionina	7,30	1,5	2,99	0,61	1,5
Treonina	20,34	4,1	10,52	1,75	5,2
Valina	26,29	5,3	12,83	2,17	6,3
Isoleucina	26,85	5,4	10,04	1,88	4,9
Leucina	39,55	8,0	19,45	3,10	3,1
Tirosina	14,38	2,9	7,40	1,39	3,6
Fenilalanina	25,51	5,2	12,26	2,06	6,0
Histidina	12,92	2,6	4,61	0,82	2,3
Triptófano	6,97	1,4	n.d. <sup>2</sup>	-	-
Total de AAE	213,03	43,1	92,43 <sup>3</sup>	-	45,3
Amoniaco (NH <sub>3</sub> )	n.a. <sup>2</sup>	-	2,89	0,54	1,4
Total (AA + NH <sub>3</sub> )	494,38	100	204,25	-	100
Nitrógeno %	7,91	-	4,36	9,63	-

Fuente: **Machii (1989) y NRC (1984)**

<sup>1</sup> Porcentaje de los aminoácidos en el total de aminoácidos mas amoníaco)

<sup>2</sup> No disponible

<sup>3</sup> Sin triptófano

Los polisacáridos de las paredes celulares son las pentosas ( arabinosa y xilosa) , las hexosas (glucosa, galactosa y manosa), las 6 – deoxihexosas (ramnosa y fructosa) y los ácidos urónicos (glucorónico y galacturónico (4-0-metil éter) además de la celulosa, arabinoxilanos y una mezcla ligada de  $\beta(1-3)$  y (1-4)-D-glucano ( $\beta$ -glucano), xiloglucanos, ramnogalacturonanos y arabinogalactanos (**Selvendran, 1984; Bacic et al.,1988; Theander et al., 1989**).

### I.8 Importancia nutricional de la fibra en la dieta

El término fibra en la dieta (FD) se utiliza para agrupar los componentes de la pared celular; la parte soluble compuesta por los polisacáridos no almidones (PNA) determinada por métodos enzimáticos y químicos; y la porción insoluble, la lignina cuantificada a través de técnicas gravimétricas.

Los PNA es un grupo diverso de moléculas con grados variables de solubilidad, tamaño y estructura; su acción es esencialmente física. De los componentes de la pared celular de las plantas, a los PNA les corresponde entre 700 y 900 g kg<sup>-1</sup> del total y en ellos se incluyen residuos de lignina, proteínas, ácidos grasos, ceras y otros compuestos. Estos actúan como

barrera para la liberación de los nutrientes y pueden influir en las propiedades del contenido gastrointestinal, en el flujo de la digesta, en la viscosidad de la fase líquida y en la regulación del proceso de absorción (**Bach Knudsen, 2001**).

Los polisacáridos no almidones del alimento son recuperados a partir de la digesta contenida en el íleon y degradados mediante procesos de fermentación anaeróbica en el intestino grueso, en dependencia de los grados de lignificación, solubilidad y estructura de los polisacáridos (**Bach Knudsen, 2001**).

### **I.9 Papel de la fibra en la fisiología digestiva de los cerdos**

La fibra presente en la dieta de los cerdos tiene importantes funciones fisiológicas en el tracto gastrointestinal.

La edad, la adaptación del animal a las dietas fibrosas y la masa corporal del cerdo interactúan en los procesos de digestión.

La fibra en la dieta es considerada como una fracción con un bajo contenido de energía y su efecto de dilución en animales con un bajo desempeño productivo permite incrementar el consumo de los alimentos, al disminuir el tiempo de tránsito de la digesta.

Los forrajes fibrosos favorecen el crecimiento microbiano en el tracto gastrointestinal; ello permite que se produzcan en mayor cuantía los ácidos grasos de cadenas cortas y que los microorganismos indeseables sean excluidos, además de regular la acción peristáltica de los intestinos, lo que evita la posibilidad de constipación en los animales (**Wen, 2001**).

En cerdas preñadas una reducción en la tasa de vaciado gástrico es una ventaja nutricional, ya que prolonga el sentimiento de saciedad y reduce el período de hambre, lo que evita el incremento de agresiones y competencias entre las cerdas alimentadas en grupos (**Vestergaard, 1997**).

**Planas (1999)**, cuando alimentó hembras preñadas canalizadas en el tracto gastrointestinal, con una dieta convencional baja en concentración de fibra y la comparó con dos dietas altas en fibra (una a base de fibra insoluble de salvado de trigo y otra con fibra soluble de pulpa de remolacha de azúcar) encontró que solo una pequeña fracción de fibra de la dieta se solubilizó en el estómago.

**Langhans et al. (1999)** encontraron que el contenido de fibra de la dieta esta directamente relacionado con la cantidad de nutrientes y de energía que el cerdo puede consumir.

Una dieta con un contenido alto en fibra insoluble aporta menos energía metabolizable que una dieta con un bajo contenido de fibra, no solo por la calidad del alimento sino también porque desfavorece el consumo, al provocar una saciedad temprana en el animal por elongación de la pared del estómago. Sin embargo cuando esta fibra es soluble ocurre una mayor captación de agua en este órgano y reduce el volumen de la digesta; por lo tanto, disminuye la sensación de saciedad y el tiempo de tránsito de la digesta en este órgano. Además en esta circunstancia la viscosidad de la digesta se incrementa y el pH se estabiliza a un nivel bajo (**Van der Meulen y Bakker, 1991**).

En un experimento realizado con cerdos en crecimiento por **Drochner y Coenen (1986)**, donde estudiaron el pH en el estado posprandial en la región fúndica del estómago, después de alimentarlos con dietas que tenían niveles altos y bajos de fibra, el pH con la dieta alta en fibra permaneció casi constante cercano a 2,5, mientras que aumento en las primeras horas hasta 4, cuando los cerdos fueron alimentados con la dieta baja en fibra. El valor del pH decreció gradualmente a un nivel similar a los valores encontrados con la dieta alta en fibras pasadas las siguientes seis horas.

Las dietas con altos contenidos de fibra influyen en la morfología intestinal y en la tasa de renovación de las células intestinales de los cerdos, y propician un incremento significativo en la secreción de los fluidos endógenos (**Jin et al., 1994**).

La fibra no lignificada en la dieta es una fuente de nutrientes para los cerdos; no es digerida por los procesos endógenos, pero sí por la flora microbiana; mientras que el almidón de los cereales se digiere casi completamente en el duodeno y el remanente transita hasta el ileon y provoca su distensión.

**Bach Knudsen y Jensen (1991a)** determinaron que una gran proporción de fibra soluble proveniente del trigo de la dieta pasó al íleon de los cerdos y comenzó a digerirse lo que representó un buen sustrato para los microorganismos a nivel intestinal.

Resultados similares han sido hallados para otros forrajes por **Gdala et al. (1991)**, **Smits et al. (1991)** y **Schulz et al. (1998)**.

El incremento de la actividad microbiana en el tracto digestivo no solamente refleja una mejor utilización de los nutrientes de los alimentos, sino también representa un incremento en la excreción de sustancias microbiales (**Bach Knudsen y Jensen 1991a**).

## **I.10 Acción de la fibra en el intestino delgado**

La fibra soluble de la dieta (FD) influye en la absorción de nutrientes del intestino delgado, por sus efectos sobre la viscosidad luminal.

**Rainbird et al. (1984)** realizaron un estudio con goma de guarano adicionada a una solución de glucosa difundida en el yeyuno de cerdos; estos autores encontraron que la tasa de absorción de glucosa estuvo en el rango de 7,1 a 3,7 g m<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, debido a una reducción de la difusión del lumen intestinal a las células epiteliales o a la inhibición del proceso de absorción.

En contraste, la FD insoluble no viscosa (salvado de trigo o celulosa) solamente influyó la absorción de glucosa de 6,8 al rango de 5,5 – 5,7 g m<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> (**Low et al., 1986**).

El efecto de la FD soluble en la tasa de absorción de glucosa, cuando es ingerida como una parte integrada de la estructura de la pared celular, se debe a la baja solubilización de la pared celular de los polisacáridos y a la significativa despolimerización microbial que puede ocurrir con algunos tipos de polisacáridos.

En un estudio realizado por **Johansen et al. (1996)** donde suministraron salvado de avena molido, en forma gruesa o fino, se encontró que la fracción retenida de salvado de avena pasó casi integra a través del intestino delgado.

Con la dieta gruesa a las tres horas después de alimentar los cerdos la solubilización de  $\beta$ -glucano estuvo en el rango de 40 al 55%; mientras que con la dieta fina fue entre un 25 y 32%. Ambas dietas presentaron una baja y muy variable viscosidad *in vivo*, sin una buena correlación con la concentración de  $\beta$ -glucano en la fase líquida de la digesta.

La FD, en general, reduce la digestibilidad de la materia seca y la energía en este sitio del tracto digestivo, porque esta fracción alimentaria resiste la digestión de las enzimas secretadas en el intestino delgado (**Bach Knudsen y Hansen, 1991b; Bach Knudsen et al., 1993; Graham et al., 1986a**).

En la tabla 2 se muestra la digestibilidad ileal de ensayos realizados con un grupo de alimentos, donde se evaluó la influencia que ejercían la inclusión de diferentes suplementos en el consumo y la digestibilidad del almidón y de los polisacáridos no almidones (PNA). Los resultados señalan que no se producen variaciones en la digestibilidad de los nutrientes, pero sí en el consumo.

Tabla 2. Consumo (g/día) y coeficiente de digestibilidad del almidón y de los PNA en el intestino delgado de cerdos alimentados con dietas basadas en cereales y chícharos.

Dieta	Almidón		PNA	
	Consumo	Digestibilidad	Consumo	Digestibilidad
Mezcla de cereal	556	0,960	182	0,200
+ Salvado de trigo	310	0,957	351	0,110
+ Pulpa de remolacha	193	0,953	633	0,370
Harina de trigo	978	0,994	45	0,100
+ Salvado de trigo	1 003	0,987	86	0,360
+ Salvado de avena	1 086	0,986	77	0,210
Grano de avena	885	0,970	123	0,250
Harina de avena	878	0,986	81	0,150
Salvado de avena	814	0,989	202	0,700
Grano de centeno	777	0,980	202	0,190
Harina de centeno	838	0,990	116	0,400
Chícharo deshidratado	457	0,889	225	0,240
Chícharo tostado	443	0,857	197	
Promedio		0,961		0,275

Fuente: Bach Knudsen y Jensen (1991b); Bach Knudsen *et al.* 1993; Canibe y Bach Knudsen (1997b); Glitso *et al.* (1998); Graham *et al.* (1986a).

El promedio de digestibilidad de los PNA en el intestino delgado fue de 0,275.

La digestibilidad de los PNA en este sitio del tracto gastrointestinal es influenciada por el tipo de FD, pero también influyen factores como el nivel de alimentación y la técnica de muestreo.

Las dietas de cereal mostraron alta digestibilidad de la fracción soluble  $\beta$ -glucano con valores en el rango de 0,170–0,730 en avena (Bach Knudsen y Jensen 1991a; Bach Knudsen *et al.*, 1993a, b) y 0,700–0,970 en cebada (Fadel *et al.*, 1988, 1989; Graham *et al.*, 1986b).

En contraste, los arabinosilanos de cadena ramificada de trigo, centeno y avena son más o menos recuperados en cantidad en la digesta, dejando el íleon con valores de digestibilidad de 0,100–0,120 (Bach Knudsen y Jensen 1991a).

### I.11 Acción de la fibra de la dieta en el intestino grueso

La principal diferencia entre el intestino delgado y el intestino grueso de cerdos es el tipo de digestión y el tiempo de retención.

El tiempo de tránsito de la digesta es mucho mayor a través del intestino grueso, de 20 a 40 horas, con respecto al estómago e intestino delgado, dos a seis horas. Estas condiciones permiten un crecimiento bacteriano prolífico:  $10^{10}$ – $10^{11}$  Bacterias viables por gramo de material fresco, que incluye más de 500 especies (Moore *et al.*, 1987), con producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) (Giusi-Perier *et al.*, 1989) y gases (Jensen y Jorgensen, 1994).



Los carbohidratos, proteínas y materiales endógenos son sustratos potenciales para la fermentación en el intestino grueso. Los primeros representan la mayor fracción presente ( $300 - 500 \text{ g kg}^{-1}$ ) de los sólidos secos provenientes del intestino delgado al intestino grueso. Los sitios de mayor actividad son el ciego y el colon proximal, donde la mayoría de los carbohidratos desaparecen (**Bach Knudsen et al., 1993a; Canibe y Bach Knudsen, 1997a; Glitso et al., 1998**).

El tiempo de tránsito en el ciego es de solo de una a tres horas (**Glitso et al., 1999; Petkevicius et al., 1997**) y los principales PNA que son degradados en el sitio son los solubles:  $\beta$ -glucano, polisacáridos pectina, arabinosilanos solubles (**Bach Knudsen et al., 1993a; Canibe y Bach Knudsen, 1997a; Glitso et al., 1998**).

La fácil despolimerización del  $\beta$ -glucano hace que este se encuentre disponible como fuente de carbohidratos para la microflora en el intestino grueso (**Johansen et al., 1996a**).

Para otros PNA solubles, la acción degradativa de la microflora estará en función de sus indicadores de capacidad de retención de agua y sus propiedades para aumentar el ancho de las paredes celulares (**Longland et al., 1993**).

Todos estos factores ayudan a una más fácil colonización y degradación del sustrato. Es por eso que un xilano lineal presente en las células aleuronas del centeno, aunque su degradación sea lenta, es totalmente degradado. En contraste, los arabinosilanos y los xilanos, presentes en tejidos lignificados, son más resistentes a la degradación en el intestino grueso (**Glitso et al., 1999**).

La digestibilidad de la celulosa y de los arabinosilanos es más alta en los materiales no lignificados (harina de trigo, avena rollada, harina de centeno, salvado de avena, pulpa de remolacha) que en los materiales lignificados (pericarpio/testa de centeno o trigo, salvado de trigo o cascarilla de avena).

En la figura 1 se pueden observar, de manera general, los mecanismos de acción que provoca la fibra de la dieta.

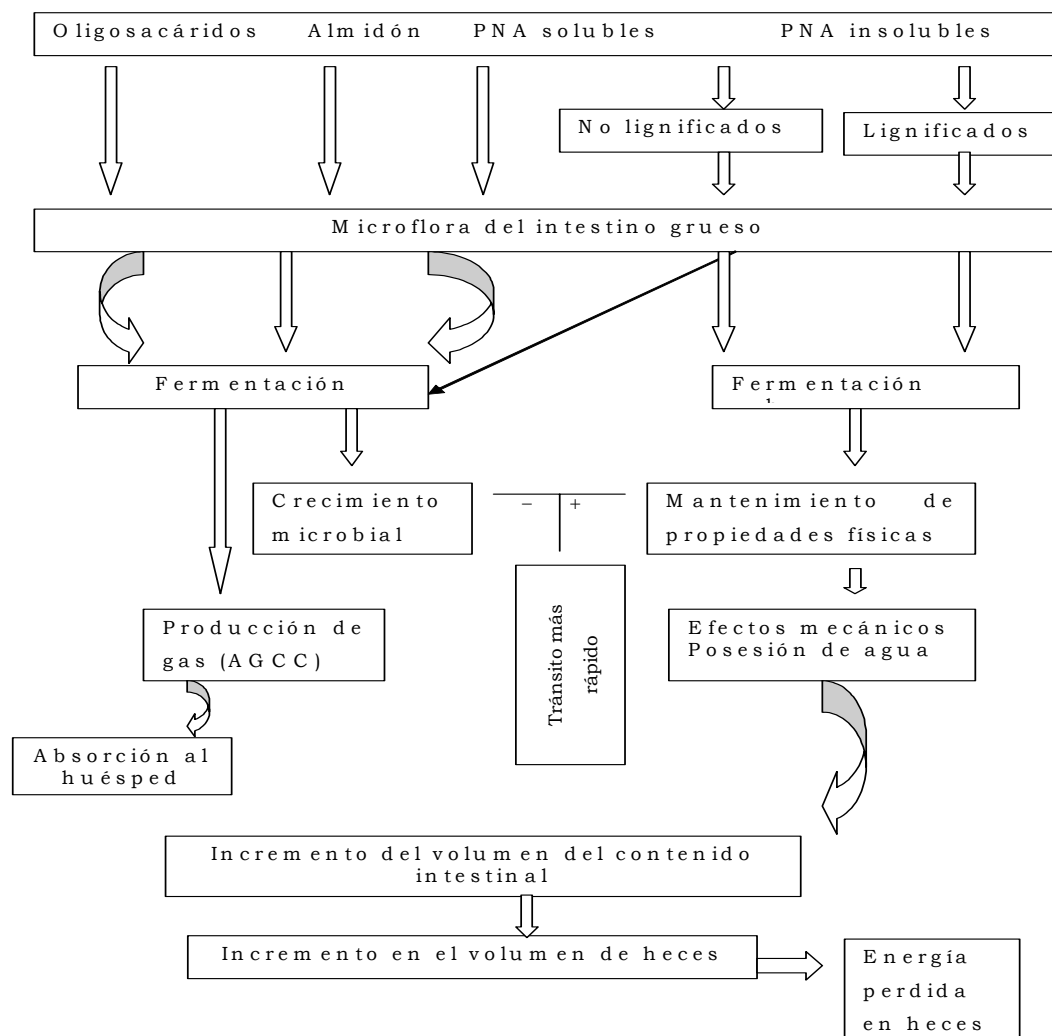


Fig. 1. Mecanismos de acción de la fibra de la dieta y de los carbohidratos indigestibles en el incremento del peso y el volumen colónico y fecal.

Un incremento en el consumo de FD inevitablemente influirá en el hábito intestinal no solamente por la estimulación del crecimiento microbiano y producción de AGCC, sino también por los mecanismos de acción y las propiedades de retención de agua.

La consecuencia es el incremento del volumen del colon y heces y una reducción en el tiempo de tránsito (**Kuan *et al.*, 1983; Potkins *et al.*, 1991; Glitso *et al.*, 1999**).

## **I.12 Efectos de la fibra en la digestibilidad del tracto y utilización de energía**

El aumento en el consumo de FD reduce la digestibilidad total del tracto y conduce a un incremento en la producción de energía, ya que se digiere en el intestino grueso. La consecuencia es: menos energía absorbida como monosacáridos del intestino delgado y más energía provista como AGCC y ácido láctico. La contribución de energía de AGCC es más baja que la de los monosacáridos y ha sido estimado que el 1% adicional de energía digerida en el intestino grueso reduce la utilización de la energía metabolizable en 0,27%. Esto es equivalente a una utilización del 73% de energía derivada de la fermentación en el intestino grueso

El efecto negativo de la fibra de la dieta en el valor de energía de forrajes es ampliamente documentado por una fuerte relación negativa entre el nivel de FD y energía neta (EN) (expresada por unidades de alimento para cerdos: Fup). Cada 10 g de incremento de FD reduce el Fup por 0,015 unidades.

Dicho efecto negativo de la FD es primeramente causado por los materiales indigestibles de la pared celular (lignina, celulosa y PNA<sup>-1</sup>) y por la reducción en la utilización de la energía metabolizable (**Jun et al., 2000**).

## **I.13 Conservación de follajes arbóreos**

Se han hecho pruebas en las que se ha brindado el follaje arbóreo o arbustivo en forma fresca, ensilada o como harina.

El uso de cada una de estas variantes implica ventajas y desventajas bien conocidas desde el punto de vista del procesamiento de cada recurso alimentario, aunque se sabe poco sobre los resultados de estos alimentos en los cerdos.

Las respuestas pueden analizarse desde el punto de vista del consumo voluntario y de la digestibilidad de nutrientes, que son los índices más directos en la respuesta animal, al introducir el follaje arbóreo en la dieta de los cerdos.

En la práctica pocos ensilajes de forrajes han sido suministrados a cerdos, aunque muchas raíces y tubérculos se han conservado en el mundo con vistas a alimentar al ganado porcino. Tampoco se conoce mucho de cómo alimentar los cerdos con follaje en sistemas de corte y acarreo, aunque el pastoreo de gramíneas, y a veces con alfalfa, fue práctica habitual en el mundo hasta la primera mitad del siglo 20. Se conoce más sobre las bondades de las harinas de follajes, que han sido probadas bajo la concepción de incorporarlas al esquema de

piensos balanceados, aunque no en la gran industria, sino por el campesino, el que pudiera ser el mayor beneficiario con esta práctica de alimentar cerdos con forraje, de una forma racional, con ayuda de la ciencia (Ly, 2005).

### **I.14 Consumo de follaje arbóreo**

La respuesta de los cerdos por el consumo del follaje arbóreo puede ser variable.

Esta variabilidad está determinada por la interdependencia que existe entre la forma de suministrar el forraje, la composición química y la fisiología del animal.

En la tabla 3 se muestra un resumen algunas de las causas y los efectos a corto plazo.

Tabla 3. Principales causas y efectos que determinan el consumo de follaje arbóreo a corto plazo en el cerdo (Ly, 1994).

Tipo de oferta	Respuesta inmediata del cerdo
Follaje con sustancias tóxicas o antinutricionales	Disminución del “apetito” o franco rechazo
Ración muy rica en follaje	Disminución del consumo voluntario
Follaje como harina o en forma no fresca	Puede aumentar el consumo voluntario, pero puede disminuir la digestibilidad, y viceversa
Mucho follaje dado como ensilado	La acidez de la ración puede disminuir el consumo voluntario por desequilibrio ácido-base

Las causas que generan las respuestas de los cerdos en el consumo del follaje han tratado de explicarse con distintas hipótesis (Whittemore *et al.*, 2000).

De no existir dificultades con el sabor del alimento, o presencia de sustancias antinutricionales, un factor que puede regir el consumo voluntario es la capacidad de los órganos digestivos para acomodar los follajes. Estudios realizados señalan que en los cerdos, los alimentos voluminosos determinan un aumento de la capacidad de los órganos reservorios, tales como el estómago y el intestino grueso, el cual se expresa mediante un aumento ponderal de estos órganos.

**Ly (1994)** demostró que a medida que los cerdos son seleccionados para mejorar sus rasgos de comportamiento de interés económico, y en consecuencia, nutridos con alimentos donde la “densidad energética” aumenta, en detrimento de los elementos fibrosos de la ración, el intestino delgado se elonga, y pierden peso el ciego y el colon de los animales. Si bien esta capacidad de adaptación presenta un límite, sigue una respuesta clásica, sigmoidal, o asintótica.

En última instancia, siempre que la cantidad de energía contenida en la ración no exceda los requerimientos del animal, éste responderá positivamente a la ingestión de los forrajes.

Sin embargo, la “dilución” de la energía es una característica de los alimentos fibrosos, y es por ello que los follajes arbóreos y arbustivos muestran este rasgo en mayor o menor cuantía (**Kyriazakis y Emmans, 1999**), aunque se desconoce cómo reacciona el cerdo al consumo de alimentos fibrosos en el trópico.

La temperatura ambiental alta es otro factor adverso que hay que tener en cuenta en la manipulación del consumo voluntario del ganado porcino (**Hsia y Lu, 1989; Rinaldo et al., 2000**).

Durante mucho tiempo se planteó que la pared celular de las plantas, por su carácter voluminoso y por su lenta degradación en el canal alimentario, era la principal causa que determinaba el consumo de estos alimentos fibrosos.

Estudios más precisos sobre esta hipótesis han permitido atribuir esta respuesta no a la fibra en sí, sino a su capacidad de retener agua, que es en realidad lo que determina el estado de llenura mecánica y que emite la primera señal negativa para que el hipotálamo ordene el cesar de comer (**Tsaras et al., 1998; Kyriazakis y Emmans 1999**). Esta teoría de la primera señal induce a una segunda emisión, que proviene del duodeno a través de la colecistoquinina al centro de saciedad (**Grovum et al., 2003**).

Esta hipótesis ha sido promovida por investigadores de la Escuela de Edinburgo, y está dirigida a explicar el consumo de alimentos bastos por los cerdos, aunque requiere ser probada en cerdos alimentados con follaje arbóreo o arbustivo y sería de gran interés tratar de comprobarlo en nuestras condiciones.

Dando continuidad a esta línea de pensamiento, es factible considerar que el mismo factor que determina el consumo voluntario de los alimentos fibrosos, puede determinar una mayor permanencia de la digesta en el canal alimentario, según los resultados de los investigadores

de la Universidad de Gante acerca de los efectos que tienen sobre la capacidad de retención de agua de los alimentos aportados en la dieta el consumo (**Decuypere et al., 1994**).

### **I.15 Sistema digestivo del cerdo y su microflora**

Los animales no rumiantes tienen un estómago simple, en el cual solo hay escasas modificaciones microbiales de los nutrientes disponibles.

Los microorganismos están en contacto con los materiales no solubles o sustratos endógenos, en mayor grado, en las partes más bajas del tracto digestivo, del íleon terminal al recto, y los productos de esta fermentación microbiana pueden ser absorbidos por el animal huésped.

La digestión del alimento depende de la cantidad y de la composición de la dieta, del tamaño y de la función de los órganos del tracto digestivo y del tiempo de retención de la digesta en las diferentes partes del tracto gastrointestinal

En el intestino grueso, los componentes indigestibles del alimento, dietas fibrosas, lípidos con elevado punto de fusión, proteínas insolubles y secreciones endógenas, son fermentados por los microorganismos. En esta parte, solo los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y algunas vitaminas pueden ser absorbidas, las que contribuyen al suministro de nutrientes para el animal (**Wen, 2001**).

### **I.16 Digestión de nutrientes**

Desde el punto de vista mecánico, la desaparición de los materiales ingeridos en el tracto gastrointestinal es lo que determina el cese del estado de llenura y decreta el fin de la condición de saciedad.

Lo que determina el vaciado de la digesta en los órganos digestivos es la velocidad con que se digiere el alimento y no su digestibilidad (**Ly, 1995**).

En el ganado porcino, las informaciones sobre la velocidad de digestión son más escasas que las existentes sobre la digestibilidad y los factores que influyen en ella. Es inevitable que existan desigualdades en la velocidad de digestión de los distintos principios nutritivos, aunque se preconice que el cerdo consume voluntariamente el alimento con el fin de satisfacer sus requerimientos de energía (**Henry, 1985**).

Por otra parte, la fracción fibrosa del follaje arbóreo, como la de cualquier otro alimento, debe tender a transitar con una velocidad más o menos rápida por la región anterior del canal

alimentario, para acomodarse en el ciego y en el colon en espiral, ya que será en esta zona del tracto gastrointestinal donde desaparecerá.

Esta acción metabólica está influida por distintos factores, entre ellos el tamaño de la partícula y el grado de lignificación (**Chiv et al., 2003**).

Se ha sugerido que el patrón de fermentación de la fibra en el intestino grueso del cerdo es semejante al ruminal, tal vez porque en ambos ecosistemas las especies microbianas son las mismas, o al menos equivalentes, en naturaleza y proporción (**Giesecke, 1970**).

A ello debe contribuir la temperatura corporal del animal, la reacción del medio, expresada por su pH, y la anaerobiosis, que hacen ineficiente el sistema mitocondrial que requiere oxígeno para la síntesis de ATP.

Desde el punto de vista teórico esta similitud puede facilitar una evaluación al menos aproximada de lo que puede ocurrir en el intestino grueso de los cerdos, a partir de los datos provenientes de estudios hechos en rumen, ya que son pocos los experimentos realizados sobre este tema en ganado porcino (**Ly et al., 1997; Cone et al., 2005**).

### **I.17 Respuesta animal**

Los ensayos realizados con diferentes especies de animales han demostrado que siempre hay un efecto positivo en la respuesta productiva cuando la morera es incorporada a las dietas.

En cabras en crecimiento, con el tratamiento de 2,5% de inclusión de morera, se ha logrado una ganancia media diaria de 86,20 g/día.

El análisis del indicador conversión alimentaria indicó que la presencia de niveles ascendentes del forraje de morera en la ración de cabras en crecimiento, implicó un incremento de hasta 1,5% en el consumo de la gramínea y una mayor eficiencia en la utilización a nivel corporal de los nutrientes ingeridos (**González, Ortega, Cáceres y Arece, 2001**).

En conejos, los estudios han demostrado que es posible sustituir el 50% del concentrado comercial por harina de hoja de morera peletizada, sin diferencias significativas en la ganancia de peso vivo (22-25 g/animal/día) (**López y Montejo 2005**).

Al evaluar el comportamiento productivo de conejas mestizas en un sistema de alimentación basado en la utilización de la morera y otros productos locales, se obtuvo un promedio de siete gazapos nacidos vivos por parto, con un peso promedio de 174 g/animal.

La ganancia media diaria durante el período de lactación fue de 18 g/día y se obtuvieron indicadores adecuados de mortalidad y de salud animal. Los resultados permitieron demostrar que con la utilización de recursos locales de una adecuada calidad nutricional, se obtienen resultados productivos satisfactorios en conejos mestizos.

Con respecto a su utilización en la alimentación animal se encuentran referencias en rumiantes.

Benavides (1999) señala que es una planta muy palatable y con una alta digestibilidad de la materia seca; si bien se ha utilizado con buenos resultados en las dietas para conejos, hay pocas referencias sobre su uso en cerdos (**Trigueros y Villalta, 1997; Sarriás et al., 1999, Ly et al., 2001**).

Los estudios realizados en ovinos han demostrado que la inclusión de hollejos de cítrico conservados, ya sea en forma deshidratada o ensilados en dietas con morera, permite un mejor balance de los nutrientes, al incorporar la energía como un elemento deficitario para un correcto funcionamiento de la actividad ruminal, así como propiciar un nivel superior de consumo total de la ración y ganancias de peso vivo entre 100 y 120 g/animal/día (**Ojeda, Arece y Cáceres, 2003**).

En ganado vacuno (bovinos jóvenes y vacas lecheras) se ha utilizado como suplemento en diferentes proporciones en relación con el peso vivo, con ganancias de peso entre 700 y 800 g/animal/día y producciones de leche de 10,6 L/vaca/día en ganado de mediano potencial con amamantamiento restringido.

### **I.18 Utilización de forrajes fibrosos y arbustivos en la alimentación porcina**

Aunque el aparato digestivo del cerdo no tiene capacidad para utilizar grandes cantidades de forrajes, cuando éstos son de alta calidad pueden proporcionar una gran parte de los principios nutritivos que necesita la cerda de vientre. La alimentación adecuada de la cerda durante la gestación, puede influir mucho más sobre la magnitud de la camada que cualquier otro factor. Debido a su alto contenido de vitaminas, minerales y proteínas, los forrajes son una fuente excelente de estos principios nutritivos (**Hunges et al., 1966**).

Como las cerdas tienen una capacidad relativamente grande de consumo de forrajes, una gran parte de sus necesidades nutritivas diarias se pueden satisfacer mediante un pasto de buena calidad. Para asegurar un consumo máximo del pasto, hay que limitar la aportación diaria de alimentos concentrados. Un estudio de dos años, llevado a cabo en la estación de



Kentucky, indicó que la aportación de alimentos por día, para cerdas cubiertas, que estén pastando en un buen pasto de alfalfa, se puede reducir a un 50% de lo recomendado para este tipo de cerdas por el Consejo Nacional de Investigaciones, sin afectar el comportamiento de los animales reproductores (**Hunges et al., 1966**).

**Basto et al. (1993)** utilizaron *Alocasia macrorrhiza* (L) Schott) (bore) en la alimentación de cerdas gestantes. Esta es una planta de muy buena producción de biomasa en clima medio, especialmente en zonas húmedas. El cerdo consume tanto la hoja (que es de gran tamaño) como el tallo. En este trabajo se demostró que se puede ahorrar el 34% del alimento concentrado durante la gestación, sin detrimento de los parámetros productivos (tabla 4).

Tabla 4. *Alocasia macrorrhiza* en cerdas gestantes.

	Bore + Concentrado	Concentrado
No. de animales	6	6
P <sub>o</sub> . kg	113	113
Pf. kg	168	166
Consumo (kg)		
Bore	13	0
Concentrado	1	2
Nacidos vivos	10,7	11,2
Peso camada (kg)	14,4	13,1
Ahorro alimento (%)	34	0

Fuente: **Basto et al. (1993)**

En otro trabajo similar, **Basto (1995)** encontró que las hojas de bore pueden reemplazar el 50% del concentrado de las dietas en la etapa de crecimiento y el 40% durante el engorde. Para cerdas gestantes en pastoreo, una dieta compuesta por 10 kg de caña de azúcar, 0,4 kg de grano de soya cocido y 2 kg de hojas de nacedero (*Trichanthera gigantea*), sola o mezclada con hojas de morera (*Morus sp*) y bore, permite obtener una dieta balanceada capaz de asegurar los indicadores reproductivos de esta especie (**Sarrías et al., 1999**).

Para utilizar estos recursos es necesario ofrecerlos de manera que se asegure su consumo y se evite el desperdicio; por esta razón, las hojas con pecíolo deben picarse para ser suministrados a los cerdos.

El nacedero es una planta presente en muchas regiones tropicales, donde crece en forma silvestre, además de ser utilizada como cerca viva o como planta protectora de las fuentes de agua. El uso de este árbol se está promocionando en programas de desarrollo rural, ya que el follaje es bien consumido por animales monogástricos, en especial por los cerdos.

Como planta medicinal tiene gran uso para curar hernias, bajar la tensión arterial, reducir el peso, contrarrestar las fiebres, facilitar la salida de la placenta en equinos y contra algunas enfermedades de los cerdos (**Pérez, 1990**) y aunque es un árbol melífero, su madera es poco durable y susceptible a la pudrición (**Acero, 1985**).

En una dieta para cerdas gestantes, compuesta por jugo de caña de azúcar como fuente de carbohidratos y en la cual se reemplazó el suplemento proteico de torta de soya por nacedero en un 50% y un 75% (equivalente a 2 y 4 kg de hojas verdes por día), hubo un efecto positivo en el número, peso y viabilidad de los lechones al nacimiento y al destete (**Herrera et al., 1991**).

También se ha utilizado harina de nacedero como parte del suplemento proteico en pollos de engorde (**Vargas, 1990**).

**Campabadal y Solís (datos inéditos)** evaluaron tres niveles de alimentación en cerdas gestantes mantenidas bajo un sistema de pastoreo rotativo con pasto *Cynodon nlemfuensis*.

Las dietas utilizadas fueron: 1) 1,82 kg de alimento comercial /día; 2) pastoreo + 1,82 kg de alimento comercial /día; 3) pastoreo + 1,36 kg de alimento comercial/día.

Se midieron las variables: ganancia de peso, número de cerdos nacidos vivos por camada y peso de los lechones al nacimiento.

No hubo diferencias significativas entre los tratamientos para la ganancia de peso, aunque las menores ganancias se presentaron en las cerdas que recibieron la dieta 3; tampoco se presentaron diferencias significativas en el número de lechones por camada, lo mismo que para el peso al nacimiento.

Las cerdas primerizas que recibieron la dieta 3 parieron una menor cantidad de lechones, aunque el peso de la camada al nacimiento fue similar al de los otros dos tratamientos, por lo que se sugiere que el forraje se aprovecha mejor por las cerdas de más de dos partos cuando su desarrollo corporal ya finalizado. Además, los costos de alimentación disminuyen cuando se incorpora forraje a la dieta.

**Everts (1991)** considera que el efecto positivo del forraje en cerdas se debe a que ocurre una compensación en algunos microelementos o vitaminas deficientes en la dieta; pero también porque las cerdas al sentirse más satisfechas cuando reciben forraje, se vuelven más dóciles y disminuyen el estrés, y como consecuencia la mortalidad embrionaria se reduce.

**Cuarón et al. (1979)** realizaron un experimento para evaluar los datos productivos de 84 cerdas que consumieron desde la gestación, por dos ciclos reproductivos consecutivos, una dieta a base de alfalfa en sustitución a una dieta convencional de sorgo-soya. Estos autores observaron que el peso promedio de las camadas provenientes de las cerdas que recibieron sorgo-soya era inferior con respecto a las camadas de las cerdas que recibieron alfalfa a partir del segundo tercio de la gestación.

Los costos por concepto de alimentación cuando se proporcionó alfalfa también fueron inferiores, sin que se observaran diferencias en la eficiencia reproductiva de las cerdas.

El empleo de la morera en la alimentación de cerdos ha estado dirigido en dos vertientes: en forma de harina o como follaje verde, según las posibilidades de los evaluadores o sus criterios de uso (**Leyva et al., 2003**).

En un estudio realizado por **Muñoz (2003)** en cerdas gestantes, con suministro de follaje de Morera encontró que era factible sustituir hasta un 25% del alimento comercial sin que ocurrieran efectos negativos en el comportamiento zootécnico.

En Cuba los resultados hallados por **Leiva, López y Quiñones (2002)** señalan que cuando se sustituye el 14% del concentrado comercial de inicio en lechones de preceba, por harina de morera, ocurre una disminución en la digestibilidad de la materia seca, de la materia orgánica, de la proteína cruda y de la ceniza, pero sin afectaciones en la digestibilidad de la fibra cruda, demostrando la posibilidad de utilizar la morera en las dietas de cerdos en crecimiento.

En una evaluación en que se determinó el valor nutritivo del follaje de morera como alimento en dietas para cerdos, se halló que el valor de la digestibilidad *in vitro* (pepsina/pancreatina), que simula la digestibilidad ileal *in vivo*, fue alta, resultado avalado en pruebas de balance de nitrógeno con animales intactos. En pruebas de digestibilidad rectal con harina foliar de morera secada al sol, se encontró que las razas de ganado porcino mejoradas aventajan a las locales en el aprovechamiento del nitrógeno.

Cuando se evaluó el comportamiento de cerdos engordados con harina de follaje de morera, no se encontraron diferencias de importancia en el consumo de los alimentos, en la ganancia diaria o en la conversión alimentaria. En la fase de crecimiento, la inclusión de harina de follaje de morera en la dieta proveniente de cortes con 60 días de edad, induce una respuesta curvilínea con un punto de inflexión óptimo alrededor del 14 y 16% en la dieta. Esto representa un ahorro de proteína convencional entre un 20 y un 30%.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

### **II.1 Ubicación y clima**

La presente investigación se desarrolló en la unidad de producción porcina, perteneciente al Módulo de Ganado Menor de la Estación Experimental de Pastos Forrajes “Indio Hatuey”, ubicada a 22°48'7" de latitud Norte y los 81°1' de longitud Oeste, a una altitud de 19,01 msnm.

El clima predominante fue cálido, con temperatura media de 22,5°C y precipitación promedio de 63 mm.

### **II.2 Instalaciones**

Para los animales de ceba se emplearon cubículos de 4 x 4 m, con piso de racilla, comederos lineales y tetinas para el suministro de agua.

Las reproductoras dispusieron de cubículos independientes de 1 x 2 m con boxers adicionales de 1 x 0,5 metros para las crías, cuyas condiciones eran similares a las anteriores.

Estos cubículos poseían paredes y techo con el objetivo de mantener a los animales cubiertos de las inclemencias del tiempo y de los rayos solares.

### **II.3 Alimentos**

El concentrado utilizado provino de los suministradores del Ministerio de la Agricultura.

La morera (*Morus alba* Linn. var. Acorazonada) se obtuvo de una plantación fertilizada con 300 kg N/ha/año, incorporado mediante el empleo de gallinaza meteorizada.

El follaje consumido, hoja y tallos tiernos, tuvo como promedio 90 días de rebrote.

La composición bromatológica de los alimentos se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Composición bromatológica de los alimentos utilizados.

Indicador	Concentrado	Morera
MS (%)	87	25
PB (%)	14,6	19
FB (%)	13,8	12,5
Ceniza (%)	12,3	10,3
EM (Mcal/kg MS)	2,7	1,90
Ca (%)	1,2	1,6
P(%)	0,26	0,33

## **II.4 Experimento 1. Procedimiento experimental con cerdos en crecimiento**

Para evaluar el comportamiento de los indicadores productivos de los cerdos en ceba se utilizaron un total de 16 animales de ambos sexos, hembras y machos castrados, divididos en dos grupos homogéneos, con un peso vivo promedio inicial de 30 kg. El tiempo de estudio fue de cuatro meses.

Para el grupo control la dieta empleada fue concentrado comercial, según la norma **NRC (1988)** de alimentación para esta categoría; mientras que en el grupo experimental se sustituyó entre el 27 y 30% de la proteína del requerimiento total en forma follaje de morera fresca.

El suministro de follaje fue controlado para mantener la proporción prevista y la oferta siempre se efectuó en horas de la tarde (14:00 horas).

El pesaje de los animales se realizó de forma individual cada 14 días, en horas de la mañana, con el auxilio de una pesa digital Canon con una sensibilidad de 0,01 kg.

Cada dos semanas, coincidente con las determinaciones de peso vivo, se realizó un balance alimentario por grupo experimental y a partir de sus resultados se ajustaron los requerimientos y los alimentos a suministrar en cada etapa.

Durante la investigación se determinaron los indicadores siguientes:

- Peso vivo promedio (kg)
- Consumo de follaje de morera
- Ganancia diaria (g PV/cerdo/día)
- Conversión alimentaria por morera
- Conversión alimentaria total

### **Consumo**

De acuerdo con los requerimientos hallados en los balances alimentarios y las proporciones establecidas, el forraje de morera cada día se ofreció en un 5% por encima de lo estimado para garantizar un mínimo de selección.

### **Conversión**

La conversión alimentaria se determinó a partir de la fórmula propuesta por **Andrial (2002)**.

Conversión de la alimentación en peso vivo

$$C = \frac{AC}{\text{Peso final de la etapa} - \text{Peso inicial}}$$

C: Conversión (kg de alimento/ kg de peso ganado)

AC: Alimento total consumido en la etapa (kg)

Peso vivo (kg)

### **Ganancia media diaria (GMD)**

Se tomó el peso de los animales en el momento de la medición y se le restó al peso que presentaban al final de la última etapa. El valor obtenido fue dividido por el número de días transcurridos y de esta forma se determinó la ganancia promedio de los animales en la etapa.

$$\text{GMD} = \frac{\text{Peso final de la etapa} - \text{Peso inicial}}{\text{Cantidad de días}} \quad \text{GMD: g/día}$$

## **II.5 Experimento 2. Evaluación del efecto del estado reproductivo de las cerdas en el consumo de morera fresca.**

### **Animales experimentales**

Se utilizaron 10 cerdas, cinco gestantes en el primer tercio y cinco vacías, con un peso promedio de 180 kg  $\pm$  15. Las cerdas seleccionadas para el experimento fueron desparasitadas.

### **Dietas y tratamientos**

La alimentación de las cerdas se efectuó de acuerdo con los requerimientos establecidos por la **NRC (1988)** en función del peso corporal individual.

Cada dos semanas, coincidente con las determinaciones de peso vivo, se realizó un balance alimentario y a partir de sus resultados se ajustaron los requerimientos y el concentrado a suministrar.

Para la medición del peso de las cerdas se utilizó una báscula para ganado, con capacidad de 500 kg y una precisión de 50 gramos.

Las cerdas fueron distribuidas en dos grupos experimentales, según su estado reproductivo, y a ambos se les ofreció follaje de morera fresca a voluntad.

Por estar alojadas en corraletas separadas fue factible evaluar el consumo de morera de manera individual.

### **Procedimiento experimental**

Previamente al inicio de las mediciones, los animales tuvieron un período de 7 días de adaptación a las corraletas y a las dietas experimentales.

El suministro de concentrado se realizó cada día a las 10:00 horas y el abasto de follaje en horas de la tarde, 14:00 horas,

El agua fue suministrada a voluntad en bebederos automáticos de tipo tetinas.

### **Consumo**

Con el fin de garantizar una calidad uniforme en el follaje de morera ofrecido se realizaron cortes escalonados, de manera que la edad promedio del forraje durante la semana fuera de 90 días.

Para medir el consumo voluntario, se pesó cada día la cantidad de follaje ofrecido y al día siguiente en horas de la mañana (antes de la limpieza del cubículo), se recolectó el alimento rechazado y por diferencia se obtuvo el consumo por animal.

Siempre se ofreció a las cerdas un 5% por encima del consumo realizado el día anterior para garantizar un mínimo de selección.

### **II.6 Experimento 3. Evaluación del efecto del consumo de morera fresca en los indicadores productivos y de salud de las crías.**

#### **Procedimiento experimental**

Se utilizaron 10 cerdas gestantes mestizas multíparas (dos a cuatro partos), con un peso promedio de  $175 \pm 30$  kg, seleccionadas de forma tal que iniciaran el experimento 45 días antes de la fecha de parto prevista.

Las cerdas fueron divididas en dos grupos experimentales uno que solo recibió concentrado de acuerdo con los requerimientos establecidos por la **NRC (1988)**, en función del peso corporal individual, y otro que además tuvo a su disposición follaje de morera fresca a voluntad.

Una vez seleccionadas las cerdas para el experimento, estas fueron pesadas y desparasitadas antes de ser alojadas de forma individual al azar en las corraletas de maternidad.

El resto del procedimiento fue igual al seguido en el experimento 1.

### **Indicadores productivos y de salud de las crías**

En la medida que las reproductoras fueron pariendo se les determinaron los indicadores siguientes:

- Cantidad de crías nacidas
- Crías vivas a las 48 horas
- Crías muertas a las 48 horas
- Peso promedio al nacimiento
- Peso total de la camada al nacimiento
- Peso promedio al destete
- Porcentaje de viabilidad a las 48 horas
- Porcentaje de mortalidad a las 48 horas.
- Número de cerdos con diarreas a las 48 horas
- Porcentaje de cerdos con diarreas a las 48 horas

El número de crías nacidas vivas y muertas se contabilizaron en el momento del parto y a las 48 horas.

La determinación de los kilogramos de cerdos paridos se efectuó en el momento que nacieron mediante una báscula electrónica con precisión de 0,01 kg.

El número de crías destetadas por cerda se contabilizó a los 42 días después del nacimiento, momento en el cual se les determinaron los pesos individuales y por camada.

Durante todo el experimento se efectuó un control permanente de la salud de las crías, que incluyó la presencia o no de diarreas.

### **Mediciones hematológicas, morfométricas e histológicas**

Cuando las reproductoras terminaron la fase experimental productiva, de forma inmediata se les realizaron estudios hematológicos antes de ser sacrificadas, para efectuar medir los indicadores siguientes:

- **Hematológicos:** hemoglobina, hematocrito y leucograma con diferencial.
- **Morfométricos:** peso lleno, peso vacío; largo, ancho y grosor del duodeno, del ciego y de los órganos accesorios, corazón, hígado y pulmón.



- **Histológicos:** Se efectuaron cortes tisulares y tinción de las láminas correspondientes a segmentos del intestino delgado (duodeno) y del intestino grueso (ciego).

## **II.7 Técnicas utilizadas**

Para la evaluación hematológica se tomó una muestra de las cinco cerdas involucradas en los tratamientos.

A estos animales se les extrajo 1 mL de sangre de la oreja, la cual se recolectó en un Ependof de 2 mL de capacidad con 0,2 mL de anticoagulante (EDTA).

A estas muestras se les realizó la técnica de microhematocrito, mediante una microcentrífuga Mettich de manufactura alemana y utilizando capilares para microhematocrito heparinizados de la firma LABC®.

### **Hematocrito**

Se obtuvo por microcentrifugación a 1 200 rpm, por cinco minutos.

Con posterioridad se midió con una plantilla milimetrada la parte que correspondía a la aglomeración de eritrocitos, y se calculó el porcentaje que representó del total de líquido del capilar, considerando esto como resultado final.

### **Hemoglobina**

Este indicador fue determinado por la fórmula para el cálculo de Hb.

$$\frac{*VGA \text{ (unidad)} \times 1\,000}{3} = Hb \text{ (g/L)}$$

\*VGA: Volumen globular aglomerado

Para el estudio histológico de los segmentos intestinales, se tomó una muestra de tres animales al azar de cada uno de los tratamientos. Una vez sacrificados, se les tomaron muestras de 1 x 1cm.

Estas muestras fueron conservadas en formol al 10% y enviadas al Laboratorio Provincial de Diagnóstico de la provincia de Matanzas, donde se les practicó la técnica de cortes histológicos de los tejidos y tinción con previa inclusión en parafina.

Para la realización de los cortes se utilizó un micrótopo de manufactura soviética.

Las láminas con los cortes histológicos se analizaron en el laboratorio provincial del Instituto de Medicina Veterinaria de Jovellanos, con la ayuda de un microscopio Olympus de manufactura japonesa.

Para las mediciones se utilizó la escala del ocular estándar, con un aumento x10 en el objetivo, y se midieron las siguientes variaciones en cada uno de los tratamientos:

**Intestino delgado (duodeno)**

- Tamaño de las vellosidades intestinales
- Ancho de las vellosidades

**Intestino grueso (ciego)**

- Densidad de vellosidades

El estudio morfométrico se realizó utilizando una cinta métrica para las mediciones de grosor y largo de los órganos estudiados y el peso se determinó mediante una báscula digital con una precisión de 0,01 kg.

**II.8 Análisis estadístico**

El procesamiento de la información perteneciente a cada uno de los experimentos, se realizó con el programa Excel del paquete de Microsoft Office.

En el procesamiento estadístico se utilizó la prueba de Anova para detectar las diferencias significativas entre los tratamientos, y análisis de regresiones y correlaciones del paquete estadístico **SPSS Versión 10.1 para Windows (2005)**.

En el análisis de los datos del comportamiento productivo, los morfométricos, histológicos y hematológicos se utilizó un diseño completamente aleatorizado.

**II.9 Diseño experimental**

Se utilizó un diseño completamente al azar, para un total de dos tratamientos con cuatro réplicas por tratamiento (**Rodríguez, 1991**).

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Dato correspondiente al j-ésimo tratamiento de la i-ésima repetición

$\mu$  = Media general

$T_j$  = Es el efecto del j-ésimo tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = Error aleatorio

### **II.10 Análisis económico**

Se realizó el cálculo de la relación beneficio-costos por concepto de sustitución del concentrado comercial por follaje de morera fresca, en la categoría de ceba, como indicador de eficiencia y de rentabilidad del sistema de alimentación empleado.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### III.1 Resultados y Discusión de los Experimentos

El aumento en el peso promedio de los cerdos del grupo control (gráfico 1) respecto al grupo experimental, al transcurrir el tiempo, no presentó diferencias significativas en cada una de las etapas, aunque se detectó un ligero incremento numérico en los cerdos que sólo consumieron concentrado.

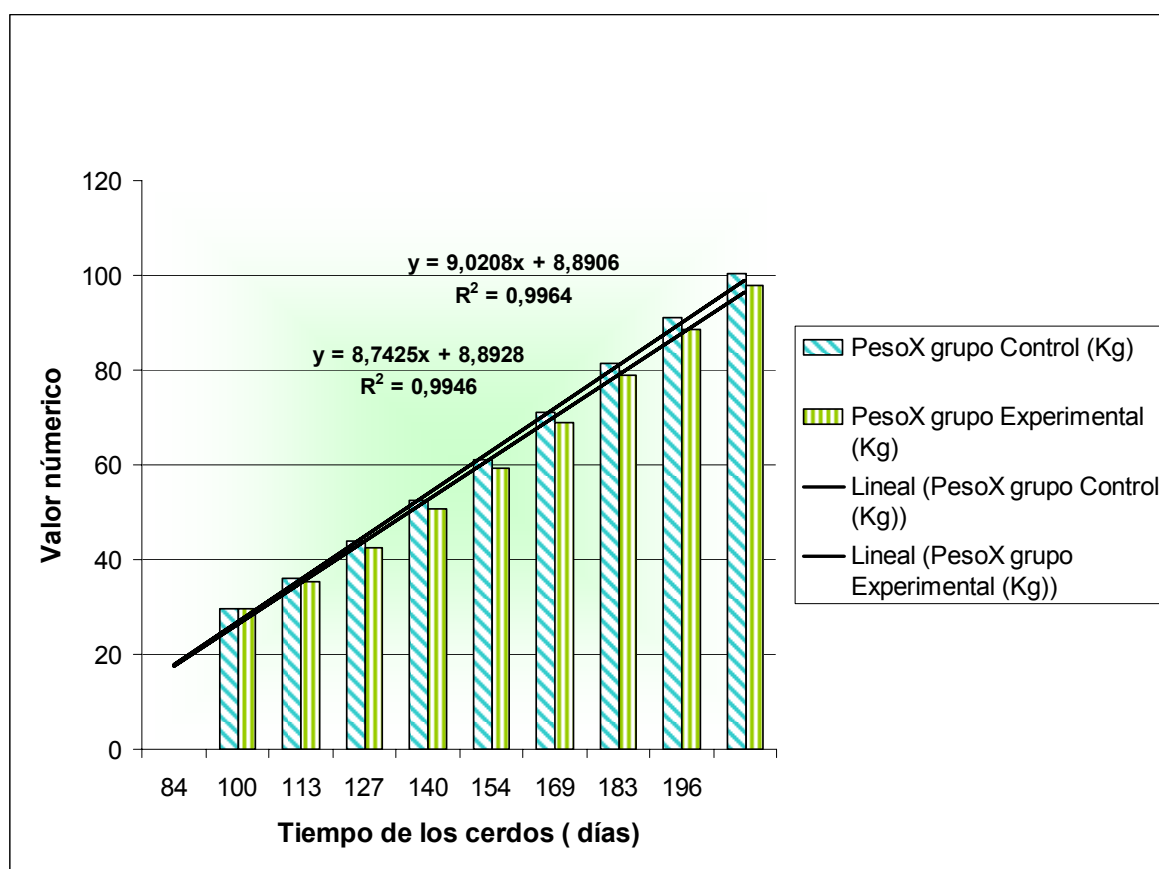


Gráfico 1. Comportamiento del crecimiento vivo durante la ceba.

Los grupos iniciaron y terminaron las etapas experimentales con pesos promedio muy próximos y la diferencia en el incremento total del peso vivo durante la ceba fue mínima, 2,43 kg/cerdo.

Es por ello que en las regresiones lineales obtenidas, tanto en los interceptos como en los coeficientes b de las ecuaciones, se hallaron valores análogos.

Estos valores matemáticos coinciden con lo encontrado por **Muñoz (2003)** en México, quien alcanzó resultados similares en diferentes etapas productivas de cerdos de la misma raza.

La ganancia media (g/animal/día) en ambos grupos fue similar, con una tendencia a la superioridad en el grupo que consumió solo concentrado, en relación con el grupo experimental.

Los valores fluctuaron desde los 390 g/día al inicio del experimento a los 84 días de nacidos, hasta 720 g/día a los 196 días en el grupo que solo consumió el concentrado (gráfico 2); mientras que los cerdos que consumieron follaje de morera fresca presentaron un comportamiento similar, sin diferencias significativas entre los grupos.

El comportamiento de las GMD, para ambos grupos, se ajustó a ecuaciones lineales.

Estos resultados coinciden con los de **Ly (2005)**, quien al incluir follaje en la dieta de los cerdos en ceba obtuvo un comportamiento similar, aunque en sus condiciones experimentales utilizó otra raza.

En los valores de la conversión alimentaria se presentó una situación particular, que requiere ser tomada en consideración.

En los cerdos que solo consumieron concentrado el índice fue menor pero ello no significa que la cantidad de concentrado empleada para producir un kilogramo de carne fuera más bajo que en el grupo experimental, donde se sustituyó una parte del concentrado por la morera, pues para cubrir los porcentajes de proteína bruta previstos es necesario incorporar una cantidad mayor de materia seca en la dieta, lo cual desvirtúa los resultados tradicionales y su interpretación. Este cambio estará presente siempre que se incluya una planta arbórea en la alimentación de los cerdos.

Estas diferencias se hicieron mayores en la medida que aumentó el follaje de morera necesario para mantener las proporciones establecidas, como se aprecia en el gráfico 3 pero además se puso de manifiesto que, con independencia del tratamiento evaluado, este indicador no siguió un ajuste lineal.

No obstante, cuando se hace un balance total del concentrado aportado durante el período experimental, los resultados señalan las ventajas de incluir el follaje en la dieta, lo que para nuestras condiciones de producción constituye una ventaja.

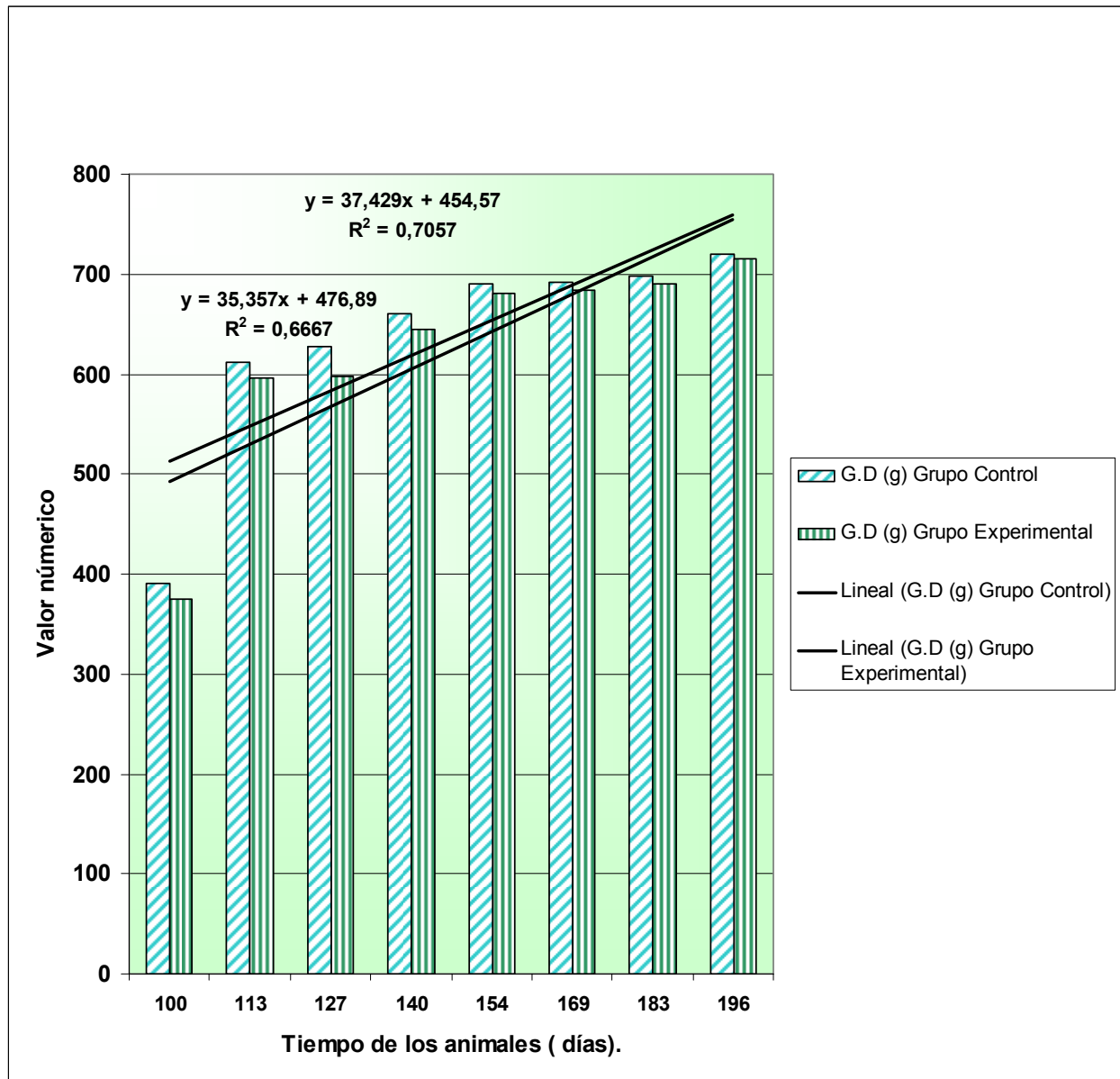


Gráfico 2. Comportamiento de la GMD de los cerdos durante la ceba.

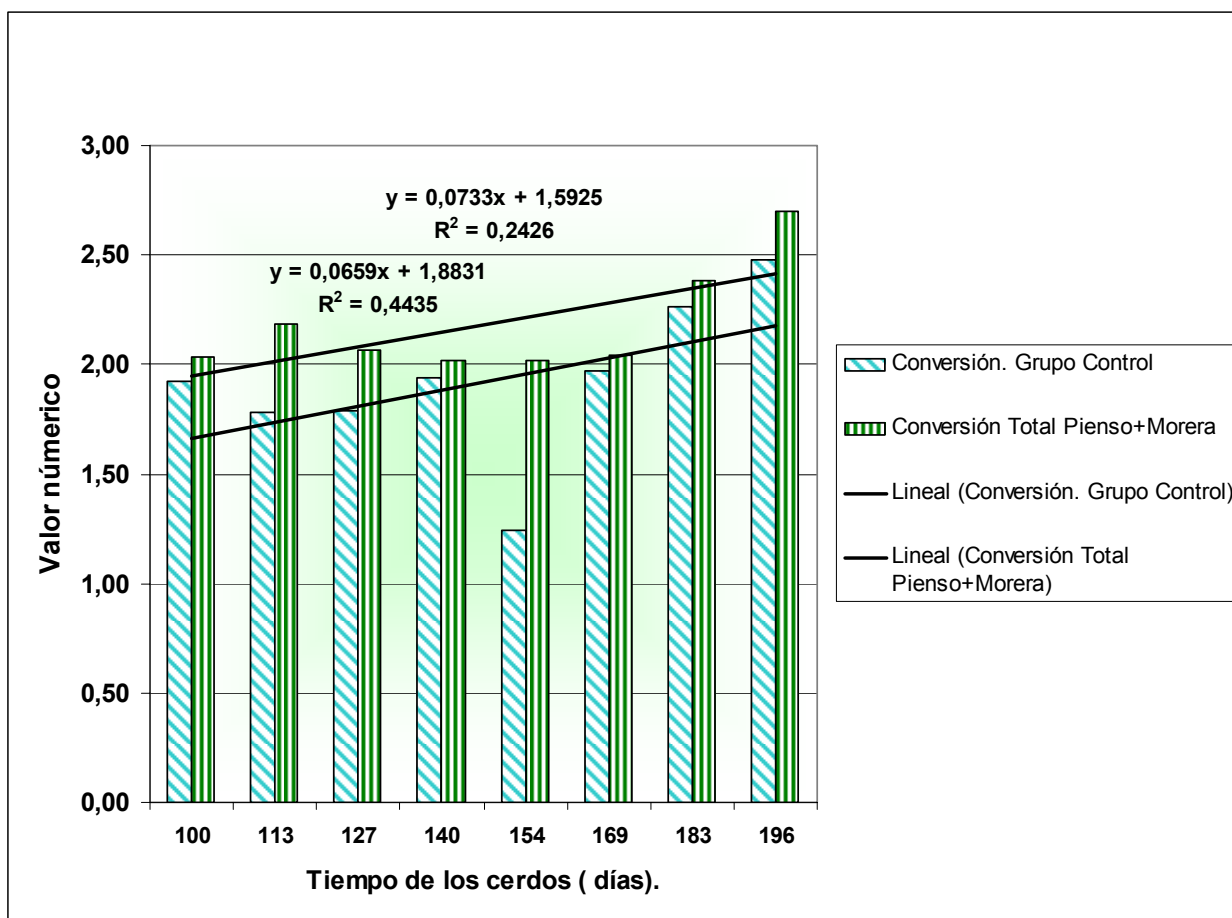


Gráfico 3. Comportamiento de la conversión alimentaria.

Al evaluar los indicadores consumo total y consumo de morera por animal de las cerdas mestizas en diferentes estados reproductivos, gestantes y vacías, no se obtuvo diferencias significativas, con un comportamiento similar en ambos grupos (tabla 6).

Tabla 6. Indicadores productivos de las cerdas mestizas que consumieron la morera fresca en los diferentes estados reproductivos.

Grupo	Oferta (kg)	Residuo (kg)	No. de animales	Consumo total (kg)	Consumo/ animal (kg)
Gestantes	22,62	2,4	10	20,22 <sup>a</sup>	2,02
Vacías	23,82	3,1	10	20,72 <sup>a</sup>	2,07
Media				20,49	2,05
±ES				0,40	0,55
Significación				ns	ns

Estos resultados no coinciden con los hallados por **Muñoz (2003)**, quien al establecer condiciones de crianza intensiva y con otros nutrientes en la ración, propició que existiera diferencia en el consumo por efecto del estado reproductivo de las cerdas.

En relación con el comportamiento productivo y la salud de las crías al incluir follaje fresco de morera en la dieta de las reproductoras porcinas (grupo experimental) durante el último tercio de la gestación, comparado con el grupo control, se obtuvo un mejor comportamiento del primer grupo en los indicadores: cantidad de crías nacidas vivas, crías vivas a las 48 horas, peso promedio al nacimiento, peso total de la camada al nacimiento y mejor comportamiento de la viabilidad, así como una mayor eficacia en el control de las diarreas en la etapa de crías (tabla 7).

.En Cuba **Leyva, Quiñones y López (2002)** obtuvieron resultados similares en reproductoras porcinas de la misma especie, en condiciones de crianza y explotación intensivas, con un tamaño de muestra superior al utilizado en nuestra investigación.

Tabla 7. Indicadores productivos y de salud de las crías en las cerdas alimentadas con morera fresca.

Indicador	Grupo experimental	Grupo Control	±ES
Cantidad de crías nacidas	11,5	9	
Crías vivas a las 48 horas	10	6	
Crías muertas a las 48 horas	1,5	3	
Peso promedio al nacimiento	1,0385 <sup>a</sup>	0,898 <sup>b</sup>	0,020
Peso total de la camada al nacimiento	12,46 <sup>a</sup>	8,09 <sup>b</sup>	0,15
Peso promedio al destete	9,40 <sup>a</sup>	7,15 <sup>b</sup>	0,026
% de viabilidad a las 48 horas	86,7 <sup>a</sup>	66,7 <sup>b</sup>	1,22
% de mortalidad a las 48 horas	13,3 <sup>a</sup>	33,3 <sup>b</sup>	1,17
Cantidad de cerdos con diarreas a las 48 horas	2	3	
% de cerdos con diarreas a las 48 horas	20,19 <sup>a</sup>	50,0 <sup>b</sup>	3,59

a,b Columnas con superíndices diferentes presentan diferencias \*\*\*( $p < 0,001$ ), por diferencia entre medias

No se detectaron diferencias estadísticas en los indicadores hematológicos entre los tratamientos, a pesar de que se apreció una tendencia al aumento de algunos de los



indicadores, tales como la hemoglobina y el hematocrito, del grupo experimental con respecto al control (tabla 8).

Tabla 8. Comportamiento de los indicadores hematológicos porcinos ( $X \pm ES$ ).

Indicadores	Grupo experimental ( $X \pm ES$ )	Grupo control ( $X \pm ES$ )
Hb (g/l)	12,74 $\pm$ 0,27	11,37 $\pm$ 0,16
Hto (%)	0,41 $\pm$ 0,08	0,39 $\pm$ 0,06
Linfocitos (%)	0,82 $\pm$ 0,14	0,73 $\pm$ 0,05
Neutrófilos (%)	0,15 $\pm$ 0,13	0,25 $\pm$ 0,05
Eosinófilos (%)	0,02 $\pm$ 0,03	0,02 $\pm$ 0,02
Monocitos (%)	0,01 $\pm$ 0,02	0,01 $\pm$ 0,02

Sin embargo, los indicadores linfocitos, neutrófilos, eosinófilos y monocitos se encuentran en un rango normal para la especie porcina, y no se detectaron diferencias significativas.

La hemoglobina es considerada como uno de los elementos más importantes presentes en la sangre. La mejoría numérica de este indicador concuerda con lo informado por **Martínez et al. (2006)**

Otros autores, como **Browder (1999) y Patchen (1999)**, hallaron que los  $\alpha$  (1,3) glucanos y otros mananos tienen la capacidad de estimular la actividad de las células sanguíneas, al igual que su incremento en número.

Los resultados de esta investigación son positivos e indican que el empleo del follaje fresco de morera mejora las condiciones fisiológicas de los cerdos dentro de los límites normales establecidos por **Vega (1978)** para cerdos sanos.

El efecto de la fibra en el tracto gastrointestinal en dietas convencionales ha sido demostrado por varios autores (**Hachstetler et al., 1959; Henry 1970; Kass et al., 1980**).

Se ha observado con frecuencia un aumento en el peso absoluto y relativo del intestino grueso con la inclusión de materiales fibrosos.

Desde el punto de vista funcional, este resultado se justifica por el hecho de que la fermentación ocurre en lo fundamental en este órgano (**Rérat, 1978**).

Se ha demostrado, además, que no es la fibra en sí, sino los productos de su fermentación, lo que influye en la proliferación microbiana a nivel de tejido intestinal (**Goodlad et al., 1987**).

En este sentido, las características del material fibroso, la edad y la capacidad digestiva del cerdo pueden influir en la respuesta (**Rodríguez et al., 1999**).

Se ha observado que existe una tendencia a aumentar el consumo de fibra conforme aumenta el nivel de inclusión de aceite crudo de palma (ACP) en la dieta; en esta experiencia, el peso del hígado, del intestino delgado y del intestino grueso aumentaron en la medida que se incrementaron los niveles de ACP (**Mendoza, 2001**).

Los resultados sugieren que es posible sustituir hasta el 70% de la energía total de la dieta convencional por ACP, sin afectar de forma negativa el comportamiento productivo, la calidad de la canal y de la carne

**Ramírez et al. (2004)** hallaron que en una dieta fibrosa que contenía palmiche ocurrían incrementos en el peso relativo del estómago y del intestino grueso.

En el presente caso se obtuvo en el grupo experimental un mejor comportamiento de la morfometría de los órganos digestivos, con un mayor peso lleno y vacío respecto al grupo control (gráfico 4), por lo que es de esperar que haya repercutido en la fisiología del animal de manera efectiva, al aumentar el volumen y la capacidad de la digesta.

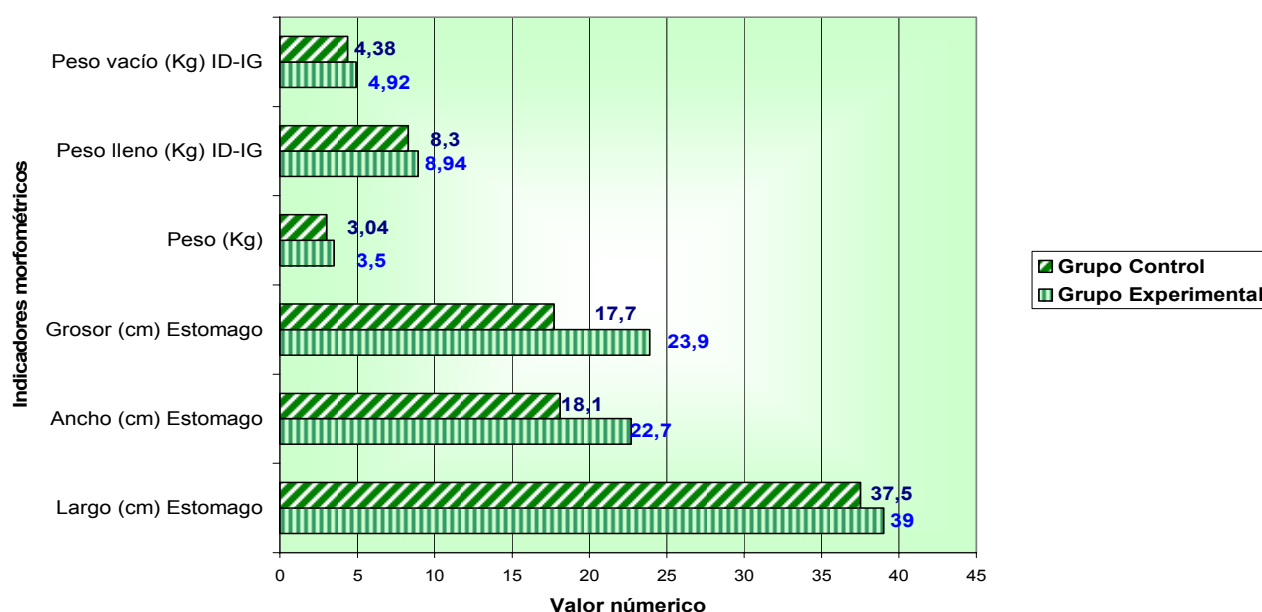


Gráfico 4. Comportamiento de la morfometría de los órganos digestivos.

Al realizar un análisis de los indicadores morfométricos de los órganos hemolinfopoyéticos, accesorios y gastrointestinales, en los indicadores largo, ancho y grosor y su peso se pudo comprobar que la inclusión de morera en la dieta tuvo un efecto positivo en estos órganos y se evidenció la superioridad del grupo experimental con respecto al grupo control.

Estos resultados reflejan que existe un mayor desarrollo de los órganos gastrointestinales y accesorios, lo que repercute en una mejor digestión, fermentación, absorción y circulación de nutrientes disponibles para el mantenimiento de las funciones biológicas del animal (gráficos 5 y 6).

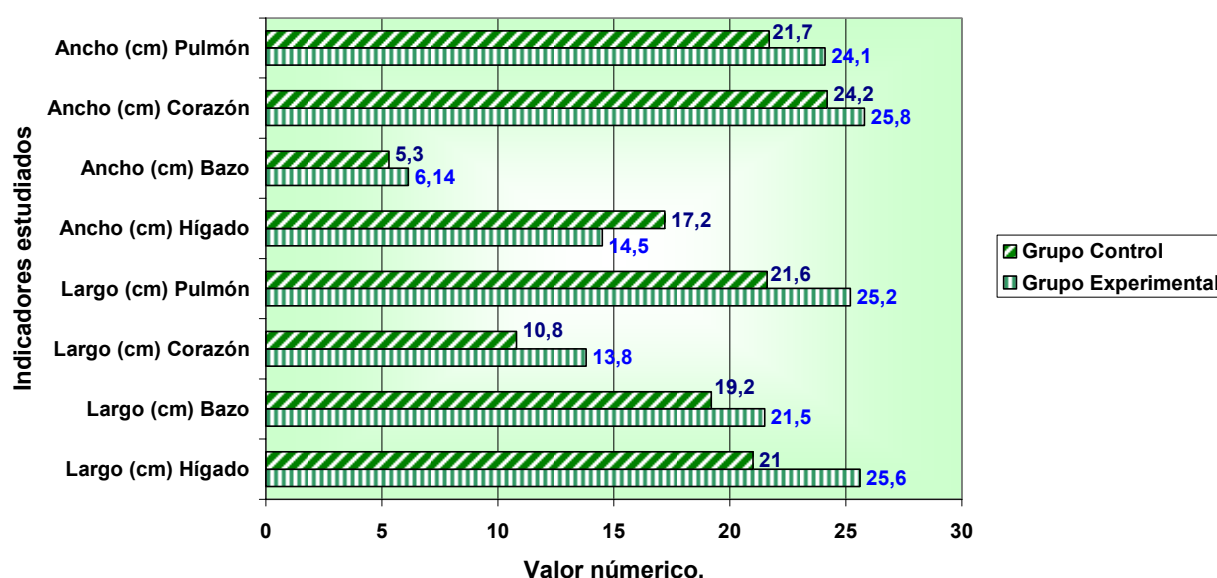


Gráfico 5. Comportamiento morfométrico (largo y ancho) de los órganos hemolinfopéticos y accesorios en los cerdos estudiados.

En el análisis histológico del intestino delgado se comprobó que el tratamiento experimental mostró una mayor integridad de las estructuras histológicas presentes en el duodeno.

Esta estructura presentó un mayor número de vellosidades en el grupo experimental con respecto al control; además se observó en el microscopio que las vellosidades, desde el punto de vista histológico presentaron una mayor integridad y eran más largas y anchas, lo que favoreció el aumento del área de absorción y el proceso de digestión luminal.

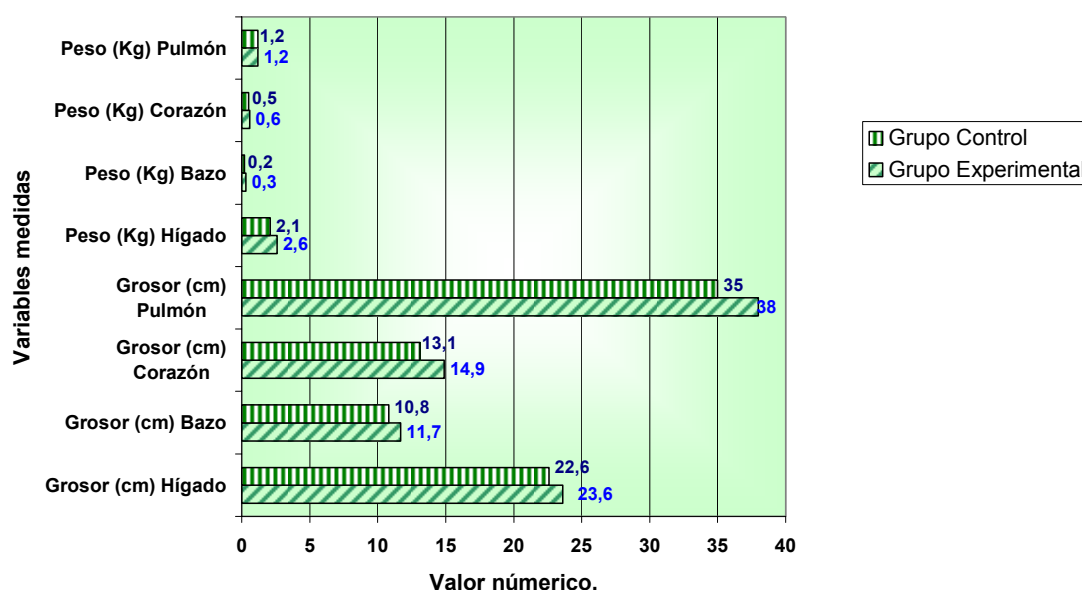


Gráfico 6. Comportamiento morfométrico (grosor y peso) de los órganos hemolinfopoyéticos y accesorios porcinos.

De igual forma, en el tejido se apreció las criptas de LieberKühn y las válvulas conniventes de manera uniforme (fig. 2a); sin embargo, en el grupo control se observó una pérdida de la integridad de las estructuras histológicas y una decamación de la mucosa, con vellosidades finas de menor tamaño y grosor, lo que podría interferir de manera no favorable en los procesos de digestión y absorción tisular (fig. 2b).

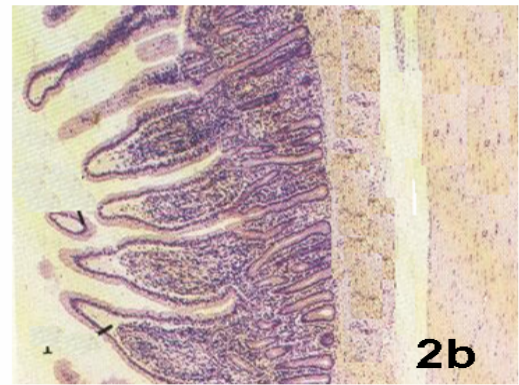
El análisis histológico del ciego de las reproductoras que consumieron morera mostró una variación favorable con respecto al grupo control, con un mayor tamaño, número de vellosidades y criptas (fig. 3a).

De igual forma, se apreció una mayor integridad en la histología de este órgano fermentativo. En el análisis microscópico del intestino delgado, el tratamiento experimental (fig. 2b) mostró un mayor número de vellosidades a nivel del duodeno y un mayor ancho de las vellosidades, las que difirieron desde el punto de vista estadístico del grupo control (fig. 2a).

Estos elementos indican que el proceso de digestión, absorción y asimilación de nutrientes a nivel intestinal está favorecido, pues la función absortiva es proporcional al desarrollo de las vellosidades, las cuales son estructuras determinantes para el comportamiento productivo exitoso de los animales (tabla 9).

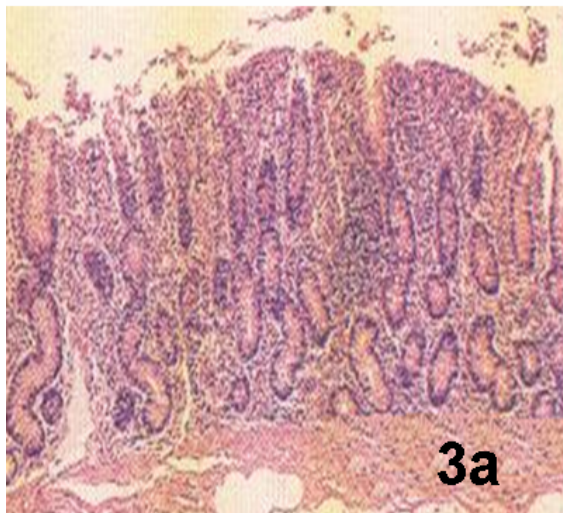


**Grupo Control.**



**Grupo Experimental.**

Fig. 2. Corte histológico del ciego.



**Grupo Control.**



**Grupo Experimental**

Fig. 3. Corte histológico del ciego.

Tabla 9. Evaluación histológica del Intestino delgado (Duodeno).

Grupo	No vellosidades/ campo	Ancho vellosidades (um)
Control	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>
Experimental	15 <sup>b</sup>	12 <sup>b</sup>
ES±	0,50	0,35
Sig.	*	*

Valores con superíndices diferentes difieren significativamente \*  
(P<0,05) en una misma columna

Se observó que el ancho de las vellosidades exhibió los menores valores en el grupo control, con diferencias estadísticas respecto al grupo experimental (tabla 8).

Estos resultados sugieren que las cerdas que consumieron morera adquirieron una acción potenciadora de las capacidades digestivas, fermentativas y absortivas, al favorecerse el mantenimiento de la integridad de las estructuras histológicas, las cuales son determinantes en el comportamiento productivo porcino.

**Trautman y Fiebiger (1970)** consideran que las vellosidades intestinales son eminencias del tejido de la lámina propia. Ellas están cubiertas por un epitelio superficial de células, en su mayoría cilíndricas, que en su porción libre muestran microfibrillas.

Las vellosidades son consideradas como las estructuras funcionales del intestino para la digestión y la absorción, a la vez que facilitan el tránsito de los alimentos hacia la porción caudal del sistema digestivo, de lo que se deduce que si aumentan en número, el intestino tiene mayor posibilidad de incorporar los nutrientes presentes en los alimentos.

**Guyton (1969)** considera que al aumentar el número de vellosidades en el intestino, aumenta el número de criptas de Lieberkühn, las cuales son las estructuras glandulares y tubulares presentes en la mucosa, estas en su base contienen las células de Paneth; cuya función es segregar el jugo entérico, elemento responsable de la digestión final de los alimentos, al transformar los polipéptidos en aminoácidos libres, los disacáridos en monosacáridos y las grasas en glicerina y ácidos grasos.

**Banks (1996)** refiere que el intestino delgado es capaz de aumentar su superficie de absorción, no solo mediante su longitud sino también a través del incremento de las vellosidades intestinales y de las microvellosidades, estructuras que se vieron potenciadas en



el grupo experimental con respecto al grupo control por efecto de la inclusión del follaje de morera en la dieta.

La acción ejercida por los componentes fitoquímicos del follaje fresco de morera como sustituto parcial del concentrado en el último tercio de la gestación fue positiva, con un aumento en el tamaño y el grosor de las vellosidades, acción que permite incrementar el número de glándulas secretoras de jugo entérico (**Trautman y Fiebiger ,1970**).

**Banks (1996)** señala que algunas enzimas, como la sacarasa, la lactasa, la maltasa y la aminopeptidasa, no son secretadas en la luz intestinal como parte de los fermentos pancreáticos, sino que permanecen como componente fijo de la membrana plasmática que forma el borde estriado de las células de revestimiento intestinal, y son imprescindibles para la digestión de los nutrientes antes de su absorción.

En la tabla 10 se observa que en el ciego existió una menor densidad de criptas en el grupo control (fig. 3a) con el respecto al tratamiento experimental (fig. 3b).

Tabla 10 Evaluación histológica del intestino grueso (ciego).

Grupo	Densidad de criptas (um)
Control	10,20 <sup>a</sup>
Experimental	18,50 <sup>b</sup>
ES ±	1,05
Sig.	*
Valores con superíndices diferentes difieren significativamente *(P<0,05)	

Al analizar estos resultados se puede inferir que existe una acción positiva en la estructura histológica de la mucosa del ciego a partir de la inclusión del follaje fresco de morera, al potenciar una mayor densidad de criptas, lo que beneficia los procesos fermentativos a este nivel, con un mayor desarrollo de la flora microbiana y un mejor comportamiento productivo porcino.

**Dunke (1960)** especifica que en el intestino grueso se lleva a cabo la síntesis de la vitamina K y de un grupo grande de vitaminas del complejo B, que aunque no son sintetizadas por estructuras de la mucosa, sino por las bacterias que colonizan esta área, pueden ser absorbidas por las paredes del ciego. De ahí la importancia de que estas estructuras sean mejoradas.

Otras funciones favorecidas por las variaciones histológicas halladas en el ciego son la absorción de líquidos y de electrolitos, acción que se lleva a cabo de forma intensa en esta área (**Crawford, 2000; Álvarez, 2002**).

**Guyton (1969); y Walfrido (1974)** enfatizan que la mucosa del intestino grueso, en especial en el ciego, presenta numerosas criptas de Lieberkühn, las cuales carecen en su mayoría de células de Paneth y poseen un número muy elevado de células caliciformes. Estas estructuras tienen a su cargo la función de secretar grandes cantidades de mucus, el cual es vertido sobre la mucosa del intestino para evitar las excoriaciones por las partículas groseras que se encuentran en los alimentos.

El mucus también protege la mucosa contra la actividad bacteriana que tiene lugar en esta área, así como de la acción de los ácidos formados.

Al tener las reproductoras del grupo experimental una mayor cantidad de criptas con respecto al grupo control, ello les permitió contar con una mayor secreción de mucus; esto favoreció, en gran medida, el proceso digestivo de las cerdas, lo que resultó en un mejor comportamiento productivo.

### **III.2 Sustitución parcial del concentrado por forraje de morera fresca en la alimentación de cerdos en ceba. Potencial productivo y consideraciones económicas**

Los resultados mostraron las potencialidades productivas de la morera para su uso como forraje en sistemas de producción animal sobre bases sostenibles, en particular para la especie porcina.

Si no se aborda la dimensión económica en los estudios efectuados esto podría conllevar a conclusiones parciales, y a recomendar en algunos casos, propuestas alimentarias técnicamente viables, pero no factibles desde el punto de vista económico. Por ello, es de suma importancia valorar la factibilidad económica del uso del forraje de morera fresca como sustituto parcial del concentrado comercial en la alimentación porcina.

#### **Metodología**

La valoración económica se realizó desde dos perspectivas:

- Ahorro de concentrado a base de cereales en las unidades porcinas del país, al sustituirlo por follaje fresco de morera.
- Factibilidad económica del uso de la morera como forraje para la alimentación porcina.



Para realizar este análisis se determinó el potencial de producción porcina al incluir en las dietas, forraje de morera fresca (hojas y tallos tiernos) como sustituto parcial del concentrado comercial durante la ceba porcina.

Teniendo en cuenta que las evaluaciones se realizaron con las pruebas a corto plazo, el estudio se efectuó sobre la base de los componentes nutricionales que aporta una hectárea de morera, de acuerdo con los resultados bromatológicos de la variedad utilizada y del concentrado comercial empleado en la ceba.

**Las premisas que se tuvieron en cuenta fueron las siguientes:**

- La aceptabilidad del forraje de morera fresca en la especie porcina y su composición química.
- Las producciones se estimaron a partir de los aportes de proteína bruta al incluir en la dieta el forraje de morera fresca con un 82,6 % de aprovechamiento.
- Para los cálculos se utilizó el rendimiento y la composición bromatológica de la plantación con 90 días de rebrote, fertilizada con 300 kg de N/ha (19% de PB y 7,94 MJ/Kg MS).
- Para estimar la producción porcina a partir de la proteína que produce una hectárea de morera, se consideró un 10% de pérdidas en la biomasa comestible (5%, rechazo de los animales y 5%, corte y acarreo).
- El concentrado comercial utilizado contenía 14,6% de PB y una energía metabolizable de 11,29 MJ/kg MS.

Después de conocer el potencial de producción porcina en una hectárea de morera, se efectuó el cálculo del ahorro en moneda libremente convertible (CUC) por concepto de sustitución del concentrado comercial por el forraje de morera fresca.

**Resultados**

El rendimiento de la morera durante el año que se efectuó el estudio se muestra en la (tabla 11).

Tabla 11. Rendimiento anual de materia seca, proteína bruta y energía metabolizable de una hectárea de morera (Martín, 2004).

Indicador	UM	Resultado de la etapa
Biomasa comestible	t/ha	8,30
Producción de proteína	t/ha	1,54
Energía metabolizable	MJ	71 961

En la presente experiencia se obtuvo un ahorro de 50,6 kg de pienso/animal durante el ciclo de ceba, lo que representa un ahorro en CUC de \$7.55 y en MN de \$14.67 pesos (tabla 12).

Tabla 12. Indicadores de consumo durante la ceba porcina.

Aspectos evaluados	Consumo promedio del grupo experimental		Consumo promedio de concentrado del grupo control	Utilización del concentrado en el grupo experimental	Ahorro porcentual
	Morera	+ Concentrado	(kg/día)	(%)	(%)
	2,32	1,98	2,43	81,48	18,52
Cantidad de alimento utilizado /animal en la ceba (kg)	259,5	222,12	272,71		
PB promedio 1 cerdo (g/día)	110,2	251,50	308,06		
PB (kg/en la ceba) Etapa (112 días)	12,32	-	-		
PV final (kg)		97,99	100,42		
GMD promedio (g/día)		611,00	631,00		

Una hectárea de morera fresca aporta 1 540 kg de proteína bruta (PB) en un año. Para la ceba de un cerdo se utilizó 12,32 kg de PB/día en forma de follaje de morera en el grupo experimental en la etapa; en relación con el potencial de producción de la hectárea de morera por concepto de PB, se podrían cebar 125 cerdos con un peso final promedio de 97,99 kg (en tres ciclos de ceba con 42 animales), lo que representa 12 248,7 kg de carne en pie.

De igual forma, en este grupo experimental durante la etapa de ceba, cada animal consume 222,2 kg de concentrado, lo que representa un total de 27 775 kg de concentrado para cebar los 125 cerdos propuestos.

El grupo control durante la ceba, quien consumió solo concentrado en los 112 días que comprendió la etapa, empleó 272,71 kg para cebar un cerdo; en similitud de condiciones, para la ceba de 125 cerdos se necesitarían 34 088,75 kg de concentrado comercial.

La diferencia entre la cantidad de concentrado empleado por el grupo experimental con respecto al control ascendería a 6 313,75 kg, lo que desde el punto de vista económico permite un ahorro en moneda libremente convertible (CUC) de \$941.95 y en moneda

nacional (MN) de \$ 1 830,99 pesos, considerando los costos de una tonelada (1 000 kg.) de concentrado comercial en \$149,19 CUC y \$290,00 MN.

A partir de estos resultados se demuestra la factibilidad económica de la sustitución del concentrado comercial por forraje de morera en 125 cerdos durante la ceba porcina.

## **CONCLUSIONES**

1. La inclusión del follaje de morera en las dietas:
  - ✓ Mejora los indicadores productivos de las cerdas y la salud de las crías.
  - ✓ Potencia la respuesta productiva de las reproductoras, al incrementar los valores de la hemoglobina y el hematocrito.
  - ✓ Induce cambios favorables en el tamaño y en el peso en los órganos gastrointestinales y hemolinfopoyéticos y en la .estructura histológica de los órganos absortivos y fermentativos del tracto gastrointestinal.
2. La sustitución parcial del concentrado por follaje de morera contribuye a disminuir los costos de producción.
3. Los cerdos tienen capacidad de adaptación para asimilar el follaje de morera en las dietas.

## **RECOMENDACIONES**

1. Incluir el follaje de morera en las dietas porcinas corrigiendo el déficit nutricional con los otros alimentos de la dieta.
2. Corroborar los resultados en empresas a pequeña y mediana escala.
3. Emplear la metodología utilizada en este trabajo para evaluar alimentos no convencionales incluidos en las dietas porcinas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ACERO, L.E. 1985. Árboles de la zona Cafetera Colombiana. Ediciones Fondo Cultural Cafetero. Vol. 16, p. 267-268
2. ÁLVAREZ, A. 2002. Fisiología comparada de los animales domésticos. UNAH. La Habana. p. 234-250
3. ANDRIAL, P. 2002. Manejo de las aves de corral. Folleto para el estudio de la asignatura de Zootecnia especial. UNAH, La Habana
4. BACH KNUDSEN, K.E. 2001. The nutritional significance of “dietary fibre” analysis. ***Animal Science and Technology***. 90:3-20
5. BACH KNUDSEN, K.E. & JENSEN, B.B. 1991a. Effect of source and level of dietary fibre on microbial fermentation in the large intestine of pigs. In: (Verstegen, M.W.A., Huisman, J. & den Hartog, L.A., Eds.). Proceedings of the Fifth International Symposium on Digestive Physiology in Pigs. 24-26. April. Wageningen. The Netherlands, p. 389-393
6. BACH KNUDSEN, K.E. & JENSEN, B.B., ANDERSEN, J.O., HANSEN, I. 1991b. Gastrointestinal implications in pigs of wheat and oat fractions. 2. Microbial activity in the gastrointestinal tract. ***Br. J. Nutr.*** 65:233–248
7. BACH KNUDSEN, K.E.; JENSEN, B.B. & HANSEN, I. 1993. Digestion of polysaccharides and other major components and the small and large intestine of pigs fed diets consisting of oat fractions rich in  $\beta$ -D-glucan. ***Br. Nutr.*** 70:537–556
8. BACIC, A.; HARRIS, P.J. & STONE, B.A. 1988. Structure and function of plant cell walls. Biochem. ***Plants***. 14:297–391
9. BANKS, J. 1996. Applied veterinary histology. Modern Manual. México. p. 198-513
10. BASTO, G. 1995. El Bore. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Corpoica. Santafé de Bogotá, D.C. Colombia. 34 p.
11. BASTO, G.G.; SABOGAL, O.R. & ARANGO, A.H. 1993. El Bore (*Alocasia macrorrhiza*) reduce costos en la alimentación de cerdas. ICA. Revista Carta Ganadera XXX No.9. Bogotá, Colombia. p. 27-30
12. BENAVIDES, J.E. 1994. La investigación en árboles forrajeros. En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. (Ed. Benavides, J.E). Serie técnica, Informe técnico No. 236. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Vol. 1, p. 3-21
13. BENAVIDES, J.E. 1999. Utilización de la Morera en sistemas de producción animal. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. Estudio FAO Producción y sanidad animal. FAO, Roma. p. 275-294
14. BROWDER, S.P. 1999. Nutrition world. Inc. Website 2501. S. Federal Highway. Fort Pierce, Florida. 34 (9):82
15. CAMPABADAL, H.C. & SOLÍS, V.J. (datos inéditos). Evaluación de dos niveles de alimentación en cerdas gestantes mantenidas bajo un sistema de pastoreo rotativo. Programa de Ganado Porcino. Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica

16. CANIBE, N. & BACH KNUDSEN, K.E. 1997a. Apparent digestibility of non – starch polysaccharides and short – chain fatty acids production in the large intestine of pigs fed dried or toasted peas. **Acta Agric. Scand.** 47:106–116
17. CANIBE, N. & BACH KNUDSEN, K.E. 1997b. Digestibility of dried and toasted peas in pigs. I. Ileal and faecal digestibility of carbohydrates. **Anim. Feed Sci. Technol.** 64: 293–310
18. CHIV, P.; PRESTON, T.R. & LY, J. 2003. Mulberry leaves as protein source for young pigs fed rice based diets. Digestibility studies. Livestock Research for Rural Development 14 (6); [www.cipav.org.co/iild/llrd14/6/phiny146](http://www.cipav.org.co/iild/llrd14/6/phiny146)
19. CONE, D.I.; CRENSHAW, J.D.; SWANTEK, P.M.; HARROLD, R.L. & ZIMPRICH, R. C. 2005. The effect of fiber intake by gravid swine during three consecutive parities on sow and litter performance. **J. Anim. Sci.** 70 (Suppl. 1): 103
20. CRAWFORD J.M. 2000. El tracto gastrointestinal. (R.S. Cotran, V. Kimar & S.L. Robins, Eds.). En: Patología estructural y funcional. 6ta ed. McGraw Hill-Interamericana, España
21. CUARÓN, A.J.; ROBLES, A. & SHIMADA, A.S. 1979. Empleo de la alfalfa (*Medicago sativa*) deshidratada en la alimentación de cerdas gestantes. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. **Técnica Pecuaria en México**. SARH. Julio-Diciembre. No. 37
22. D'MELLO, J.P.F. 1992. Chemical constraints to use of legume in animal nutrition. **An. Feed Sc. and Tech.** 38:237-261
23. DATTA, R.K. 2002. Mulberry cultivation and utilization in India. In: Mulberry for animal production. CATIE. Turrialba, Costa Rica
24. DECUYPERE, J.A.; SPRIET, S.M. & VAN GILS, L.G. 1994. Influence of the water-holding-capacity (WHC) of the feed on the precaecal and faecal apparent digestibility in pigs. In: VI International Symposium on Digestive Physiology in Pigs (W.H. Souffrant y H. Hagemester, Eds.). Bad Doberan, p. 125-128
25. DROCHNER, W & COENEN, M. 1986. Pflanzliche Strukturstoffe in der Schweineernährung, Übers. Tierernährg. 14, 1-50.
26. DUKE, J.A. 2001. *Morus alba* (L.). [en línea]. Disponible en: <http://newcrop.hort.purdue.edu/newcrop/dukeenergy> [Consulta: Diciembre 2001].
27. DUNKE, D. 1960. A brief histology of the intestine of the turkey poultry. **Journal Vet. Rest.** 15 (12):497-498
28. ESPINOZA, E. 1996. Efecto del sitio y del nivel de fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de tres variedades de Morera (*Morus alba*.) en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, C.R. 84 p.
29. EVERTS, H. 1991. The effect of feeding different sources of crude fibre during pregnancy on the reproductive pregnancy on the reproductive performance of sows. **Journal Animal Science.** 52:175
30. FADEL, J.G.; NEWMAN, C.W.; NEWMAN, R.K. & GRAHAM, H. 1988. Effects of extrusion cooking of barley on ileal and fecal digestibilities of dietary components in pigs. **Can. J. Anim. Sci.** 68:891–897

31. FADEL, J.G.; NEWMAN, R.K.; NEWMAN, C.W., GRAHAM, H. 1989. Effects of baking hulless barley on the digestibility of dietary components as measured at the ileum and feces in pigs. **J. Nutr.** 119:722–726
32. FIGUEROA, V. 1996. Producción porcina con cultivos tropicales y reciclaje de nutrientes. Fundación CIPAV. Cali, Colombia. 155 p.
33. GDALA, J.; GRAHAM, H.; BURACZEWSKA, L. & AMAN, P. 1991. Ileal and faecal digestibility of polysaccharides in pigs fed diets with different varieties of pea. In: (Verstegen, M.W.A.; Huisman, J. & den Hartog, L.A., Eds.). Proceedings of the Fifth International Symposium on Digestive Physiology in Pigs. 24-26. April. Wageningen. The Netherlands. p. 447-451
34. GIESECKE, D. 1970. Comparative microbiology of the alimentary tract. In: Physiology of digestion and metabolism in the ruminant (A.T. Philipson, Ed.). Oriel Press, Londres. p. 306-218
35. GIUSI-PERIER, A.; FISZLELEWICZ, M. & RÉRAT, A. 1989. Influence of diet composition on intestinal volatile fatty acids and nutrient absorption in unanesthetized pigs. **J. Anim. Sci.** 67:386–402
36. GLITSO, L.V.; BRUNSGAARD, G.; HOJSGAARD, S.; SANDSTRÖM, B. & BACH KNUDSEN, K.E. 1998. Intestinal degradation in pigs of rye dietary fibre with different structural characteristics. **Br. Nutr.** 80:457–468
37. GLITSO, L.V.; GRUPPEN, H.; SCHOLS, H.A.; HOJSGAARD, S.; SANDSTROM, B. & BACH KNUDSEN, K.E. 1999. Degradation of rye arabinixylanx in the large intestine of pigs. **J. Sci. Food Agric.** 79:961–969
38. GÓMEZ, J.A. 1997. Comunidad Afrocolombiana de Coquí y comunidad indígena de Gengadó Partadó. Plantas utilizadas en la alimentación del cerdo en el Pacífico colombiano. Fundación ESPAVE. Medellín, Colombia. p. 64
39. GONZÁLEZ, E.; DELGADO, DENIA & CÁCERES, O. 1998. Rendimiento, calidad y degradabilidad ruminal potencial de los principales nutrientes en el forraje de morera (*Morus alba*). En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p.15
40. GONZÁLEZ, E.; ORTEGA, MARIANELA; ARECE, J. & CÁCERES, O. 2001. Efecto de diferentes niveles de morera en el consumo y el crecimiento de cabritas destetadas. **Pastos y Forrajes.** 24 (4):347-352
41. GONZÁLEZ, J. 1996. Evaluación de la calidad nutricional de la Morera (*Morus* sp.) fresca y ensilada, con bovinos de engorda. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, C.R. 84p.
42. GOODLAD, D.A. & BRYANT, MARY. 1987. Nutrition and feeding for optimum egg shell quality. **Poultry Science.** Department. Auburn University, AL. 18 (4):225-229
43. GRAHAM, H.; HESSELMAN, K. & AMAN, P. 1986a. The influence of wheat bran and sugar-beet pulp on the digestibility of dietary components in a cereal-based pig diet. **J. Nutr.** 116:242–251
44. GRAHAM, H.; HESSELMAN, K.; JONSSON, E. & AMAN, P. 1986b. Influence of  $\beta$ -glucanase supplementation on digestion of a barley – based diet in the pig gastrointestinal tract. **Nutr. Rep. Inter.** 34:1089–1096

45. GROVUM, W.L.; ELLISON, B.R.; BIGNELL, W.W.; HARRIS, W.H. & HANNA, B. 2003. Preliminary data on the physiological significance of cholecystokinin (CCK) as a signal of satiety in pigs. In: Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Symposium on Digestive Physiology in Pigs (R.O. Ball, Ed). University of Alberta, Edmonton. 2:52-54
46. GUYTON, A.C. 1969. Tratado de fisiología médica. Segunda edición. Edición Revolucionaria. Cuba. P. 755-796
47. HASCHTETLER, J.M. 1999. The structure and function of RuBisCo and their implications for systematic studies. **American Journal of Botany**. 80 (3):400-412
48. HENRY, Y. 1969. Effects nutritionnels de l'incorporation de cellulose purifiée dans le régime du porc en croissance finition II. Influence sur les performances de croissance et la composition corporelle. **Annals de Zootechnie**. 18:371-384
49. HENRY, Y. 1970. Effects nutritionnels de l'incorporation de cellulose purifiée dans le régime du porc en croissance definition III. Incidence sur le développement des ulcères gastro-oesophagics. **Annals de Zootechnie**. 18:371-384
50. HENRY, Y. 1985. Dietary factors involved in feed intake regulation in growing pigs: a review. **Livestock Production Science**. 12:339-354
51. HERNÁNDEZ, I. & BABBAR, LIANA. 2001. Sistemas de producción animal intensivos y el cuidado del ambiente: situación actual y oportunidades. **Pastos y Forrajes**. 24 (4):281
52. HERRERA, V.H; MEJÍA, C. & MORENO, A. 1991 Alimentación de cerdas gestantes con jugo de caña y Nacdero (en imprenta)
53. HSIA, L.L. & LU, G.H. 1989. The effects of season, sex and breed on pig food intake and performance. In: The voluntary feed intake of pigs (J.M. Forbes, M.A. Varley & T.L.J. Lawrence, Eds.). British Society of Animal Production. Occasional Publication No. 13. p. 119-120
54. HUNGES, H.D.; MAURICE, E.H. & DARREL, S.M. 1966. Forrajes. Segunda Edición. Editorial Continental, México
55. JEGOU, D.; WAELPUT, J.J. & BRUNSCHWIG, G. 1994. Consumo y digestibilidad de la morera seca y del nitrógeno del follaje de morera (*Morus sp*) y amapola (*Malvaviscus arboreus*) en cabras lactantes. En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. (Ed. Benavides, J.E.). CATIE. Turrialba, Costa Rica, Vol. 1, p. 155-162
56. JENSEN, B.B. & JORGENSEN, H. 1994. Effect of dietary fiber on microbial activity and microbial gas production in various regions of the gastrointestinal tract of pigs. **Appl. Environ. Micro**. 60:1897-1904
57. JIN, L.; REYNOLDS, L.P.; REDMER, D.A.; CATON, J.S. & CRENSHAW, J.D. 1994. Effects of dietary fibre on intestinal growth, cell proliferation, and morphology in growing pigs. **Journal Animal Science**. 72:2270-2278
58. JOHANSEN, H.N.; KNUDSEN, K.E.B.; SANDSTROM, B. & SKJOTH, F. 1996. Effects of varying content of soluble dietary fibre from wheat flour and oat milling fractions on gastric emptying in pigs. **Br. J. Nutr**. 75:339-351
59. JUN, Z.; RONG, Z. & HONGZHANG, W. 2000. Technique selection for preparing the total polysaccharide of mulberry. **Chinese Traditional and Herbal Drugs**. 31(5):347-348



60. KASS, K.K.; STANOGRAS, G; & DUNKIN, A.C. 1980. The effect of proportion of cell – wall material from lucerne leaf meal on apparent digestibility, rate of pasaje and gut characteristics in pig. **Anim. Prod.** 32:200 –206
61. KUAN, K.K.; STANOGRAS, G. & DUNKIN, A.C. 1983. The effect of proportion of cell – wall material from lucerne leaf meal on apparent digestibility, rate of pasaje and gut characteristics in pig. **Anim. Prod.** 36:201–209
62. KYRIAZAKIS, I. & EMMANS, G.C. 1999. Voluntary food intake and diet selection. In: A Quantitative biology of the pig (I. Kyriazakis, Ed.). CABI Publishing, Wallingford. p. 229-248
63. LANGHANS, W. 1999. Appetite regulation. In: (Lobley, G.E.; White, A. & MacRae, J. C, Eds.). Protein metabolism and nutrition, EAAP. Publication No 96, Wageningen Pers. The Netherlands, p. 225-252
64. LEIVA, LILIAM; LÓPEZ, J.L & QUIÑONES, Y. 2002. Digestibilidad y comportamiento de cerdos de preceba alimentados con harina de morera. V Taller Internacional sobre la utilización de los Sistemas Silvopastoriles para la producción animal y I Reunión Regional “Morera: Planta multipropósito”. (cd-rom). EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba
65. LEIVA, LILIAM; LÓPEZ, J.L. & QUIÑONES, Y. 2003. Harina de Morera (*Morus alba*) como sustituto de alimento convencional para cerdos en crecimiento. Disponible en: Premio Conjunto EEPF” Indio Hatuey”-IIP-CIBA: “La morera (*Morus alba*, Linn.) una especie de gran utilidad para la ganadería en Cuba”. Matanzas, Cuba
66. LIYAMA, K. & STONE, B.A. 1994. Covalent cross – links in the cell wall. **Plant Physiol.** 104:315–320
67. LONGLAND, A.C.; LOW, A.G.; QUELCH, D.B. & BRAY, S.P.1993. Adaptation to the digestion of non – starch polysaccharides in growing pigs fed on cereal or semi – purified basal diets. **Br. J. Nutr.** 70: 557–566
68. LÓPEZ, O. & MONTEJO, I.L. 2005. Estudio de los indicadores productivos de conejas mestizas con alimentación no convencional. **Pastos y Forrajes.** 27:310
69. LOW, A.G.; ZEBROWSKA, T.; HEPPELL, L.M. & SMITH, H.A. 1986. Influence of wheat bran, cellulose, pectin, and low and high viscosity guar gum on glucose and water absorption from pig jejunum. *Proc. Nutr. Soc.* 45, 55A
70. LY, J. 1995. Fisiología digestiva del cerdo. Tesis presentada en opción al grado de Dr. en Ciencias Veterinarias (manuscrito). IIP, Ciudad de La Habana. 136 p.
71. LY, J. 2005. Uso del follaje de árboles tropicales en la alimentación porcina. **Pastos y Forrajes.** 28(1):11-28
72. LY, J. 1979. Aspectos morfológicos del sistema digestivo del cerdo. Centro de información y Documentación Agropecuaria. La Habana, p. 28
73. LY, J. 1994. Fisiología digestiva del cerdo. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, México. p. 136
74. LY, J.; NGUYEN VAN LAI, L; RODRÍGUEZ, L. & PRESTON, T.R. 1997. *In vitro* gas production and washing losses of tropical crop residues for ruminants and pigs. *Livestock Research for Rural Development*, 9 (4): Disponible en: [www.cipav.org.co/lrrd/lrrd9/4/ly941.html](http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd9/4/ly941.html)

75. LY, J.; CHHAY, T.; CHIEV, P. & PRESTON, T.R. 2001. Some aspects of the nutritive value of leaf meals of *Trichanthera gigantea* and *Morus alba* for Mong cai pigs. **Livestock Research for Rural Development**. 13 (3)
76. MACHII, H. 1989. Varietal differences of nitrogen and amino acid contents in mulberry leaves. **Acta Sericologica et Entomologica** (Japan) 1, September. P. 51-61
77. MARTÍN, G.; REYES, F.; HERNÁNDEZ, I. & MILERA, MILAGROS. 2002. Agronomic studies with mulberry in Cuba. In: Mulberry for animal production. Animal Production and Health Paper No. 147. FAO, Rome. p. 103-112
78. MARTÍN, G.J. 2004. Evaluación de los factores agronómicos y sus efectos en el rendimiento y la composición bromatológica de *Morus alba*, Linn. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias, La Habana, Cuba
79. MARTÍNEZ, MADELEIDY; SAVÓN, LOURDES; DIHIGO L.E.; ORTA, MAYELÍN; MONTEJO, ALBA; CUETO, MILBIS & FEBLES MILAGROS. 2006. Utilización de un hidrolizado enzimático de crema de levadura *Saccharomyces cerevisiae* como aditivo en pollitas de reemplazo. Índices fisiológicos, hemáticos y hepáticos como respuesta prebiótica. Memorias V Congreso de Avicultura. La Habana, Cuba
80. MENDOZA, G.E. 2001. Comportamiento productivo, características de la canal y peso del tracto gastrointestinal en cerdos alimentados con aceite de palma africana (*Elaeis guineensis*). Tesis en opción al grado de Maestro en Producción Animal Tropical. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México
81. MOORE, J.J.; ROBERT, S.; GIRARD, C.L.; FARMER, C. & MARTINEAU, G.P. 1987. Effect of bulky diets based on wheat bran or oat hulls on reproductive performance of sows during their first two parities. **J. Anim. Sci.** 70:1654-1660
82. MUÑOZ, C.H. 2003. Sustitución parcial de alimento comercial por morera (*Morus alba*) en la alimentación de cerdas gestantes. Aspectos técnicos y económicos. Tesis en opción al grado científico de Master en Ciencias. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Conkal, México. p. 65
83. NRC. 1984. Nutrient Requirements of Poultry. National Academy Press, Washington. 71 p.
84. NRC. 1988. Nutrient Requirements of Pigs. National Academy Press, Washington. 75 p.
85. OJEDA, F.; ARECE, J. & CÁCERES, O. 2003. Utilización de los hollejos de cítrico ensilados o deshidratados como suplemento de ovinos en crecimiento alimentados con morera (*Morus alba*). **Pastos y Forrajes**. 26 (3):231-236
86. PATCHEN, A. 1999. Nutrition World, Inc. Website 2501. S. Federal Highway. Fort Pierce, Florida
87. PENTÓN, G. & REYES, F. 2004. Efecto de la sombra de leguminosas arbóreas intercaladas en plantaciones de morera (*Morus alba*). **Pastos y Forrajes**. 27:299
88. PÉREZ, E 1990. Plantas útiles de Colombia. Editorial Víctor Hugo. 14 edición: Medellín. p. 158
89. PETKEVICIUS, S.; NANSEN, P.; BACH KNUDSEN, K.E. & SKJOTH, F. 1997. The effect of increasing levels of insoluble dietary fibre on the establishment and persistence *Oesophagostomum dentatum* in pigs. **Parasite**. 6:17-26

90. PLANAS, N.M. 1999. Dietary fibre: effect on gastric emptying in pregnant sows. M Sc. Thesis. The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen
91. POTKINS, Z.V.; LAWRENCE, T.L.J. & THOMLINSON, W. 1991. Effects of structural and non – structural polysaccharides in the diet of growing pig on gastric emptying rate and rate of passage of digesta to the terminal ileum and through the total gastrointestinal tract. **Br. J. Nutr.** 65: 391–413
92. RAINBIRD, A.L. & ZEBROWSKA, T. 1984. Effect of guar gum on glucose and water absorption from isolated loops of jejunum in conscious growing pigs. **Br. J. Nutr.** 52: 489–498
93. RAMÍREZ, MARISOL; MACÍAS, M.; DOMÍNGUEZ, H.; DÍAZ, CONSUELO; MARTÍNEZ, OLGA & LY, J. 2004. Morfometría de algunos órganos digestivos de cerdos alimentados con dietas de cereales, miel b y palmiche. Revista Computadorizada de Producción Porcina. Vol 11 (suplemento 1). Instituto de Investigaciones Porcinas. La Habana, Cuba
94. RERAT, Y.M.C.; MEUNIER-SALAÜN, Y. & DOURMAD, J.Y. 1978. High-fiber diets in pregnant sows: digestive utilization and effects on the behavior of the animals. **J. Anim. Sci.** 70:590–594
95. RINALDO, D.; LE DIVIDICH, J. & NOBLET, J. 2000. Adverse effects of tropical climate on voluntary feed intake and performance of growing pigs. **Livestock Production Science.** 66:223-234
96. RODRÍGUEZ, NURYS; BOCOUR, R.T; TERRY, ILEANA & LAMAZARES, E. 1999. Indicadores morfométricos del tracto gastrointestinal (TGI) de cerdos destetados que consumen harina de caña deshidratada Revista Computadorizada de Producción Porcina. Vol. 6, No. 1. La Habana, Cuba
97. ROJAS, H. & BENAVIDES, J.E. 1994. Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y otros suplementos en el trópico húmedo de Costa Rica. Rev. CATIE. Turrialba, Costa Rica, Vol. 2, p. 145-152
98. SÁNCHEZ, M.D. 2002. World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. In: Animal Production and Health Paper No. 147. FAO, Rome. p. 1-8
99. SÁNCHEZ, SARAY & REYES, FRANCISCO. 2003. Estudio de la macrofauna edáfica en una asociación de *Morus alba* y leguminosas arbóreas. **Pastos y Forrajes.** 26:315
100. SARRÍAS, B.P; ROSERO, P.M. & MURGUEITIO, R.E. 1999. Desarrollo de sistemas sostenibles de producción de cerdos usando recursos tropicales disponibles a nivel de finca. CIPAV-SINTAP PRONATTA. Cali, Colombia. 100 p.
101. SAVÓN, LOURDES; GUTIERREZ, ODILIA.; OJEDA, F. & SCULL, IDANIA. 2005. Harinas de follajes tropicales: una alternativa para la alimentación de especies monogástricas. **Pastos y Forrajes.** 28 (1): 69-79
102. SCHULZ, E.; NOLL, J. & OSLAGE, H.J. 1998. Investigations on the digestion of carbohydrates in the different parts of the intestine in pigs. In: (Buraczewska, L.; Buraczewska, S.; Pastuszewska, B. & Zebrowska T., Eds.). Proceedings of the Fourth International Seminar on Digestive Physiology in Pigs. Jablonna, Poland. p. 196-202
103. SELVENDRAN, R.R. 1984. The plant cell wall as a source of dietary fibre: chemistry and structure. **Am. J. Clin. Nutr.** 39:320–337

104. SMITS, C.H.M.; VEEN, W.A.G.; BORGGREVE, G.J. & HEERES-VAN DER TOL. J. 1991. In: (Verstegen, M.W.A., Huisman, J. & den Hartog, L.A. , Eds.). Proceedings of the Fifth International Symposium on Digestive Physiology in Pigs. Wageningen. The Netherlands. p. 471-476
105. SPSS. 2005. Programa Estadístico, Versión 10.1 para Windows.
106. THEANDER, O.; WESTERLUND, E.; AMAN, P. & GRAHAM, H. 1989. Plant cell and monogastric diets. ***Anim. Feed Sci. Technol.*** 23:205–225
107. TING-ZING, Z.; YUN-FANG, T.; GUANG-XIAN, H.; HUAIZHONG, F. & BEN, M. 1988. FAO Agricultural Services Bulletin. No. 73/1. FAO, Roma. 127 p.
108. TRAUTMAN, D. & FEBIGER, J.T. 1970. Histología y anatomía microscópica de los animales domésticos. Editorial Grijalbo, Valencia. P. 225-241
109. TRIGUEROS, R.O. & VILLALTA, P. 1997. Evaluación del uso de follaje deshidratado de morera (*Morus alba*) en la alimentación de cerdos de la raza Landrace en etapa de engorde. En: Resultados de Investigación. CENTA, El Salvador. p. 150-155
110. TSARAS, L.N.; KYRIAZIAKIS, I. & EMMANS, G.C. 1998. The prediction of the voluntary feed intake of pigs on poor quality foods. ***Animal Science***. 66:713-723
111. VALLEJO, M.A. 1995. Efecto del premarchitado y la adición de melaza sobre la calidad del ensilaje de diferentes follajes de árboles y arbustos tropicales. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, C.R. 98 p.
112. VAN DER MEULEN, W. & BAKKER, J.M. 1991. Effect of various sources of dietary fibre on chemico-physical characteristics of digests in the stomach and the small intestine of the pig. In: (Verstegen, M.W.A.; Huisman. J. & den Hartog, L.A., Eds.). Proceedings of the Fifth International Symposium on Digestive Physiology in Pigs. 24-26. April. Wageningen. The Netherlands. p. 440-445
113. VARGAS, J.E. 1990. Alimentación de pollos basada en jugo de caña, CIPAV (Sin publicar), Colombia
114. VEGA, H. 1978. Manual de Histología esquemática. Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. p. 499-516
115. VESTERGAARD, E.M. 1997. The Effect of dietary fibre on Welfare an productivity of sows. Ph.D. Thesis. The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen
116. WALFRIDO, H. 1974. Anatomía y Fisiología para ingenieros pecuarios. Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. p. 499-516
117. WEN, K.C. 2001. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. ***Animal Feed Science and Technology***. 90: 21-23
118. WHITTEMORE, C.T.; GREEN, D.M. & KNAP, P.W. 2000. Technical review of the energy and protein requirements of growing pigs: food intake. ***Animal Science***. 73:3-17

## ANEXOS

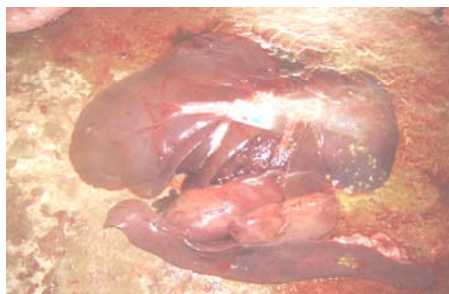
### Anexo 1. Comportamiento morfométrico de los órganos digestivos.

Indicador	Grupo experimental (X± ES)	Grupo control (X± ES)
	Estomago	
Largo (cm)	39,0±1,14	37,5±1,5
Ancho (cm)	22,7±1,56	18,1±0,35
Grosor (cm)	23,9±1,48	17,7±1,8
Peso (kg)	3,46±0,04	3,04±0,02
	Intestino Delgado-Grueso	
Peso lleno (kg)	8,94±0,25	8,30±0,13
Peso vacío (kg)	4,92±0,25	4,38±0,21

### Anexo 2. Comportamiento morfométrico de los órganos hemolinfoidéticos y accesorios.

Indicador	Grupo experimental ( X± ES)	Grupo control ( X± ES)
	Hígado	
Largo (cm)	25,6±0,68	21,0±1,76
Ancho (cm)	14,5±1,26	17,2±1,7
Grosor (cm)	23,6±1,96	22,6±2,1
Peso (kg)	2,60±0,1	2,14±0,04
	Bazo	
Largo (cm)	21,6±1,88	19,2±0,9
Ancho (cm)	6,14±0,16	5,30±0,19
Grosor (cm)	11,7±0,56	10,8±0,53
Peso (kg)	0,28±0,09	0,20±0,03
	Corazón	
Largo (cm)	13,8±1,56	10,8±0,58
Ancho (cm)	25,8±1,31	24,2±2,1
Grosor (cm)	14,9±0,85	13,5±0,68
Peso (kg)	0,60±0,25	0,53±0,09
	Pulmón	
Largo (cm)	25,2±0,58	21,6±1,29
Ancho (cm)	24,1±1,42	21,7±0,89
Grosor (cm)	38,0±2,07	35,0±1,34
Peso (kg)	1,20±0,19	1,20±0,02

Anexo 3. Fotos de los órganos digestivos y del pesaje con balanza digital.



**3a** (Foto de hígado, bazo y riñón).



**3b** (Pesaje del corazón).



**3c** (Pesaje del pulmón).

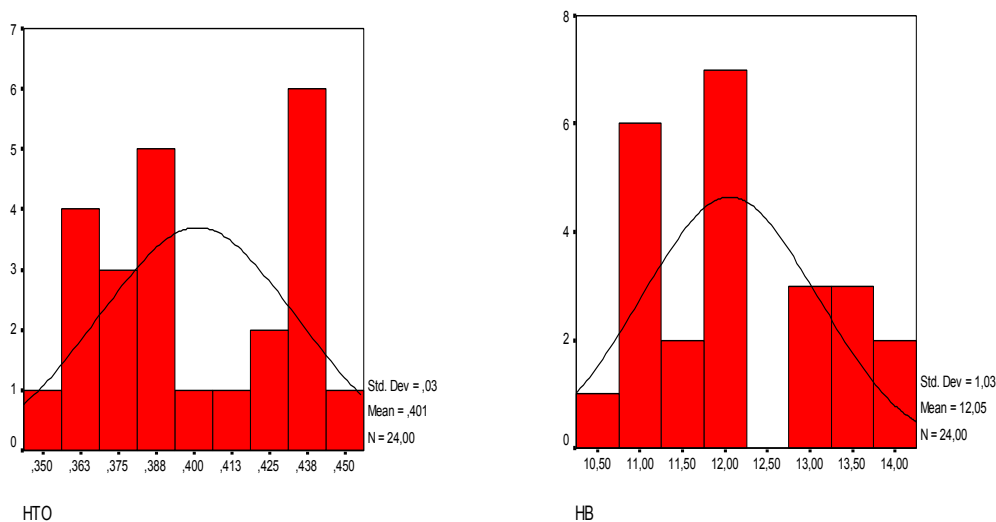


**3d** (Pesaje de las carnes limpias).

Anexo 4. Test de Homogeneidad de Varianza de las variables hematológicas.

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
HB	3,496	1	22	,075
HTO	,028	1	22	,868
LINFO	,541	1	22	,470
NEUTRO	,978	1	22	,333
EOS	8,670	1	22	,007
MONO	4,662	1	22	,042

Anexo 5. Histograma que representa la distribución normal que siguen las variables hematológicas en estudio: la hemoglobina (HB) y el hematocrito (HTO).



Anexo 6. Rango de comportamiento de cerdos alimentados con pienso (grupo control) y pienso más morera (grupo experimental).

Indicadores	Alimentación		
	Pienso	Pienso + morera	+ ES
Peso inicial (kg)	29,7	29,5	-
Peso final (kg)	100,42	97,99	-
Consumo MS (kg/d)	2,11	2,30	0,12
Conversión (MS kg/kg PV)	1,71	1,94	0,23
Ganancia media diaria (kg/día)	0,631	0,611	0,19