



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**PROYECTO PRÁCTICO DE EXAMEN COMPLEXIVO (PROPEC)  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ZOOTECNIA**

**TEMA:**

**“COMPORTAMIENTO DE CERDOS ALIMENTADOS CON PLANTAS  
FORRAJERAS TROPICALES, EN LA FINCA EXPERIMENTAL LA MARIA”**

**AUTOR:**

**ÁNGEL ENRIQUE SÁNCHEZ IBARRA**

**TUTOR DE PROYECTO PRÁCTICO**

**Ing. Zoot. Mg. KLÉBER ANTONIO ESTUPIÑÁN VÉLIZ**

**QUEVEDO**

**LOS RÍOS**

**ECUADOR**

**2015**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, ÁNGEL ENRIQUE SÁNCHEZ IBARRA, declaro que he realizado trabajo de compilación de tres tesis de grado y tres trabajos sin publicar del Programa de Producción Porcina de la UTEQ. Además he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento titulado **“COMPORTAMIENTO DE CERDOS ALIMENTADOS CON PLANTAS FORRAJERAS TROPICALES, EN LA FINCA EXPERIMENTAL LA MARIA”**, las conclusiones y recomendaciones de los trabajos analizados son de mi responsabilidad.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Ágel Enrique Sánchez Ibarra**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR DEL PROYECTO PRÁCTICO

El suscrito, Ing. Zoot.Mg. KLÉBER ANTONIO ESTUPIÑÁN VÉLIZ, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado ÁNGEL ENRIQUE SÁNCHEZ IBARRA, realizó trabajo de compilación de información de investigaciones realizadas en las plantas forrajeras de *Canavalia ensiformis* (L) DC., y Morera (*Morus alba*) para la estructuración del Proyecto Práctico de Examen Complexivo (PROPEC) titulado **“COMPORTAMIENTO DE CERDOS ALIMENTADOS CON PLANTAS FORRAJERAS TROPICALES, EN LA FINCA EXPERIMENTAL LA MARIA”** previo a la obtención del título de INGENIERO ZOOTÉCNISTA bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

**Ing. Zoot. Mg. Kléber Antonio Estupiñán Véliz**  
**TUTOR DE PROYECTO PRÁCTICO**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA ZOOTÉCNICA**

**Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del  
título de INGENIERO ZOOTECNISTA**

**Aprobado:**

---

**Ing. Mg. YENNY TORRES NAVARRETE**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**Ing. Zoot. Mg. BOLIVAR MONTENEGRO V.**

**MIEMBRO TRIBUNAL**

---

**Dr. M.V. JOSE TUÁREZ COBEÑA**

**MIEMBRO TRIBUNAL**

**QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR**

**AÑO 2015**

## DEDICATORIA

*En el trayecto de mi vida el apoyo verdadero y sincero se lo debo a mis Padres: Lucrecia y Miguel por el sacrificio permanente y lucha constante de cad uno de ellos, personas que supieron brindar el cariño y amor sincero, sin descansar día día por esta razón les dedico este sacrificio, se lo merecen.*

*A mi esposa Brenda, una mujer que me ha dado todo y por ser quien me motivo a dar este pequeño paso.*

*A mis hijos Daniel y Luis Enrique, también les dedico este triunfo.*

## AGRADECIMIENTOS

*El autor deja constancia de su mas profundo agradecimiento a las personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización y culminación de este Proyecto práctico de titulación.*

*Al Ing. Agr. Gerardo Segovia Freire, Decano de la facultad de Ciencias Pecuarias.*

*Ing. Zoot. Mg. Yenny Torres Navarrete, Coordinadora de la Carrera de Ingeniería Zootécnica y Presidente del Tribunal.*

*Ing. Zoot. Mg. Bolívar Montenegro Vivas, miembro del tribunal.*

*Dr. José Tuarez Cobeña, miembro del tribunal.*

*Reconocimiento especial Ing. Zoot. Mg. Kléber Antonio Estupiñán Véliz, Docente guía PROPEC y por brindar las facilidades de información sobre los trabajos realizados en Canavalía y Morera para realizar el presente trabajo..*

*Agradecimiento especial a los Ingenieros Zootecnista que realizaron los diferentes trabajos de investigación en Canavalía y Morera: Pedro Nivelá Morante, Carlos Pico Sanchez, Hector Masson Lema, Augusta María Ugaldé Chavez y Edgar Augusto Aroca García.*

*Ángel Enrique Sánchez Ibarra*

## RESUMEN EJECUTIVO

En el Programa de Porcino de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo se compendiaron seis trabajos de investigación sobre el uso de semilla y forraje de Canavalia (*Canavalia ensiformis*) y harina y forraje verde de morera (*Morus alba*). Se utilizaron 144 cerdos del cruce “Landrace x Yorkshire” en fases de crecimiento, los diseños utilizados fueron DCA y DBCA. Las variables evaluadas fueron: ganancia de peso (GDP), consumo de alimento (CAL), conversión alimenticia (CA), peso a la canal (PC) y espesor de grasa dorsal (EG). Los resultados demuestran que la utilización “10% canavalia tostado 200°C x 35 min”, en cerdos en crecimiento y acabado reportó ganancia 0.470 kg/d; conversión alimenticia 3.54 y consumos 1.59 kg/d. Se evidencio que los cerdos en crecimiento toleran el 5% de harina de canavalia tostada, reportándose ganancias de 0.370 kg/d; conversión alimenticia de 3.96 y consumos de alimentos 1.43 kg/d. Cuando se utilizó 10% de harina de canavalia cocida a 35 min., se presentaron ganancias de 0.467 kg/d; conversión de 3.57; consumos 1.58 kg; peso a la canal de 60.04 kg y espesor de grasa de 12.3 mm. Con la utilización del 5% harina de forraje de canavalia se obtuvo ganancias 0.557 kg/d; conversión de 4.08; consumos promedios de 2.25 kg/d; pesos a la canal de 63.61 y espesor de grasa de 20.08 mm; empleando el 12% de harina forraje de morera se logró la mayor ganancia de peso de 0.546 kg/d; conversión de 3.89 kg/kg; consumos 2.11 kg/d y espesor de grasa de 29.9 mm., con la particularidad que el rendimiento de canal fue superior con 24% de harina de canavalia (63.2 kg/cerdo). En lo referente al consumo de forraje fresco sobresalen los animales con suministro de “2.0 kg de forraje de morera en crecimiento y 3 kg en acabado” con ganancia de peso de 0.428 kg/d; conversiones de 4.00 y consumos 1.71 kg/d. Se demostró que cuando se utiliza el 10% de harina de canavalia cocida o tostada; 5 al 20% de harina de follaje de canavalia y 6 al 24% de harina de morera en las dietas para cerdos mejorados en pequeñas explotaciones, no afecta a la mayoría de los indicadores productivos.

**Palabras claves:** follaje, indicadores productivos, canavalia, morera, fibra

## EXECUTIVE SUMMARY

Swine Program State Technical University of Quevedo six research on the use of seed and forage Canavalia (*Canavalia ensiformis*) and flour and forage mulberry (*Morus alba*) compendiaron. 144 pigs crossing "Landrace x Yorkshire" in growth phases, the designs used were DCA and DBCA were used. The variables evaluated were: weight gain (ADG), feed intake (CAL), feed conversion (FC), the carcass weight (PC) and backfat thickness (EG). The results demonstrate that using "toasted canavalia 10% x 35 ° C 200 min", in growing and finishing pigs gain reported 0.470 kg / d; feed conversion and consumption 3.54 1.59 kg / d. Was evident that growing pigs tolerate 5% canavalia toasted flour, reporting profits of 0.370 kg / d; feed conversion and consumption of food 3.96 1.43 kg / d. . When 10% canavalia meal cooked at 35 min was used, gains of 0.467 kg / d were presented; conversion 3.57; Consumption 1.58 kg; Carcass weight 60.04 kg fat thickness and 12.3 mm. With the use of 5% fodder meal gains canavalia 0557 kg / d was obtained; conversion 4.08; average consumption of 2.25 kg / d; channel pesos to 63.61 and fat thickness of 20.08 mm; using 12% flour mulberry forage greater weight gain of 0.546 kg / d was achieved; conversion of 3.89 kg / kg; Consumption 2.11 kg / d and fat thickness 29.9 mm., with the difference that the channel performance was higher with 24% fishmeal canavalia (63.2 kg / pig). With regard to the fresh fodder consumption stand-fed animals "2.0 kg of growing mulberry forage and 3 kg finish" with weight gain of 0.428 kg / d; conversions and consumption 4.00 1.71 kg / d. Showed that when 10% of cooked or roasted flour is used canavalia; 5 to 20% of leaf meal canavalia and 6 to 24% mulberry meal in diets for improved smallholder pig, does not affect most productive indicators.

**Keywords:** foliage, productive indicators, canavalia, mulberry, fiber

## CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS...	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR DEL PROYECTO PRÁCTICO..	iii
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
RESUMEN EJECUTIVO.....	vii
EXECUTIVE SUMMARY .....	viii
CONTENIDO.....	ix
INDICE DE CUADROS.....	xi
INDICES DE FIGURAS.....	xiii
1. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Introducción.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos .....	3
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Aspectos nutricionales en la alimentación con forrajes.....	5
2.1.1. La fibra dietética.....	5
2.1.2. Fermentación microbiana de las fibras en el cerdo.....	7
2.1.3. Efecto de la fibra sobre la morfología intestinal del cerdo.....	8
2.1.4. Efecto de la inclusión de altos niveles de fibras en las dietas sobre el funcionamiento del tracto gastrointestinal.....	10
2.2. Plantas forrajeras en la alimentación de cerdos.....	11
2.2.1. Canavalia ( <i>Canavalia ensiformis</i> (L) DC.).....	12
2.2.1.1. Producción de semillas de Canavalia.....	13
2.2.1.2. Producción de forraje de Canavalia.....	13
2.2.1.3. Valor nutritivo del forraje y de la semilla de Canavalia.....	14
2.2.1.4. Métodos para eliminar los Factores Antinutricionales (FAN) en granos de canavalia.....	16
2.2.1.5. Uso de la canavalia en alimentación de cerdos.....	18
2.2.2. Morera ( <i>Morus alba</i> ).....	19
2.2.2.1. Características agronómicas y producción de biomasa forrajera.....	19
2.2.2.2. Valor nutritivo de la morera.....	22
2.2.2.3. Usos de la morera en alimentación de cerdos.....	25

3.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
3.1.	Localización del lugar de investigación.....	28
3.2.	Características experimentales, variables y manejo de los experimentos.....	28
3.2.1.	Experimento 1. Evaluación del grano de canavalia, <i>Canavalia ensiformis</i> (L) DC., bajo temperatura constante y diferentes tiempos de tostado en dietas para cerdos en crecimiento y acabado.....	28
3.2.2.	Experimento 2. Niveles de harina de grano tostado de canavalia, <i>Canavalia ensiformis</i> (L) DC., en dietas para cerdos en crecimiento.....	29
3.2.3.	Experimento 3. Evaluación del grano de canavalia ( <i>Canavalia ensiformis</i> ) (L) DC., remojado y a diferentes tiempos de cocción en dietas para cerdos en crecimiento y acabado.....	29
3.2.4.	Experimento 4. Harina de Forraje de <i>Canavalia ensiformis</i> (L) DC., en dietas para Cerdos en Levante y Ceba.....	30
3.2.5.	Experimento 5. Harina de forraje de morera ( <i>Morus alba</i> ) en dietas para cerdos en crecimiento y acabado.....	31
3.2.6.	Experimento 6. Uso del forraje fresco de morera ( <i>Morus alba</i> ) en la alimentación de cerdos en crecimiento y acabado.....	32
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1.	Consumo de alimento.....	34
4.2.	Ganancia de peso.....	36
4.3.	Conversión alimenticia.....	39
4.4.	Rasgo de la canal.....	43
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
5.1.	Conclusiones.....	46
5.2.	Recomendaciones.....	48
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	49

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Propiedades físicas de la fibra dietética y posibles mecanismos involucrados en la modificación de los estados fisiológicos de asimilación.....	11
Cuadro 2.	Composición química del forraje de <i>C. ensiformis</i> (L) DC., a diferentes edades de corte en porcentaje.....	15
Cuadro 3.	Composición química del grano de <i>C. ensiformis</i> (L) DC., a diferentes tiempos de tostado.....	16
Cuadro 4.	Producción de hojas, tallos y hojas mas tallos (kg ha <sup>-1</sup> ) en la evaluación de la producción de forraje de morera ( <i>Morus alba</i> ) a diferentes edades de corte. Finca "La María", UTEQ.	21
Cuadro 5.	Composición bromatológica de hojas en la evaluación de la producción de forraje de morera ( <i>Morus alba</i> ) a diferentes edades de corte. Finca "La María", UTEQ.....	24
Cuadro 6.	Composición bromatológica de tallos en la evaluación de la producción de forraje de morera ( <i>Morus alba</i> ) a diferentes edades de corte. Finca "La María", UTEQ.....	24
Cuadro 7.	Número de animales, diseños experimentales, tratamientos y repeticiones de los Experimentos compilados en semillas y forrajes de cabavalia y forraje de morera. Finca "La María", UTEQ.....	32

Cuadro 8.	Consumo de alimento (kg) total y promedio diario “Comportamiento de cerdos alimentados con plantas forrajeras tropicales, en la Finca Experimental La María”, UTEQ.....	35
Cuadro 9.	Ganancia de peso (kg) total y promedio diario “Comportamiento de cerdos alimentados con plantas forrajeras tropicales, en la Finca Experimental La María”, UTEQ.....	38
Cuadro 10.	Conversión alimenticia (kg/kg) acumulada y promedio diario “Comportamiento de cerdos alimentados con plantas forrajeras tropicales, en la Finca Experimental La María”, UTEQ.....	42
Cuadro 11.	Rasgos de la canal (peso canal y espesor de grasa dorsal en el “Comportamiento de cerdos alimentados con plantas forrajeras tropicales, en la Finca Experimental La María”, UTEQ.....	43

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de la fibra, fuentes de procedencia y principales efectos fisiológicos (Tomado de Potty 1996 y adaptado por Savón, 2002).....	7
Figura 2. Regresión cubica entre niveles de harina de forraje de canavalia con ganancia de peso. Finca “La Maria”, UTEQ....	39
Figura 3. Regresión cubica entre niveles de harina de forraje de canavalia con la conversión alimenticia. Finca “La Maria”, UTEQ.....	40
Figura 4. Regresión cubica entre niveles de harina de forraje de morera con el espesor de grasa dorsal (mm). Finca “La Maria”, UTEQ.....	44



# **CAPÍTULO I**

## **MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1. Introducción

La alimentación de cerdos representa aproximadamente el 75% de los costos de producción, por esta razón, es necesaria la búsqueda de fuentes alternas de energía, proteína y minerales no tradicionales con el objetivo de sustituir en lo posible el porcentaje de inclusión de maíz y soya en el balanceado. Para lograr que esta alternativa sea viable, existen varias opciones, una de ellas constituye la producción y uso de recursos foliares como fuente proteica y energética para los cerdos.

Las harinas de follaje de leguminosas y cultivos tropicales realizan un importante aporte de carotenos, cuya concentración dependerá del proceso y método del secado del follaje; si el secado se realiza rápidamente y al sol, la concentración de caroteno será más estable que si se realiza en estufa. Los carotenos se convierten en vitamina A en la mucosa intestinal con una eficiencia del 30% en los cerdos (Savón, 2002).

La mayoría de los estudios en *Canavalia ensiformis* están relacionados con la cobertura, sin embargo hay que seguir investigando como destruir algunos factores antinutricionales de las semillas, dentro de los que tenemos los siguientes: concanavalina A, canavalina y la ureasa; los mismos que pueden tener una contradicción desfavorable dentro de la respuesta productiva de los animales que lo consumen (Sabogal *et al.*, 1993).

La morera ha sido seleccionada y mejorada por calidad y rendimiento de hojas en muchos ambientes, las hojas son muy palatables y digestibles (70-90%) en rumiantes y también puede ser dada a los monogástricos, además tiene un excelente perfil de aminoácidos esenciales y varía entre 15-28% dependiendo de la variedad, hasta la actualidad no se han identificado compuestos tóxicos o principios antinutricionales (Sánchez, 1999; Osorto *et al.*, 2007).

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

Las investigaciones realizadas en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), relacionada con la alimentación de cerdos con harina de forraje y grano de Canavalia (*Canavalia ensiformis*) y harina de forraje de morera (*Morus alba*), se ofrece en este documento que será de gran utilidad para los productores y técnicos que se dedican a la cría y engorde de cerdos y que actualmente está tomando importancia a nivel nacional como fuente de proteína animal.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Compilar información de investigaciones realizadas en el área de porcino de la UTEQ que permita conocer el usos y bondades de las plantas de Canavalia y Morera como fuente proteica en cerdos.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Compilar las investigaciones con forraje fresco y harina de morera en la alimentación de cerdo y analizar su efecto en los indicadores productivos.
- Recopilar información de investigaciones realizadas en el plantel porcino de la UTEQ con semillas procesadas y forraje de Canavalia en la alimentación de cerdos y analizar su efecto en los indicadores productivos.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## **2.1. Aspectos nutricionales en la alimentación con forrajes**

La utilización correcta de los alimentos fibrosos, depende de factores que determinan la respuesta productiva de los cerdos, entre los más importantes encontramos: fuente de fibra y estado de madurez de la planta (contenido total de fibra, tipo y porcentaje de los componentes de la pared celular), edad, peso vivo y etapa fisiológica en que se encuentra el cerdo, procesamiento a que se somete el alimento, presencia de aditivos alimenticios. Es importante conocer las características de la fibra, la categoría del animal y los efectos específicos en el consumo voluntario, la digestión y el metabolismo lipídico (Martínez *et al.*, 2004; NRC, 1998).

De acuerdo con la información ya existente acerca del uso del follaje de morera en la alimentación de cerdos en crecimiento/ceba y en cerdas gestantes, entre 20 y 25% de la ración puede estar constituido por follaje de morera. Entre los factores que más pueden influir en la respuesta de la pira, se encuentran la edad de corte y la manipulación de la fertilización de la plantación (Ly y Pok, 2013).

La ventaja del árbol de morera es que están disponibles, y no es necesario sembrarlos una y otra vez, después de cada cosecha, y tiene un alto rendimiento de biomasa verde (Ly 2004a), la desventaja es que pueden contener mucha fibra, a veces de difícil digestión para los cerdos, sobre todo cuando son jóvenes. Pero en el engorde o en las cerdas reproductoras, sobre todo gestantes no es mayor problema. (Osorto, 2003; Araque *et al.*, 2005).

### **2.1.1. La fibra dietética**

Históricamente, la fibra dietética (FD) se ha descrito como los componentes vegetales resistentes a la hidrólisis por las enzimas digestivos

del hombre, en otras palabras, material que necesita de enzimas microbianos para su digestión. Últimamente, se ha aceptado el término de polisacáridos no amiláceos (PNA) como la definición más apropiada (Gerrits y Verstegen, 2006).

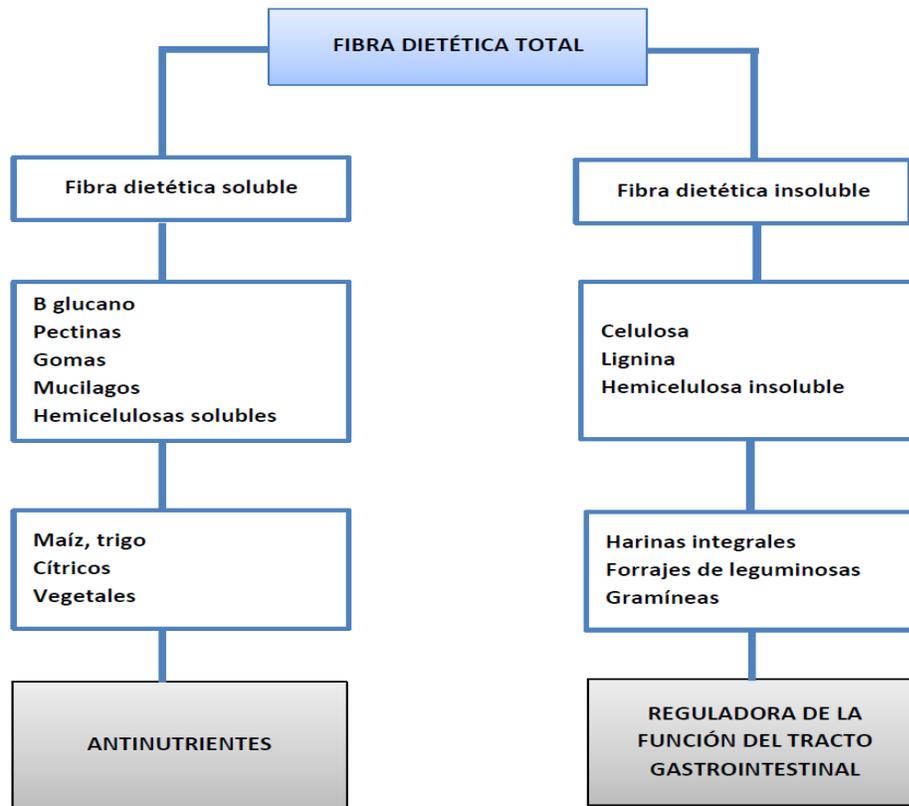
Otra definición de fibra dietética es el total de sustancias poliméricas de las plantas que son resistentes a las enzimas digestivas de los mamíferos. Está compuesta fundamentalmente por las fracciones de la pared celular de los vegetales. Esta definición contiene mayoritariamente sustancias como la lignina; celulosa y hemicelulosa. Pero incluye también, pectinas; gomas; galactanos; etc., que son materiales relativamente solubles (Rodríguez-Palenzuela *et al.*, 1998).

La American Association of Cereal Chemist (2001) define: “la fibra dietaria es la parte comestible de las plantas o hidratos de carbono análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con fermentación completa o parcial en el intestino grueso. La fibra dietaria incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas de las plantas.

Estas sustancias pueden ser en parte degradadas a nivel de rumen o tracto posterior de los mamíferos, por la acción fermentativa de microorganismos anaeróbicos. La fibra actúa como un sustrato para la microflora intestinal, afectando la cantidad y calidad de productos microbianos (Van y Robertson, 1980).

En las especies monogástricas la fibra dietética no se clasifica sólo atendiendo a su composición, sino al grado de solubilidad en agua con lo que se asumen los conceptos de fibra dietética soluble e insoluble. Estas fracciones se caracterizan por tener efectos fisiológicos diferentes (Figura 1). Debido a éstos, constituye una necesidad conocer sus componentes

cualitativa y cuantitativamente para predecir desórdenes nutricionales y de salud (Savon, 2002).



**Figura 1. Clasificación de la fibra, fuentes de procedencia y principales efectos fisiológicos (Tomado de Potty 1996 y adaptado por Savón, 2002).**

### **2.1.2. Fermentación microbiana de las fibras en el cerdo**

La fermentación anaeróbica de los componentes de la pared celular (es decir, la fibra dietética) ha sido bien documentado en el intestino grueso de los mamíferos, en particular en cerdos y seres humanos y en el rumen de los rumiantes (Varel y Yen, 1997).

El cerdo es considerado un fermentador intestinal caudal, la actividad fermentativa se concentra en las partes posteriores del tracto gastrointestinal (ciego, y colon), tiene un estómago relativamente grande e intestino delgado largo cuando se lo compara con otros animales monogástricos; el intestino grueso está formado por el ciego, el colon y el recto, mide aproximadamente 4 a 4.5 metros y tiene un diámetro considerablemente mayor al intestino delgado (Church y Pond, 1987).

Ni el estómago, ni el intestino delgado de los mamíferos producen enzimas capaces de degradar la fibra dietética. La fibra es degradada por la actividad de especies de microbios que producen celulasas, hemicelulosas, pectinasas y otras enzimas. Los componentes de la dieta no digeridos completamente en el intestino delgado de los cerdos proporcionan un sustrato para el crecimiento microbiano que permite al animal utilizar parte de la energía de estos sustratos como productos de la fermentación bacteriana (Varel y Yen, 1997).

El mismo autor indica que el intestino grueso contiene algunos microorganismos aerobios y aerobios facultativos pero predominan los aerobios obligados. La microflora fecal tiende a ser similar a la del colon pero posiblemente no sea representativa del ciego.

Existe evidencia experimental que en el cerdo, el tracto gastrointestinal se hace más pesado y voluminoso cuando ingiere alimentos ricos en fibra, lo que se considera un reflejo de una mayor actividad bacteriana, característica de la degradación de la pared celular vegetal (Ly, 2008).

### **2.1.3. Efecto de la fibra sobre la morfología intestinal del cerdo**

Pond *et al.*, (1980) no encuentran diferencias debidas al efecto del nivel de fibra para el peso vacío del estómago, intestino delgado, ciego o

colon, ni en el largo del intestino delgado. Pero sugieren que el aumento del peso del colon al aumentar el nivel de fibra (pese a ser sólo una tendencia).

Según (Jorgensen, et al.,1996) publican que los cerdos en crecimiento alimentados con una dieta alta en fibra entre los 45 y 120 kg, tuvieron ciegos y colon considerablemente más grande y un contenido del intestino más pesado, que los alimentados con una dieta baja en fibra.

Afirma Ly (2008) que existen diferencias genéticas en la habilidad digestiva de los cerdos que se manifiestan cuando se comparan razas con grandes contrastes en su material genético. Esas diferentes capacidades digestivas tienen expresiones morfométricas del tracto gastrointestinal, y esas diferencias pueden favorecer a uno u otro animal en la digestión de una u otra dieta, esto debe tomarse en cuenta al formular el tipo de alimentación que se brindara a cada genotipo animal.

Señaló Hedemann *et al.*, (2006) que alimentar cerdos con dietas de alto contenido en fibra insoluble, mejora la morfología intestinal por aumentar la longitud de las vellosidades y una mayor actividad enzimática de la mucosa, en comparación con los cerdos alimentados con dietas que contienen pectina, y sugieren que los cerdos alimentados con dietas altas en fibra insolubles puedan estar mejor protegidos contra las bacterias patógenas que los cerdos alimentados con dietas altas Polisacaridos no amiláceos solubles (PNA).

La inclusión de fibra en las raciones de cerdos generalmente produce un incremento en el consumo de alimento para mantener el requerimiento de energía digestible. Sin embargo, el conocido efecto de limitación en la utilización de altas concentraciones de fibra se atribuye a la voluminosidad de estas raciones y a la capacidad de retención de agua de las porciones solubles de la fibra. Esto último pudiera alterar los estímulos que regulan el consumo de alimento (Savón, 2002).

En general, altas cantidades de fibra conllevará una peor digestión de todos los nutrientes dietéticos, debido por un lado a la mayor velocidad de tránsito de la digesta y, además, la elevada proporción de pared celular dificultará el acceso de los enzimas a los nutrientes (Varel *et al.*, 1988; Jørgensen *et al.*, 1996).

#### **2.1.4. Efecto de la inclusión de altos niveles de fibras en las dietas sobre el funcionamiento del tracto gastrointestinal**

El conocimiento de las propiedades físico químicas de la fibra dietética y sus implicaciones en la fisiología digestiva de los animales permite optimizar su utilización en la dieta. Se ha planteado que la fibra dietética, a través de las propiedades físicas químicas de sus componentes solubles e insolubles puede ejercer varios efectos fisiológicos a lo largo del tracto gastrointestinal de las especies monogástricas. Los efectos fisiológicos más importantes son el consumo voluntario, en las secreciones digestivas y absorción en el tránsito intestinal y metabolismo lipídico. Un resumen de lo anterior se muestra en el Cuadro 1 (Savón, 2002).

La fibra en cerdo tiene una contribución significativa de energía, y la presencia de fibra no digerible, disminuye drásticamente la digestibilidad y con ello el aporte energético. El rol de la fibra dietaría en los procesos fisiológicos como la sensación de saciedad y el bienestar animal, la incidencia de úlceras y colitis inespecíficas y otros cuadros entéricos, la flora digestiva y la motilidad intestinal son motivos de investigaciones (Mateos *et al.*, 2006).

**Cuadro 1. Propiedades físicas de la fibra dietética y posibles mecanismos involucrados en la modificación de los estados fisiológicos de asimilación**

Proceso fisiológico	Propiedades de la Fibra dietética	Mecanismo de acción
CONSUMO	VOLUMEN	MECÁNICO
Velocidad de tránsito	Capacidad de absorción de agua	Viscosidad
	Dilución energética	Sabor hormonal
	Volumen	Mecánico
	Tamaño de partícula	Viscosidad
Hidrolisis enzimática y absorción	Capacidad de absorción de agua	Hormonal
	Capacidad de absorción de agua	Viscosidad
	Capacidad de intercambio catiónico	Adsorción
Actividad microbiana	Arquitectura	Hormonal
	Carácter hidrófobo	
	Relación	Velocidad de tránsito
	Hemicelulosa	
	Celulosa	Crecimiento microbiano
	Estructura de la pared celular	
	Capacidad de intercambio catiónico	Potencial fermentativo

Fuente: Savon, 2002

## 2.2. Plantas forrajeras en la alimentación de cerdos

Una alternativa en la producción porcina es el uso del follaje de arbustivas de potencial forrajero con alto valor proteínico, las que se han utilizado con éxito en la alimentación de rumiantes, pero han sido escasamente estudiadas en la alimentación de cerdos (Sarria *et al.*, 1999).

La utilización de harinas de follajes de plantas tropicales, en sustitución parcial o total de las proteínas provenientes de los cereales para la alimentación de los monogástricos, es una de las estrategias más investigadas en la actualidad, debido a la ventaja que representa disponer de fuentes autóctonas de alimentos y poder reducir los costos (Savón *et al.*, 2005).

### **2.1.1. Canavalia (*Canavalia ensiformis* (L) DC.)**

*Canavalia ensiformis* es una leguminosa anual cuyo origen probable es la India y Centroamérica (Aleman y Flores, 1993). Perteneciente a la familia de las Papilionáceas y originaria del nuevo mundo, antiguamente se cultivaba en América Tropical y formaba parte de la dieta de las personas, pero posteriormente se redujo su cultivo, a pesar de las potencialidades que ofrece su utilización en los países tropicales.

Es una planta anual o bianual, herbácea, de alrededor de un metro de altura y muy ramificada. Sus frutos miden aproximadamente 30 cm. de largo y 3.5 cm. de ancho y los granos son generalmente de color blanco, con un peso superior a un gramo cada uno. Su hábito de crecimiento puede ser recto o voluble, en dependencia de la variedad, y existe una gran variabilidad en la producción de forrajes y granos (Viera y Ramis, 1982).

La *Canavalia* crece bien en zonas húmedas tropicales y subtropicales desde tierras bajas hasta los 1700 msnm. Su rango principal de pH esta entre 4.5 a 8.0 y una precipitación de 900 a 1200 mm/año, aunque también tolera precipitaciones desde 650 a 2000 mm. Se siembra a razón de dos semillas de postura, con una separación de 40 cm entre postura y 80 cm entre surco y usualmente se usan 146 libras de semilla por manzana (Flores, 1993).

Canavalia ensiformis es una leguminosa de altos rendimientos en granos y forraje, constituye una de las especies más utilizadas como cultivo de cobertura y como abono verde; su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico en simbiosis con los rizobios favorece el crecimiento de otros cultivos acompañantes, incrementando el valor nutritivo y alimenticio de los mismos (Estupiñán, 2006),

Entre otras características para el uso de leguminosas como cultivo de cobertura es la fijación de nitrógeno, aporte de materia orgánica al suelo que en estado de floración aporta mayor cantidad de material verde (Vargas *et al.*, 2002). La utilización de este cultivo en la ganadería y en la agricultura permite el desarrollo de ambos y la protección del medio ambiente (Crespo *et al.*, 2011).

#### **2.2.1.1. Producción de semillas de canavalia**

Marín y Pérez (1999) consiguieron rendimientos de grano de *C. ensiformis* sin fertilización de 2 708 kg ha<sup>-1</sup> en los cultivares Tovar y Yaracuy y, con fertilización reportaron rendimientos de 2 956 y 2 821 kg ha<sup>-1</sup> en los mismos cultivares. En la producción de grano la densidad de siembra de 50 000 plantas ha<sup>-1</sup> reportó el mayor rendimiento con 3 074 kg ha<sup>-1</sup> por lo que no se justifica la siembra de densidades de 75 000 y 100 000 plantas ha<sup>-1</sup>. El efecto de la época de siembra demostró un mayor número de vainas por planta en invierno, este comportamiento se debió a la disponibilidad de humedad del suelo por la época de siembra (Estupiñán, 2007a).

#### **2.2.1.2. Producción de forraje de canavalia**

Trabajos realizados con el fin de medir la producción de forraje de canavalia sembrada a 50 cm entre surcos y 50 cm dentro de surcos (40 000 plantas ha<sup>-1</sup>) reportaron rendimientos de 43,17 t ha<sup>-1</sup> por corte en forraje

verde (Jiménez *et al.*, 2005). Por su parte Ortiz (2004) igualmente presentó rendimientos de 41 t ha<sup>-1</sup> de forraje verde. Díaz *et al.*, (1997) registra producciones de forraje de canavalia cosechado a las 11 semanas de 4.75 t MS ha<sup>-1</sup> y de 1 117.5 kg PB ha<sup>-1</sup>.

La producción de biomasa para la elaboración de harina integral reporta rendimientos de 4.72 t MS ha<sup>-1</sup> en la que incluye formación de vainas, tallos y hojas, (Díaz *et al.*, 2002 y Díaz *et al.*, 2003).

Estupiñán (2006) con densidades de 160 000 plantas ha<sup>-1</sup> a dos semillas por hoyo probando edades de 60, 75, 90 y 105 d de corte señala que los mayores rendimientos de MS se logró a los 75 y 90 d de corte de la canavalia con 4 558 y 3 855 kg MS ha<sup>-1</sup>.

### **2.2.1.3. Valor nutritivo del forraje y de la semilla de canavalia**

Los contenidos de proteína bruta en las hojas (17 a 24%), las legumbres (17.8 a 21.9%) y las semillas (32.5 a 36.3%), así como la DIVMO (89%) y la DPB (75%) y la DIVMS en las hojas (60 a 68%) y los granos (72 a 76%), indican que la canavalia ensiformis posee un alto valor nutritivo (Cáceres *et al.*, 1995).

El análisis bromatológico del forraje integral de la canavalia posee en promedio un 18.99% de proteína bruta, 35.72% de fibra bruta, 1.5% extracto etéreo, y 1.48% de calcio (Estupiñán, 2007b). Los principales componentes de la fibra se presentan en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Composición química del forraje de C ensiformes (L) DC., a diferentes edades de corte en porcentaje**

Nutrientes	Edad de corte del forraje de canavalia			
	60 d	75 d	90 d	105 d
Materia Seca (MS)	87.00	87.30	87.80	88.20
Materia Orgánica (MO)	83.69	85.63	81.76	89.49
Proteína Bruta (PB)	20.01	20.80	18.18	16.99
Fibra Bruta (FB)	30.65	33.95	39.07	39.19
Extracto Etéreo (EE)	1.81	1.57	1.52	1.10
Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)	29.22	29.31	22.99	32.21
Cenizas (C)	16.31	14.37	18.24	10.51
Fibra Detergente Neutra (FDN)	49.16	52.10	52.66	54.74
Fibra Detergente Acida (FDA)	37.44	36.23	39.99	36.76
Lignina Detergente Acida (LDA)	9.62	9.38	9.07	9.36
Celulosa (CEL) <sup>1</sup>	27.82	26.85	30.92	27.40
Hemicelulosa (HEM) <sup>2</sup>	11.72	15.87	12.67	17.98

Fuente: Estupiñán, 2007b

La composición química del grano de canavalia a diferentes tiempos de tostado se presenta en el Cuadro 3. El grano tostado de canavalia reportó contenido de MS de entre 92.73 hasta 96.07% con el aumento del tiempo de tostado de 15 a 30 min. El contenido de proteína del grano tostado obtuvo una mínima variación entre el tostado a los 15 min y el tostado a los 20 min con 25.16% y 25.49% respectivamente.

**Cuadro 3. Composición química del grano de *C. ensiformis* (L) DC., a diferentes tiempos de tostado**

<b>Nutrientes</b>	<b>Tiempo de tostado del grano de canavalia</b>			
	<b>15 min</b>	<b>20 min</b>	<b>25 min</b>	<b>30 min</b>
Materia Seca (MS)	92.73	93.29	95.10	96.07
Materia Orgánica (MO)	96.40	96.43	96.33	96.26
Proteína Bruta (PB)	25.16	25.49	25.04	25.18
Fibra Bruta (FB)	10.32	10.09	12.45	10.63
Extracto Etéreo (EE)	2.39	2.51	3.08	3.21
Extracto L.Nitrógeno (ELN)	58.53	58.34	55.76	57.24
Cenizas (C)	3.60	3.57	3.67	3.74

Fuente: Estupiñán, 2007b

#### **2.2.1.4. Métodos para eliminar los Factores Antinutricionales (FAN) en granos de canavalia**

Los métodos más utilizados para neutralizar el efecto negativo que tienen los compuestos secundarios de los granos de *Canavalia ensiformis* han sido el tostado, peletizado, malteado, remojo en solución salina, extruido, fermentado y cocción (Udedibie, 2001; Centurión, 2005; Sivolí, 2005; Estupiñán, 2007b).

Otros beneficios que proveen los procesos de peletizado o extruido son la uniformidad en las partículas del alimento, debido a que el cerdo es una especie omnívora y tiende a ser muy selectivo con el alimento así como la destrucción de ciertos patógenos debido al incremento en las temperaturas durante el procesamiento (Murakami *et al.*, 2008).

Los métodos de germinado y malteado de la semilla de *Canavalia ensiformis* contribuyen a disminuir la concentraciones de canavanina (g/100g) en un

25% y 33% respectivamente con respecto al grupo testigo. Con estos datos se observa que el proceso de germinado elimina una mayor cantidad de este factor antinutricional. Para la concavalina A, se observa una reducción de 7% en el título hemaglutinante en la semilla malteada con respecto a la canavalia cruda (Espinoza *et al.*, 2005).

El mismo autor indica que los valores antinutricionales por ambos métodos se reducen, lo que permite afirmar que las técnicas realizadas contribuyen a pensar en futuras pruebas en animales y humanos, sin embargo, es importante considerar al análisis económico en grandes volúmenes de semilla.

El proceso de malteado de *C. ensiformis* consiste en la germinación controlada de la semilla, la cual libera cantidades de enzimas capaces de convertir el almidón en azúcares fermentables.

Centurión y Espinosa (2005) encontraron que al germinar las semilla de canavalia la concentración de canavanina se redujo un 25% (3.40 a 2.55 g/100 g antes y después de la germinación, respectivamente).

Las fermentaciones son procesos que permiten variar la composición físico-química de algunos productos agrícolas y lograr nuevas opciones para la alimentación animal (Elías *et al.*, 2009). La fermentación de una mezcla cereal-leguminosa es beneficiosa en lo que respecta a la complementación del contenido de aminoácidos. A menudo, los aminoácidos que contienen azufre como son la metionina y la cistina se encuentran en cantidades limitadas en las leguminosas, mientras que las proteínas de los cereales son generalmente deficientes en lisina (González *et al.*, 2012).

Valdivié y Elías (2006) demostró la posibilidad de reducir los efectos adversos de las sustancias antinutricionales de los granos de canavalia, al someterlos a un proceso de fermentación en estado sólido, pues no alteró la eficiencia de utilización de los alimentos (conversión) y dañó menos la ganancia de peso vivo.

#### **2.2.1.5. Uso de la canavalia en alimentación de cerdos**

El tostado de los granos crudos de *Canavalia ensiformis* a 194°C por 18 min redujo el contenido inicial de canavanina en 95% y eliminó totalmente la actividad hemaglutinante; redujo en 50% el contenido total de aminoácidos presentes en los granos crudos, el almidón disponible también fue reducido en 58.6%, en los granos tostados. Las fracciones de FDN y hemicelulosa en los granos tostados se incrementaron en 36.7 y 33.9%, respectivamente; la digestibilidad fecal aparente de la materia seca fue de 74% y la energía digestible de los granos tostados fue de 3146 kcal/kg MS. En general, la digestibilidad promedio de los aminoácidos contenidos en los granos tostados fue de 52.8% (Michelangeli *et al.*, 2004a).

Con la utilización de 20% de harina de granos, tostados a distintas condiciones de temperatura y tiempo, fue incorporada en la ración y se concluye que el tostado de los granos de canavalia bajo las condiciones evaluadas, eliminó completamente la actividad hemaglutinante, y ocasionó una disminución en el contenido de canavanina que vario entre 45 y 94% para los tratamientos 177°C por 25 min y 194°C por 18 min, respectivamente, con relación a la canavanina presente en la canavalia cruda; sin afectar el contenido de proteína cruda, extracto etéreo y cenizas, en comparación a la canavalia cruda (Michelangeli *et al.*, 2004b).

Sin embargo, se apreció un incremento en el contenido de materia seca, fibra cruda, FDN y FDA. La inclusión de 20% de canavalia tostada (177°C x 25

min, 187°C x 15 min, 184°C x 20 min y 198°C x 14,5 min) redujo significativamente el consumo de alimento de los cerdos en comparación al tratamiento control: solo, la dieta con granos tostados a 194°C x 18 min, permitió un consumo de alimento y ganancia de peso que no presentó diferencias ( $P>0.05$ ) con el control y a medida que aumentó la concentración de canavanina en la dieta, disminuyó el consumo voluntario de alimento en los cerdos ( $r=0.99$ ;  $P<0.001$ ). Los datos sugieren que consumos aceptables de alimento pueden ser obtenidos cuando el contenido de canavanina en la dieta es igual o menor a 0.06% (Michelangeli, et al., 2004b).

### **2.2.2. Morera (*Morus alba*)**

Las plantas de morera pertenecen al género *Morus*, familia Moraceae, orden Urticales, subclase Dicotiledónes, Clase Angiosperma y División Spermatophyta (Cifuentes y Kee-Wook, 1998). Existen varias especies: *Morus alba*, *M. inga*, *M. laevigata*, *M. bombycis*, etc. La especie *Morus alba* diploide ( $2n = 2X = 28$ ) es la más extendida. Son especies cosmopolitas y se han hecho extremadamente difícil situar con seguridad su origen, sin embargo, varios autores señalan al Himalaya como el lugar más probable de origen (Sánchez, 1999; Benavides, 2000).

#### **2.2.2.1. Características agronómicas y producción de biomasa forrajera**

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

rápido crecimiento cuando son jóvenes, y más lento a medida que alcanzan la madurez (García *et al.*, 2006).

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

Si se toma en cuenta que la producción de follaje de morera puede alcanzar 9.5 t MS/há durante el período de seca, con una biomasa que contenga 15.6% de proteína cruda como lo que aquí se halló, es posible que con estas condiciones, que no son las más favorables, se pueda obtener un estimado de 1.5 t proteína/há.

La producción anual de proteína a partir de la morera, esto pudiera indicar que en las mejores condiciones de cultivo de soya, que no es perenne y eminentemente estacional, solamente se pudiera cosechar anualmente grano de esta leguminosa ascendente a un tercio de la proteína que se puede lograr a partir de árboles como la morera, en términos de una hectárea (García y Fernández, 2004).

Leiva *et al.*, (2004) demostró disminuciones en las ganancias de peso vivo de cerdos cuando la sustitución del concentrado por harina de morera es superior al 7%. En la evaluación desarrollada bajo la concepción de incluir el follaje de morera en porcentajes mayores, se encontró que la ganancias diarias se incrementaron con el aumento del peso vivo de los cerdos, lo que indica que se mejora la eficiencia de utilización de la morera en la medida

que aumenta el tamaño de los animales; de igual manera, la eficiencia de la dieta total con valores que pueden considerarse como adecuados (Ly, 2005).

Bocourt (2006), señaló que en animales adaptados a consumir dietas altas en alimentos voluminosos el peso vivo desempeña un papel fundamental, con las ventajas que tiene el consumir la fibra, necesaria para el mantenimiento de la microflora del tracto gastrointestinal.

Hay evidencia de rendimiento de biomasa en la Finca experimental "La María" de la UTEQ, con corte del forraje de morera a los 30, 40, 50 y 60 días. Los resultados de producción de hojas y tallos por hectárea demostraron diferencias altamente significativas. Se observó la mayor producción de hojas más tallos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) con el forraje de morera cortado a los 60 días (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Producción de hojas, tallos y hojas más tallos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en la evaluación de la producción de forraje de morera (*Morus alba*) a diferentes edades de corte. Finca "La María", UTEQ**

<b>Tratamientos</b>	<b>Producción de hojas (<math>\text{kg ha}^{-1}</math>)</b>	<b>Producción de tallos (<math>\text{kg ha}^{-1}</math>)</b>	<b>Producción hojas + tallos (<math>\text{kg ha}^{-1}</math>)</b>
30 d de corte	9 067.50 c <sup>1</sup>	4 083.75 d	13 095.00 c
40 d de corte	10 586.25 c	6 288.75 c	16 852.50 c
50 d de corte	19 080.00 b	11 317.50 b	29 092.50 b
60 d de corte	22 072.50 a	17 881.50 a	39 869.99 a
Probabilidad	0.0000	0.0000	0.0000
Significación	**	**	**

Fuente: Estupiñan y Vasco, 2007.

<sup>1</sup>Promedios con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ) según prueba de Duncan

#### 2.2.2.2. Valor nutritivo de la morera

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

Benavides (1991), informa contenidos de proteína cruda superiores al 20% MS y de DIVMS por encima del 80%. Presenta una composición aminoacídica similar a la de la harina de soya; definida como una gran fuente de aminoácidos, de los cuales, la mitad son aminoácidos esenciales (Sánchez, 2002).

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

Dado sus altos contenidos nutricionales: energía Metabolizable (2.44 Mcal/kg de MS), digestibilidad de la materia seca (entre 75 y 90%) y proteína bruta (entre 20 y 25%, de la cual el 90% es digestible) (Benavides, 1996), se perfila como una de las plantas con mayores potencialidades para proporcionar un alimento deshidratado capaz de constituir un suplemento animal de primera línea.

Los nutrientes resultaron más altos en el forraje cosechado en la época lluviosa que en la seca, con excepción de la concentración energética que

mantuvo valores muy similares. El incremento de la frecuencia de corte, contrario a lo que pudiera esperarse, elevó el contenido de PB y EE en el forraje, al parecer por una mejora en la capacidad metabólica y fotosintética de la planta con el aumento de la edad. Los niveles de fertilización nitrogenada presentaron correlaciones positivas con los valores de PB y EB del forraje, y negativa con los de EE (González *et al.*, 2002).

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

En la composición química de las hojas se registraron diferencias estadísticas altamente significativas en el contenido de proteína, cenizas y calcio (Cuadro 5). A los 30 y 50 días de corte se presentó el mayor porcentaje de proteína en las hojas de morera con 20.48 y 20.65%, respectivamente (Estupiñán y Vasco, 2007).

**Cuadro 5. Composición bromatológica de hojas en la evaluación de la producción de forraje de morera (*Morus alba*) a diferentes edades de corte. Finca "La María", UTEQ**

Tratamientos	Proteína (%)	Fibra (%)	E. etéreo (%)	Cenizas (%)	Calcio (%)	E. Bruta (kcal/g)
30 d corte	20.48 ab <sup>1</sup>	22.29	2.71	16.33 b	0.19 b	3.60
40 d corte	18.78 b	21.22	2.76	13.66 c	0.53 a	3.60
50 d corte	21.65 a	20.53	2.66	17.81 a	0.48 a	3.61
60 d corte	18.90 b	19.71	2.53	16.90 b	0.42 a	3.60
Probabilidad	0.0025	0.129	--	0.0000	0.003	--
Significación	**	NS	NS	**	**	NS

Fuente: Estupiñan y Vasco, 2007

<sup>1</sup>Promedios con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias estadísticas (P>0,05) según prueba de Duncan

En el caso de la composición química de los tallos, la proteína, fibra y cenizas registraron diferencias altamente significativas. El mayor porcentaje de proteína se evidenció a los 30 días de corte con 9.56% (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Composición bromatológica de tallos en la evaluación de la producción de forraje de morera (*Morus alba*) a diferentes edades de corte. Finca "La María", UTEQ**

Tratamientos	Proteína (%)	Fibra (%)	E. etéreo (%)	Cenizas (%)	Calcio (%)	E. Bruta (kcal/g)
30 d corte	9.56 a	1.63b	1.73 a	12.16 a	0.50	3.52
40 d corte	7.91 b	4.35b	1.51 a	10.82 b	0.45	3.57
50 d corte	7.99 b	3.52b	1.63 a	9.05 c	0.40	3.66
60 d corte	7.31 b	2.48a	1.06 b	8.49 c	0.38	3.58
Probabilidad	0.0002	0.0001	0.0129	0.000	--	0.2361
Significación	**	**	*	**	NS	NS

Fuente: Estupiñan y Vasco, 2007.

<sup>1</sup>Promedios con letras iguales en la misma columna no presentan diferencias estadísticas (P>0,05) según prueba de Duncan

### 2.2.2.3. Usos de la morera en alimentación de cerdos

Osorto *et al.*, (2007) evaluó el uso de morera (*Morus alba*) en la alimentación de cerdos en crecimiento y engorde y su efecto en el rendimiento de la canal indica que es factible incluir hasta 15% de Harina de Hojas de Morera (HHM) en la dieta de cerdos en crecimiento de 22-35 kg de peso vivo. En las etapas posteriores, de 35-90 kg, la inclusión puede ser hasta 20%, sin afectar la respuesta productiva de los animales. Además, aumenta el rendimiento de los cinco cortes primarios. La inclusión de HHM en la dieta de los cerdos representa una reducción de 14.4% en el costo promedio de la alimentación y su factibilidad técnica confirma que este producto es una alternativa para las explotaciones porcinas en el trópico.

Durante el crecimiento al incluir diferentes niveles (%) de harina de morera (0, 7, 14 y 21) en sus dietas, utilizó 24 cerdos de 27.9 kg y 76 días de edad promedio, distribuidos en un diseño de bloques al azar en igual proporción de hembras y machos. Los principales indicadores estudiados fueron: peso final (52.01; 50.46; 46.21 y 40.91 kg), ganancia media diaria (744, 691, 544 y 362 g), consumo de materia seca (1.82; 1.67; 1.32 y 0.98 kg), consumo de proteína bruta (0.32; 0.29; 0.22 y 0.15 kg) los que difirieron significativamente para  $p < 0.001$ . La conversión de materia seca (2.46; 2.42; 2.43 y 2.69 kg/kg de PV) y de proteína bruta (0.43; 0.42; 0.40 y 0.41 k/kg pv), no mostraron diferencias significativas. Se recomienda la inclusión de hasta un 14% de harina de morera como forma alternativa para la alimentación de cerdos en crecimiento (Leiva *et al.*, 2004).

Trigueros y Villalta (1997) incorporaron 15% de harina de follaje de morera (HM) en la dieta de cerdos en finalización obtuvieron índices productivos similares a los animales alimentados con una dieta tradicional. Osorto (2003) y Muñoz (2003) han empleado exitosamente HM, y follaje fresco de M, en la

alimentación de cerdos, durante las etapas de crecimiento, finalización y en cerdas gestantes.

Hay evidencia del uso del follaje de morera en la alimentación de cerdos en crecimiento/ceba y en cerdas gestantes, entre 20 y 25% de la ración puede estar constituido por follaje de morera. Entre los factores que más pueden influir en la respuesta de la piara, se encuentran la edad de corte y la manipulación de la fertilización de la plantación (Ly y Pok, 2013).

## **CAPÍTULO III**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. Localización del lugar de investigación**

Las investigaciones compendiadas se la ejecutaron durante los años 2005 hasta 2010 en la Finca Experimental “La María”, Programa de producción porcina, localizado en el kilómetro siete de la vía Quevedo – El Empalme; en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Su ubicación geográfica es de 01°6’20” de latitud Sur y de 79° 29’23” longitud Oeste, a 120 msnm.

### **3.2. Características experimentales, variables y manejo de los experimentos.**

#### **3.2.1. Experimento 1. Evaluación del grano de canavalia, *Canavalia ensiformis* (L) DC., bajo temperatura constante y diferentes tiempos de tostado en dietas para cerdos en crecimiento y acabado**

Se utilizaron 24 cerdos, doce machos castrados y doce hembras (Landrace x Yorkshire), con peso inicial de 31.25 kg, distribuidos según un diseño de bloque completamente al azar en cuatro tratamientos (n = 4) y seis repeticiones. se bloqueo de acuerdo al peso de los cerdos.

Los tratamientos consistieron en la tostado del grano de canavalia por 20, 25, 30 y 35 minutos a 200 °C (Cuadro 7) y se proporcionó el alimento controlado en las diferentes fases de engorde.

Los animales se alojaron en corrales individuales de 1.5 x 2.2 m, provistos de comederos y bebederos de tetina. El experimento tuvo una duración de 42 d en fase de crecimiento y 56 d fase de acabado (total 98 d).

Los indicadores productivos evaluados fueron: ganancia de peso (GDP), consumo de alimento (CAL) y conversión alimenticia (CA). Para el análisis de media de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan.

### **3.2.2. Experimento 2. Niveles de harina de grano tostado de canavalia, *Canavalia ensiformis* (L) DC., en dietas para cerdos en crecimiento**

Se utilizaron 20 cerdos, doce machos castrados y ocho hembras (Landrace x Yorkshire), con peso inicial de 18.50 kg distribuidos según un diseño de bloque completamente al azar en cuatro tratamientos (n = 4) y cinco repeticiones.

Los tratamientos consistieron en la inclusión de 5, 10, 15 y 20% de harina tostado del grano de canavalia a 35 minutos a 200 °C (Cuadro 7) y se proporcionó el alimento controlado en la fase de crecimiento.

Los animales se alojaron en corrales individuales de 1.5 x 2.2 m, provistos de comederos y bebederos de tetina. El experimento tuvo una duración de 56 d.

Los indicadores productivos evaluados fueron: ganancia de peso (GDP), consumo de alimento (CAL) y conversión alimenticia (CA). Para el análisis de media de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan.

### **3.2.3. Experimento 3. Evaluación del grano de canavalia (*Canavalia ensiformis*) (L) DC., remojado y a diferentes tiempos de cocción en dietas para cerdos en crecimiento y acabado**

Se utilizaron 24 cerdos, doce machos castrados y doce hembras (Landrace x Yorkshire), con peso inicial de 32.42 kg, distribuidos según un diseño de bloque completamente al azar en cuatro tratamientos (n = 4) y seis repeticiones, se bloqueo de acuerdo al peso de los cerdos.

Los tratamientos consistieron en grano de canavalia remojado por 24 horas y luego cocción por 20, 25, 30 y 35 minutos a 100 °C de ebullición (Cuadro 7) y se proporcionó el alimento controlado 1.80 kg en crecimiento y 2,50 en acabado.

Los animales se alojaron en corrales individuales de 1.5 x 2.2 m, provistos de comederos y bebederos de tetina. El experimento tuvo una duración de 56 d en fase de crecimiento y 56 d fase de acabado (total 112 d).

Los indicadores productivos evaluados fueron: ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento, conversión alimentaria (CA). Asimismo, se evaluó el rendimiento de la canal (RC) y la grasa dorsal en milímetro (GD). Para el análisis de media de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan.

#### **3.2.4. Experimento 4. Harina de Forraje de Canavalia ensiformis (L) DC., en dietas para Cerdos en Levante y Ceba**

Se utilizaron 20 cerdos, doce machos castrados y doce hembras (Landrace x Yorkshire x Criollo), con peso inicial de 29.30 kg, distribuidos según un diseño completamente al azar con tratamientos (n = 5) y cuatro repeticiones.

Los tratamientos consistieron en cinco niveles (0, 5, 10, 15 y 20%) de harina de forraje (Cuadro 7) y se proporcionó el alimento controlado 1.80 kg en crecimiento y 2.50 en acabado.

Los animales se alojaron en corrales individuales de 1.5 x 2.2 m, provistos de comederos y bebederos de tetina. El experimento tuvo una duración de 42 d en fase de crecimiento y 56 d fase de acabado (total 98 d).

Los indicadores productivos evaluados fueron: ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento, conversión alimentaria (CA). Asimismo, se evaluó el rendimiento de la canal (RC) y la grasa dorsal en milímetro (GD) a la altura de la última costilla después de sacrificar los cerdos. Para el análisis de media de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan.

### **3.2.5. Experimento 5. Harina de forraje de morera (*Morus alba*) en dietas para cerdos en crecimiento y acabado**

Se utilizaron 20 cerdos, diez machos castrados y diez hembras (Landrace x Yorkshire x Criollo), con peso inicial de 18,50 kg, distribuidos según un diseño bloque completamente al azar con tratamientos (n = 5) y cuatro repeticiones.

Los tratamientos consistieron en cinco niveles (0, 6, 12, 18 y 24%) de harina de forraje de morera (Cuadro 7) y se proporcionó el alimento controlado 1.80 kg en crecimiento y 2.50 en acabado.

Los animales se alojaron en corrales individuales de 1.5 x 2.2 m, provistos de comederos y bebederos de tetina. El experimento tuvo una duración de 56 d en fase de crecimiento y 56 d fase de acabado (total 112 d).

Los indicadores productivos evaluados fueron: ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento, conversión alimentaria (CA), el rendimiento de la canal (RC) y la grasa dorsal en milímetro (GD). Para el análisis de media de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan.

### 3.2.6. Experimento 6. Uso del forraje fresco de morera (*Morus alba*) en la alimentación de cerdos en crecimiento y acabado

Se utilizaron 36 cerdos “Landrace x Yorkshire” de ambos sexos, destetados y con un peso promedio de 22.42 kg P.V., el periodo experimental fue de 16 semanas (112 d), se lo desarrollo en dos fases (crecimiento y acabado). En la fase de crecimiento se estudiaron tres niveles de forraje de morera (1.0; 1.5 y 2.0 kg de morera) mas suplementación (1.25 kg/cerdo). En la fase de acabado se estudiaron los niveles (2.0; 2.5 y 3.0 kg de morera) mas 2.0 kg de suplementación por cerdo.

Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro observaciones; tres unidades experimentales y tres tratamientos. Los indicadores productivos evaluados fueron: ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento, conversión alimentaria (CA). Para el análisis de media de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan.

**Cuadro 7. Número de animales, diseños experimentales, tratamientos y repeticiones de los Experimentos compilados en semillas y forrajes de canavalia y forraje de morera. Finca "La María", UTEQ**

No.	Investigaciones	No. Animales	Diseño Exp.	No. Trat.	No. Rep.
1.	H. Granos de canavalia tostada a 200 °C por (20, 25, 30 y 35 min.).	24	DBCA	4	6
2.	Niveles de H. de grano tostado de canavalia 5, 10, 15 y 20%.	20	DBCA	4	5
3.	H. de grano Canavalia remojado y cocción por 20, 25, 30 y 40 min.	24	DBCA	4	6
4.	H. de forraje de canavalia ( 0, 5, 10, 15 y 20%) en la dieta.	20	DCA	5	4
5.	H. forraje de morera (0, 6, 12, 18 y 24%).	20	DBCA	5	4
6.	Forraje fresco de morera en cerdos.	36	DCA	3	3 (4)
Total		144			

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### 4.1. Consumo de alimento

Los consumos de alimento de los trabajos compilados se presentan en el Cuadro 8. El consumo de alimento no presentó diferencias estadísticas entre los tiempos de tostado de la canavalia (200 °C a 20, 25, 30 y 35 min.); en los tiempos de cocción de la canavalia (100 °C a 25, 30, 35 y 40 min.); en la inclusión de 0, 5, 10, 15 y 20% de harina de forraje de canavalia y en la inclusión 0, 6, 12, 18 y 24% de harina de forraje de morera, comportamiento que es atribuido a las altas concentraciones de fibra y a la voluminosidad de estas raciones y a la capacidad de retención de agua en las porciones solubles de fibra, esto pudiera alterar los estímulos que regulan el consumo (Savón, 2002), además la elevada proporción de pared celular dificulta el acceso de las enzimas a los nutrientes (Varel *et al.*, 1998; Jorgensen *et al.*, 1996).

En la de la utilización H. de grano tostado de canavalia en cerdos en fase de crecimiento, el consumo de alimento total y promedio diario presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), sobresaliendo “5% de harina de grano tostado de canavalia” con 80.11 y 1.43 kg, respectivamente; mientras que los menores consumos se presentaron en “20% de harina de grano de canavalia tostado”, con 29.24 y 0.52 kg, en su orden, en general el consumo de alimento no tiene efecto significativo entre los tiempos de tostados y cocción, lo que corroborado (Michelangeli *et al.*, 2004a), demostrando que los cerdos que consumieron dieta con 20% de granos tostados a diferentes temperaturas consumieron menos alimentos que la dieta control y esta regulado por el alto contenido energético del grano tostado (energía digestible de los granos tostados de 3146 kcal/kg MS), en general, la digestibilidad promedio de los aminoácidos contenidos en los granos tostados es de 52,8% (Michelangeli, *et al.*, 2004b).

**Cuadro 8. Consumo de alimento (kg) total y promedio diario “Comportamiento de cerdos alimentados con plantas forrajeras tropicales, en la Finca Experimental La María”, UTEQ**

Tratamientos	Tiempo de Exp. (d)	Fases de Producción	Consumo total Kg	Consumo Promedio (d)
H. Canavalia tost. 200° C + 20 min.	98	Lev-acab.	155.60 a	1.60 a
H. Canavalia tost. 200° C + 25 min.	98	Lev-acab.	149.60 a	1.52 a
H. Canavalia tost. 200° C + 30 min.	98	Lev-acab.	142.90 a	1.46 a
H. Canavalia tost. 200° C + 35 min.	98	Lev-acab.	155.50 a	1.58 a
H. Canavalia cocción x 25 min.	112	Crec.-acab.	167.19 a	1.49 a
H. Canavalia cocción x 30 min.	112	Crec.-acab.	168.44 a	1.50 a
H. Canavalia cocción x 35 min.	112	Crec.-acab.	177.52 a	1.59 a
H. Canavalia cocción x 40 min.	112	Crec.-acab.	169.17 a	1.51 a
H. Canavalia tostada 5%	56	Crec.	80.11 a	1.43 a
H. Canavalia tostada 10%	56	Crec.	49.11 bc	0.88 bc
H. Canavalia tostada 15%	56	Crec.	58.61 ab	1.04 b
H. Canavalia tostada 20%	56	Crec.	29.24 c	0.52 c
H. F. Canavalia 0%	98	Crec.-acab.	220.82 a	2.25 a
H. F. Canavalia 5%	98	Crec.-acab.	220.95 a	2.25 a
H. F. Canavalia 10%	98	Crec.-acab.	223.75 a	2.28 a
H. F. Canavalia 15%	98	Crec.-acab.	221.12 a	2.26 a
H. F. Canavalia 20%	98	Crec.-acab.	217.44 a	2.22 a
H. F. Morera 0%	112	Crec.-acab.	229.46 a	2.05 a
H. F. Morera 6%	112	Crec.-acab.	232.31 a	2.07 a
H. F. Morera 12%	112	Crec.-acab.	235.73 a	2.11 a
H. F. Morera 18%	112	Crec.-acab.	228.01 a	2.04 a
H. F. Morera 24%	112	Crec.-acab.	231.55 a	2.07 a
1.0 + 2.0 kg F.V.de morera	112	Crec.-acab.	176.68 c	1.58 c
1.5 + 2.5 kg F.V. de morera	112	Crec.-acab.	184.24 b	1.64 b
2.0 + 3.0 kg F.V. de morera	112	Crec.-acab.	191.80 a	1.71 a

Fuentes: Estupiñán y Vasco, 2005; Nivelá, 2007; Pico y Masson, 2008; Ugalde y Aroca, 2010.

Los cerdos alimentados con forraje verde de morera presento diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), sobresaliendo el mayor consumo en el tratamiento “2.0 + 3.0 kg de morera”, con 191.80 y 1.71 total y promedio diario, respectivamente.

## 4.2. Ganancia de peso

Los resultados de la ganancia de peso se presentan en el Cuadro 9, los mismos no presentan diferencias estadísticas en cuatro investigaciones: 1). H. de canavalia tostada, 2). H. de canavalia cocida, 3). H. de forraje de morera, y 4). Forraje fresco de morera.

Se puede notar que tanto el tostado como el cocido a diferentes tiempos y con inclusión del 10% de en las dietas mejora la utilización del grano en la alimentación de cerdo. Las ganancias de pesos con Canavalia tostada y cocida varió entre 0.348 hasta la mayor ganancia de 0.470 kg/cerdo/d; estos resultados fueron relativamente parecidos a los reportados por (Michelangeli *et al.*, 2004a), que realizó una prueba de 7 días con granos tostados a “194 °C x 18 min.” y obtuvo ganancias diarias de 0.404 kg cerdo día<sup>-1</sup> con la inclusión del 20% de harina de canavalia; lo que confirma (Pizzani *et al.*, 2006), que el tostado a altas temperaturas reduce la digestibilidad de los aminoácidos esenciales entre 54 y 83% entre tratamientos a “240 °C x 2 min.” y “200 °C x 3 min.”, (Michelangeli *et al.*, 2004b) demostró que los granos tostados reducen en 50% el contenido de la mayoría de aminoácidos contenidos en los granos crudos.

Sivoli *et al.*, (2004) consiguió disminuir el contenido de canavalina de la harina cruda en 21 a 33% para las temperaturas “180 y 200 °C”, respectivamente.

En cerdos en fase de crecimiento utilizando niveles 5, 10, 15 y 20% de H. de canavalia tostada a 200 °C x 35 min., ( $p < 0.01$ ), reportó mayor rendimiento con el 5% de H. canavalia (0,370 kg/cerdo/d), evidenciándose que a edades tempranas y pesos menores a 18 kg los cerdos no toleran esta fuente de proteína (20% H. tostada reporto 0,040 kg/cerdo/d).

Indistintamente con el uso de niveles de forraje de canavalia ( $p < 0.01$ ) al compararlo con la dieta testigo, sobresalio el 5% con pesos 54.62 kg/cerdos y ganancias de pesos diarias de 0.557 kg/cerdo/d. Se reportó una respuesta cúbica de la ganancia de peso  $r = -0.99$  (Figura 2). Lo que concuerda con Savón, 2002 que indica que la inclusión de altos niveles de fibra limita el consumo energético de la ración y (Savón, 2005) menciona que encontraron diferencias entre las respuestas animal de acuerdo al efecto de los factores antinutricionales y la inclusión de hasta 20% de harinas de follajes.

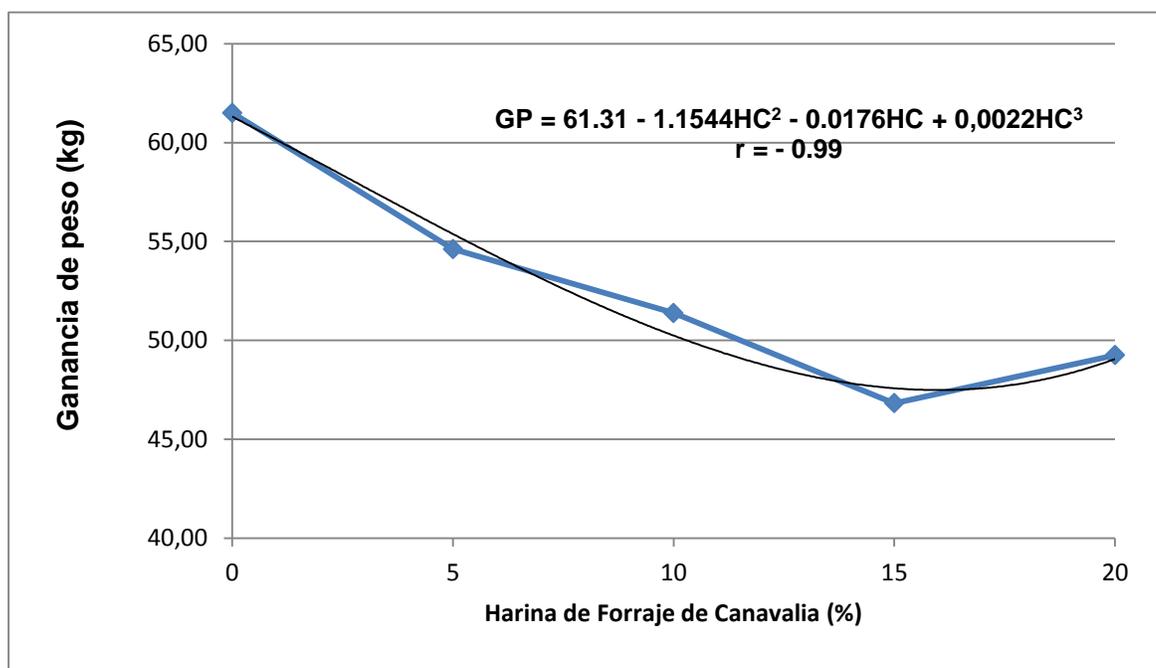
La mejor respuesta esta relacionada a la mejor poblacion de bacterias celulolíticas en el intestino grueso en cerdos de mayor edad, que pueden digerir alimentos fibrosos mas eficientemente que los cerdos en crecimientos (Varel y Yen, 1997).

La ganancia de peso con H. de morera varió de 0.444 hasta 0.546 kg/cerdo/d, en las ganancia acumulada no evidenció diferencias ( $p > 0.05$ ), resultados inferiores a los presentados por (Ly, 2004a), con niveles de 0, 10, 15 y 20% de harina de morera alimentando cerdos en finalización., resultados que coinciden con Leiva *et al.*, (2004) que obtuvo ganancias de 0.544 kg/cerdo/d con 14% de inclusión en la dieta, lo que es respaldado por Tigreros y Villalta (1997) que incorporaron 15% de harina de follaje y obtuvieron índices productivos similares a los animales alimentados con dietas tradicionales.

**Cuadro 9. Ganancia de peso (kg) total y promedio diario  
“Comportamiento de cerdos alimentados con plantas  
forrajeras tropicales, en la Finca Experimental La María”,  
UTEQ**

Tratamientos	Tiempo de Exp. (d)	Fases de producción	Ganancia peso total kg	Ganancia Promedio (d)
H. Canavalia tost. 200° C + 20 min.	98	Lev-acab.	39.33 a	0.400 a
H. Canavalia tost. 200° C + 25 min.	98	Lev-acab.	37.22 a	0.380 a
H. Canavalia tost. 200° C + 30 min.	98	Lev-acab.	37.44 a	0.380 a
H. Canavalia tost. 200° C + 35 min.	98	Lev-acab.	45.72 a	0.470 a
H. Canavalia cocción x 25 min.	112	Crec.-acab.	39.08 a	0.348 a
H. Canavalia cocción x 30 min.	112	Crec.-acab.	42,75 a	0.381 a
H. Canavalia cocción x 35 min.	112	Crec.-acab.	52.34 a	0.467 a
H. Canavalia cocción x 40 min.	112	Crec.-acab.	41.00 a	0.366 a
H. Canavalia tostada 5%	56	Crec.	20.78 a	0.370 a
H. Canavalia tostada 10%	56	Crec.	8.89 b	0.160 b
H. Canavalia tostada 15%	56	Crec.	7.89 b	0.140 b
H. Canavalia tostada 20%	56	Crec.	2.45 c	0.040 c
H. F. Canavalia 0%	98	Crec.-acab.	61.50 a	0.627 a
H. F. Canavalia 5%	98	Crec.-acab.	54.62 ab	0.557 ab
H. F. Canavalia 10%	98	Crec.-acab.	51.38 b	0.524 b
H. F. Canavalia 15%	98	Crec.-acab.	46.82 b	0.477 b
H. F. Canavalia 20%	98	Crec.-acab.	49.25 b	0.502 b
H. F. Morera 0%	112	Crec.-acab.	62.38 a	0.557 a
H. F. Morera 6%	112	Crec.-acab.	59.51 a	0.531 a
H. F. Morera 12%	112	Crec.-acab.	61.13 a	0.546 a
H. F. Morera 18%	112	Crec.-acab.	55.50 a	0.496 a
H. F. Morera 24%	112	Crec.-acab.	49.75 a	0.444 a
1.0 + 2.0 kg F.V. de morera	112	Crec.-acab.	42.72 a	0.381 a
1.5 + 2.5 kg F.V. de morera	112	Crec.-acab.	46.13 a	0.411 a
2.0 + 3.0 kg F.V. de morera	112	Crec.-acab.	48.01 a	0.428 a

Fuentes: Estupiñán y Vasco, 2005; Nivelá, 2007; Pico y Masson, 2008; Ugalde y Aroca, 2010.



**Figura 2. Regresión cúbica entre niveles de harina de forraje de canavalia con ganancia de peso. Finca “La Maria”, UTEQ.**

#### **4.3. Conversión alimenticia**

En el Cuadro 10 se presenta un resumen de algunos resultados obtenidos de la conversión alimenticia obtenidos en cerdos en crecimiento y acabado con la utilización de grano de canavalia procesados térmicamente (tostado y cocido).

Los valores de conversión alimenticia no fueron significativo en las investigaciones con H. canavalia tostada, cocida y en el uso de forraje verde de morera. Sin embargo con la utilización de niveles de H. canavalia tostada en cerdos en crecimiento fue significativo ( $p < 0.01$ ), donde el índice de conversión fue menor con un valor de 3.96 con la inclusión del 5% harina

tostada en la dieta, y con los niveles 10, 15 y 20% desmejora los comportamientos productivos, especialmente la conversión alimenticia.

Con el uso de H.F. de canavalia la conversión alimenticia presento diferencias significativa ( $p < 0.05$ ) las conversiones mas bajas fueron con 0 y 5% de 3.60 y 4.08 kg/kg, mientras que con los niveles 10, 15 y 20% las conversiones fueron de 4.36; 4.72 y 4.46, respectivamente. Se observó una respuesta cubica entre los niveles de canavalia y los índices de conversión alimenticia ( $r = 0.99$ ) desmejorando la eficiencia alimenticia (Figura 3), observándose que los contenidos altos en fibra 36,66%, reportados por (Díaz *et al.*, 2002; Díaz *et al.*, 2003, y Estupiñán *et al.*, 2007), disminuyen la eficiencia.

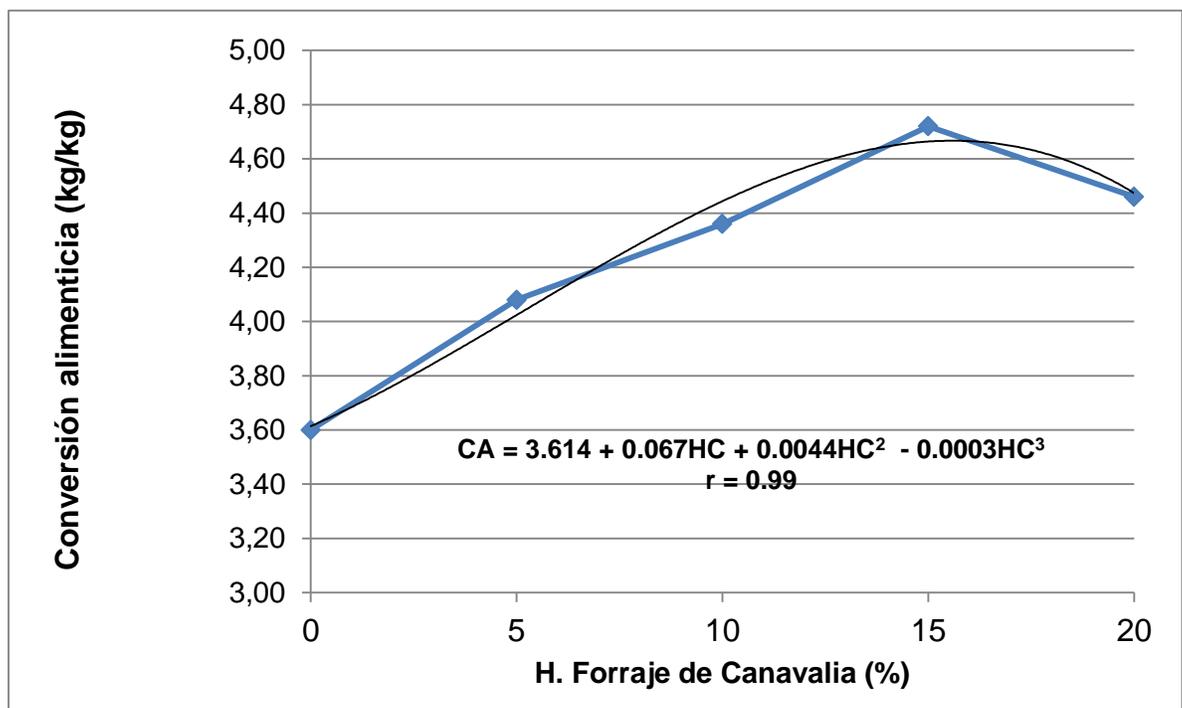


Figura 3. Regresión cubica entre niveles de harina de forraje de canavalia con la conversión alimenticia. Finca “La Maria”, UTEQ.

Estos contenidos de fibras afectan la calidad nutricional de la dieta, al aumentar el nivel de harina, disminuye la concentración energética del pienso y de las dietas, reportando un descenso del rendimiento productivo debido a que la harina de forraje de canavalia reporta 2.62 Mcal kg<sup>-1</sup> de MS vs el maíz con 3.53 Mcal kg<sup>-1</sup> de MS (Estupiñán *et al.*, 2007).

Con la alimentación con H. forraje de morera se observó diferencias significativa ( $p < 0.05$ ), los cerdos que consumieron los niveles 6, 12 y 18% de morera fueron similares al testigo, a excepción del 24% de H. de morera que fue superior con un valor de 4.69 kg/kg, la inclusión de H. de forraje en la dieta mostró ventajas, lo que para las condiciones de producción constituye una alternativa promisorio.

Los valores registrados con los niveles 6, 12 y 18% (3,90; 3,89 y 4.14 en su orden) fueron inferiores a los conseguidos por (Araque *et al.*, 2005), con niveles de harina de morera de 8 y 16% en dietas para cerdos. Sin embargo, los mismos autores registraron una conversión alimenticia de 3.79 con un nivel de 24% frente a la de 4.69 obtenida en la presente investigación. En contraste con las conversiones obtenidas por Leiva *et al.*, (2004) que reportó 2.42; 2.43 y 2.69 kg/kg con los niveles 7, 14 y 21 de H. F. de morera.

**Cuadro 10. Conversion alimenticia acumulada (kg/kg) “Comportamiento de cerdos alimentados con plantas forrajeras tropicales, en la Finca Experimental La María”, UTEQ**

Tratamientos	Tiempo de Exp. (d)	Fases de producción	Conversión alimenticia kg/kg
H. Canavalia tost. 200° C + 20 min.	98	Lev-acab.	4.41 a
H. Canavalia tost. 200° C + 25 min.	98	Lev-acab.	4.33 a
H. Canavalia tost. 200° C + 30 min.	98	Lev-acab.	3.90 a
H. Canavalia tost. 200° C + 35 min.	98	Lev-acab.	3.54 a
H. Canavalia cocción x 25 min.	112	Crec.-acab.	4.64 a
H. Canavalia cocción x 30 min.	112	Crec.-acab.	4.82 a
H. Canavalia cocción x 35 min.	112	Crec.-acab.	3.57 a
H. Canavalia cocción x 40 min.	112	Crec.-acab.	4.48 a
H. Canavalia tostada 5%	56	Crec.	3.96 d
H. Canavalia tostada 10%	56	Crec.	6.11 c
H. Canavalia tostada 15%	56	Crec.	12.16 b
H. Canavalia tostada 20%	56	Crec.	16.82 a
H. F. Canavalia 0%	98	Crec.-acab.	3.60 b
H. F. Canavalia 5%	98	Crec.-acab.	4.08 ab
H. F. Canavalia 10%	98	Crec.-acab.	4.36 a
H. F. Canavalia 15%	98	Crec.-acab.	4.72 a
H. F. Canavalia 20%	98	Crec.-acab.	4.46 a
H. F. Morera 0%	112	Crec.-acab.	3.72 b
H. F. Morera 6%	112	Crec.-acab.	3.91 b
H. F. Morera 12%	112	Crec.-acab.	3.89 b
H. F. Morera 18%	112	Crec.-acab.	4.14 b
H. F. Morera 24%	112	Crec.-acab.	4.69 a
1.0 + 2.0 kg F.V. de morera	112	Crec.-acab.	4.13 a
1.5 + 2.5 kg F.V. de morera	112	Crec.-acab.	3.99 a
2.0 + 3.0 kg F.V. de morera	112	Crec.-acab.	4.00 a

Fuentes: Estupiñán y Vasco, 2005; Nivelá, 2007; Pico y Masson, 2008; Ugalde y Aroca, 2010.

#### 4.4. Rasgo de la canal

En tres trabajos de investigación el peso a la canal no demostró diferencia ( $P>0.05$ ), en H. canavalia tostada; en H. de forraje de canavalia y en H. de forraje de morera (Cuadro 11), el peso por cerdo varió desde 47.40 a 63.61 kg/cerdo.

**Cuadro 11. Rasgos de la canal (peso canal y espesor de grasa dorsal en el “Comportamiento de cerdos alimentados con plantas forrajeras tropicales, en la Finca Experimental La María”, UTEQ.**

Tratamientos	Tiempo de Exp. (d)	Fases de producción	Peso canal Kg	Espesor de grasa (mm)
H. Canavalia cocción x 25 min.	112	Crec.-acab.	51.22 a	13.00 a
H. Canavalia cocción x 30 min.	112	Crec.-acab.	54.67 a	13.20 a
H. Canavalia cocción x 35 min.	112	Crec.-acab.	60.04 a	12.30 b
H. Canavalia cocción x 40 min.	112	Crec.-acab.	52.47 a	13.20 a
H. F. Canavalia 0%	98	Crec.-acab.	60.48 a	20.75 a
H. F. Canavalia 5%	98	Crec.-acab.	63.61 a	20.08 a
H. F. Canavalia 10%	98	Crec.-acab.	57.00 a	19.00 a
H. F. Canavalia 15%	98	Crec.-acab.	57.24 a	19.33 a
H. F. Canavalia 20%	98	Crec.-acab.	57.61 a	19.25 a
H. F. Morera 0%	112	Crec.-acab.	47.40 a	28.30 b
H. F. Morera 6%	112	Crec.-acab.	49.60 a	29.90 b
H. F. Morera 12%	112	Crec.-acab.	49.40 a	29.90 b
H. F. Morera 18%	112	Crec.-acab.	54.30 a	30.30 b
H. F. Morera 24%	112	Crec.-acab.	63.20 a	34.10 a

Fuentes: Nivelá, 2007; Pico y Masson, 2008; Ugalde y Aroca, 2010.

Por su parte el espesor de grasa presentó diferencia estadística significativa ( $P<0.05$ ) entre tiempos de cocción, el tratamiento cocción a “100 °C x 35 min.”, reportó el menor espesor de grasa con 12.3 mm y en la H. F. de

morera donde los menores espesores se reportaron en el tratamiento testigo y los niveles 6, 12 y 18% de H. de morera, reportando un efecto cubico, aumentando el espesor de grasa, proporcionalmente con los niveles de H. F. morera,  $r = 0.99$  (Figura 4). En H.F. Canavalia el espesor de grasa varió entre 19.00 a 20.75 mm, y no fue significativa ( $p > 0.05$ ).

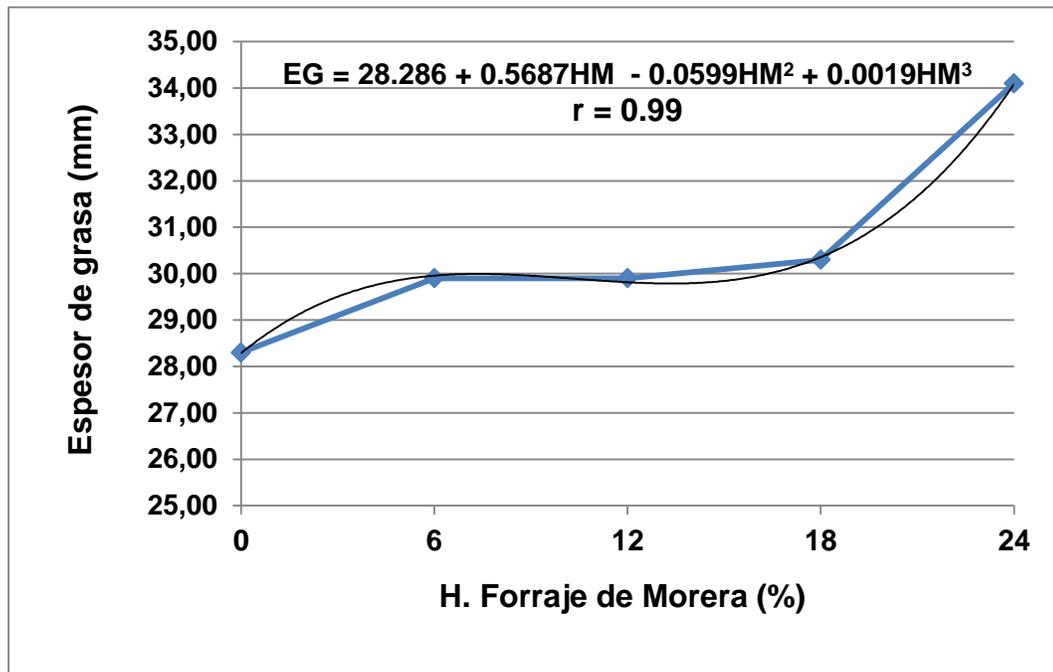


Figura 4. Regresión cúbica entre niveles de harina de forraje de morera con el espesor de grasa dorsal (mm). Finca “La Maria”, UTEQ.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

- ❖ Los animales alimentados con 10% harina de granos tostado por 35 minuto a (200 °C) lograron mejores respuestas productivas, corroborando que las condiciones de tostado, evaluadas permiten inactivar los factores antinutricionales presentes en los granos crudos de Canavalia.
  
- ❖ La inclusión de 10% de harina de granos de canavalia remojados y bajo cocción 100 °C x 25, 30, 35 y 40 min, no presentaron diferencias ( $P>0.05$ ) en los consumos y ganancia de peso. Demostrando que la remojada y posterior cocción es un método eficaz para reducir los factores antinutricionales y mejorar el valor nutritivo de los granos de canavalia.
  
- ❖ En cerdos destetados (10-15 kg) el suministro de harina tostada (10 a 20%) redujo significativamente el consumo de alimento, la ganancia de peso y la conversión alimenticia en comparación al tratamiento control. Lo permisible es el 5% de inclusión en la dieta, ya sean tratadas o cocidas.
  
- ❖ La H.F. de canavalia no afecto a los indicadores productivos: consumo de alimento, peso a la canal, espesor de grasa ( $P>0.05$ ), a excepción de la ganancia de peso y conversión alimenticia que fue superior y mas eficiente en el tratamiento testigo ( $P<0.05$ ), demostrándose que hay una disminución de la ganancia de peso y menor eficiencia con el incremento de H.F. de canavalia.

- ❖ La H.F. de morera no afecto a los indicadores productivo: consumo de alimento, ganancia de peso, peso a la canal y espesor de grasa ( $P>0.05$ ), a excepción de la conversión alimenticia que fue mas eficiente en los niveles 6, 12 y 18% ( $P<0.05$ ).
  
- ❖ El F.V. de morera no afecto a los indicadores productivos: ganancia de peso y conversión alimenticia ( $P<0.05$ ), a excepción del consumo de alimento ( $P>0.05$ ) que fue superior en el tratamiento 2.0 kg de F.V. en crecimiento y 3.0 kg de F.V. en acabado.
  
- ❖ La fibra es un factor nutricional que en cierta medida limita la disponibilidad de la proteína de las plantas forrajeras, se encontró que los cerdos consumen hasta llenar sus requerimientos de energía y el nivel aceptable de harina de forraje de canavalia es 5% y de harina de forraje de morera del 6 al 12% de inclusión en la dieta, sin afectar el consumo de alimento, la ganancia de peso, la eficiencia alimentaria y el peso a la canal. La excepción sería espesor de grasa dorsal que se incrementa con los niveles de esta harina de follaje de canavalia y morera.

## 5.2. Recomendaciones

De acuerdo a la revisión bibliográfica y resultados y conclusiones obtenidas en la presente compilación de investigaciones se realiza las siguientes recomendaciones:

- ❖ Realizar otros procesos de eliminación de los FAN del grano de canavalia como el malteado, solución salina y fermentado, que permita un mejor aprovechamiento del valor nutricional en dietas para cerdos.
- ❖ En la harina de morera se deben estudiar variantes desde las más simples y rústicas a las más tecnificadas, para optimizar el proceso de deshidratación del follaje a gran escala y conocer en qué tiempo de almacenamiento la harina deshidratada comienza a perder su valor nutricional, por las variaciones intrínsecas de la composición química o la aparición de agentes externos que afecten su calidad.
- ❖ Se recomienda estudiar posibles combinaciones de harinas de grano y forrajes de canavalia, harina de morera para crear un alimento balanceado tropical enriquecido, sustituto potencial quizás de dietas para rumiantes y monogástricos.
- ❖ Se recomienda difundir los resultados de las bondades de utilizar leguminosas como la Canavalia y el árbol de la morera para mejorar los sistemas de producción porcina a pequeña escala en la zona de influencia de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

## **CAPÍTULO VI**

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Aleman, R. y Flores, M. 1993. Algunos Datos Sobre *Canavalia ensiformis*. Informe Técnico No. 10. Consultado 18 de marzo 2015. Disponible: <http://www.cidicco.hn/archivospdf/Inftecnico10.pdf>
- American Association of Cereal Chemist (AACC). Dietary fiber definition committee report. 2001. The definition of dietary fiber. *Cereal Food World* 46 (3): 112-126.
- Araque, H., González, C., Pok, S. & Ly, J. 2005. Comportamiento productivo de cerdos en etapa de finalización alimentados con harinas de hojas de morera y tricamera. *Revista Científica (FCV-LUZ)*, 15:517.
- Benavides, J.E. 2000. La morera, un forraje de alto valor nutricional para la alimentación animal en el trópico. *Pastos y Forrajes*. 23 (1):1-11.
- Benavides, J. 1996. Utilización de la Morera (*Morus alba*) en sistemas de producción animal. Resúmenes. Taller Internacional "Los Arboles en los Sistemas de Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 113-207.
- Benavides, J. E. 1991. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central: un enfoque agroforestal. *El Chasqui (C. R.)*. 25:6-35.
- Bocourt, R. 2006. El ecosistema del tracto gastrointestinal y su manipulación. Conferencia Curso de Bioquímica. Maestría conjunta ICA-UMCC "Producción Animal Sostenible", Mención Monogástricos. Matanzas, Cuba.
- Boschini, C. & Rodríguez, A.M. 2002. Inducción del crecimiento en estacas de morera (*Morus alba*) con ácido indolbutírico (AIB). *Agronomía Mesoamericana*. 13 (1):19.
- Cáceres, O.; González, E. y Delgado, R. 1995. *Canavalia ensiformis*: leguminosa forrajera promisorio para la agricultura tropical. *Rev. Pastos y Forrajes*, Vol. 18, No. 2. pp. 107-119.

- Centurión, H. D. y Espinoza, M. J. 2005. Efecto de Malteado para disminuir la concentración de Concanavalina A y Canavanina en las semillas de *Canavalia ensiformis*. VII Congreso Nacional de Ciencia de los Alimentos y III Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Guanajuato, Gto, pp.83-87. Consultado 18 de marzo 2015. Disponible: <http://www.respyn.uanl.mx/especiales/2005/ee-13-2005/documentos-/CNA14.pdf>.
- Cifuentes, C.A. y Kee-Wook, S. 1998. Manual técnico de sericultura: Cultivo de la morera y cria del gusano de seda en el trópico. Convenio SENA-CCTS, Colombia, 438 p.
- Church, D.; Pond, W. 1987. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. México, Grupo Noriega. 438 p.
- Crespo, G.; Ruiz, T. E. y Álvarez, J. 2001. Efecto del abono verde de *Tithonia* (*T. diversifolia*) en el establecimiento y producción de forraje de *P. purpureum* vc. Cuba CT-169 y en algunas propiedades del suelo. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 45, no. 1, p. 79.
- Díaz, María F., González, Acela, Padilla, C., Curbelo, F. 2003. Comportamiento de la producción de forrajes y granos de *Canavalia ensiformis*, *Lablab purpureus* y *Stizolobium niveum* en siembras de septiembre. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 37, no. 1, pp. 65-71. [en línea] [Fecha de consulta: 19 de marzo de 2015] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193018072011>> ISSN 0034-7485.
- Díaz, M, González, A. Padilla, C. & Curbelo, F. 2002. Caracterización bromatológica de granos y forrajes de las leguminosas temporales *Canavalia ensiformis*, *Lablab purpureus* y *Stizolobium niveum* sembradas a finales de la estación lluviosa. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 36, no. 4, pp. 409-416.
- Díaz, M., A. González, F. Curbelo, A. M. Cruz y C. Mora. 1997. Evaluación de leguminosas de alto tenor proteico en la obtención de concentrados de proteína foliar (CPF). Rev. Cubana de Ciencia Agrícola 32: 313-320.
- Elías, A.; Aguilera, L.; Rodríguez, Y. y Herrera, F.R. 2009. Inclusión de niveles de harina de granos de *Canavalia ensiformis* en la fermentación de la caña de azúcar en estado sólido (*Sacchacavalía*). Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 43, no. 1 pp. 51-54.

- Espinosa, M.J.; Centurión, H.D.; Morales, R.J.; Mayo, M.M. y Berumen, A.A. 2005. Efecto de la germinación para disminuir la concentración de Concanavalina A y Canavanina en las semillas de *Canavalia ensiformis*. Division Académica de Ciencias Agropecuarias. 74 p.
- Estupiñán, K., Vasco, D. & Duchi., N. 2007. Digestibilidad de los componentes de la pared celular del forraje canavalia, *Canavalia ensiformis* (L) D.C., en diferentes edades de corte. Revista Tecnológica ESPO. Vol. 20. no. 1, 223-228 p.
- Estupiñán, K. 2007a. Producción y digestibilidad del forraje en diferentes épocas de corte y del grano tostado de canavalia, *Canavalia ensiformis* (L) D.C., en ovinos tropicales. Tesis Maestría. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 117 p.
- Estupiñán, K. 2007b. Producción de grano de canavalia *Canavalia ensiformis* (L) DC., en diferentes poblaciones de siembra Unidad de Investigación Científica y Tecnológica (UICYT).
- Estupiñán, K. y D. Vasco. 2007. Informe Anual Área de Porcinos: "Producción de forraje y composición química de la morera (*Morus alba*) a diferentes edades de corte en la zona de Quevedo". Unidad de Investigación Científica y Tecnológica (UICYT).
- Estupiñán, K. 2006. Producción de forraje de canavalia, *Canavalia ensiformis* (L) DC. en dos estaciones del año bajo diferentes épocas de corte. Unidad de Investigación Científica y Tecnológica (UICYT)
- Estupiñán, K. y D. Vasco. 2005. Informe Anual Área de Porcinos: Evaluación del grano de canavalia, *Canavalia ensiformis* (L) DC., bajo temperatura constante y diferentes tiempos de tostado en dietas para cerdos en crecimiento y acabado. Unidad de Investigación Científica y Tecnológica (UICYT).
- Flores, M. 1993. Siembra de leguminosas. Informe técnico No.6, 2da. Edición. CIDICCO. Tegucigalpa, Honduras. 4 p.
- García, D., Noda, Y., Medina, M., Martín, G y Soca, M. 2006. La morera: una alternativa viable para los sistemas de alimentación animal en el trópico. Avances en investigación agropecuaria. Rev. AIA. 10(1): 55-72.

- García, D.E., Medina, G.M. y Ojeda, F. 2005. Carbohidratos solubles en cuatro variedades de morera (*Morus alba* Linn.) Revista Pastos y Forrajes, Vol. 28, No. 3.
- García, F. y Fernández, R. 2004. Influencia de la frecuencia de poda y la época sobre los rendimientos de biomasa de la morera (*Morus alba*). Revista Computadorizada de Producción Porcina Vol: 11 No. 1.
- Gerrits, J.J.W. y Verstegen, M.W.A. 2006. El papel de la fibra dietética en alimentación porcina. XXII curso de especialización FEDNA, Universidad Politecnica de Madrid. pp. 19-35.
- González, L.A.; Hoedtke, S.; Castro, A. y Zeyner, A. 2012. Evaluación de la ensilabilidad *in vitro* de granos de canavalia (*Canavalia ensiformis*) y vigna (*Vigna unguiculata*), solos o mezclados con granos de sorgo (*Sorghum bicolor*). Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 46, no. 1 pp. 55-62.
- González, E., Martín, G.J. Albanell, E., Caja, G. y Rosas, N. 2002. Composición nutritiva del forraje de morera (*Morus alba* var. Tigreada) ante diferentes frecuencias de corte y niveles de fertilización. I. Contenido celular. V Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”, Indio Hatuey.
- Hedemann, M.; Eskildsen, M.; Laerke, H.; Pedersen, C.; Lindberg, J.; Laurinen, P. y Bach Knudsen, K. 2006. Intestinal morphology and enzymatic activity in newly weaned pigs fed contrasting fiber concentrations and fiber properties. Journal of Animals Science. 84 (6): 1375-1386.
- Jiménez, A. P., H. Cortez R y S. Ortiz G. 2005. Rendimiento forrajero y calidad del ensilaje de canavalia en monocultivo y asociado con maíz. Acta Agronómica Vol 54, no. 2. 8 p.
- Jørgensen H, Zhao XQ & Eggum BO. 1996. The influence of dietary fibre and environmental temperature on the development of the gastrointestinal tract, digestibility, degree of fermentation in the hind-gut and energy metabolism in pigs. British Journal of Nutrition, 75: 365-378.

- Leiva, L., López, J.L. y Quiñones, Y. 2004. Harina de morera (*Morus alba*) como sustituto de alimento convencional para cerdos en crecimiento. Premio Conjunto EEPF "Indio Hatuey"-IIPCIBA: "La morera (*Morus alba*, Linn.), una especie de gran utilidad para la ganadería en Cuba". Matanzas, Cuba.
- Ly, J. y Pok, S. 2013. Utilización del follaje de morera en la alimentación del ganado porcino en sistemas integrados tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* Tomo 47, Número 4. [en línea] [Fecha de consulta: 19 de marzo de 2015] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193030122014>> ISSN 0034-7485.
- Ly, J. 2008. Predicción de la digestibilidad ileal del n en alimentos tropicales no convencionales para cerdos. *Revista Computarizada de Producción Porcina*, 15, no. 4, pp. 329-333.
- Ly, J. 2005. Uso del follaje de árboles tropicales en la alimentación porcina. *Pastos y Forrajes*. 28 (1):11-28.
- Ly, J. 2004a. Árboles tropicales para alimentar cerdos. Ventajas y desventajas. *Rev. Computarizada de Producción Porcina*, 11:11.
- Ly, J. 2004b. "Uso del follaje de árboles tropicales en la alimentación porcina", *Revista Computarizada de Producción Porcina*, 11, no. 2, pp. 5-27.
- Marín, D. y M. Pérez. 1999. Crecimiento, fotosíntesis foliar y rendimiento en granos en los cultivares Tovar y Yaracuy de *Canavalia ensiformis* (L.) DC, sembrados en Calabozo, estado Guárico. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 16: 174-186
- Martínez, M.; Ayala, L y Castro, M. 2004. La fibra en la alimentación del cerdo Rvta. Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA) p. 19.21.
- Mateos, G.G.; Lázaro, R.; González-Alvarado, J.M.; Jiménez, E.; y Vicente, B. 2006. Efectos de la fibra dietética en piensos de iniciación para pollitos y lechones, XXI curso de especialización FEDNA, Universidad Politécnica de Madrid.

- Michelangeli, C., Pérez, G., Méndez, A., Sívoli, L. y Pizzani, P. 2004a. Digestibilidades ileal y fecal en cerdos, del nitrógeno, aminoácidos, energía y componentes de la pared celular, de granos tostados de *Canavalia ensiformis* (L.), *Zootecnia Trop.*, 22(1):71-86.
- Michelangeli, C.; Pérez, P.; Méndez, A. y Sívoli, L. 2004b. Efecto del tostado del grano de *Canavalia ensiformis* sobre el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento. *Zootecnia Tropical*, Vol. 22, No. 1, pp. 87-101.
- Muñoz, C. H. 2003. Sustitución parcial de alimento comercial por morera (*Morus alba*) en la limentación de cerdas gestantes. Aspectos técnicos y económicos. Tesis M. Sci. Instituto Tecnológico Agropecuario. Conkal (México), pp 85.
- Murakami, A.E; Souza, L.M.G.; Sakamoto, M.I. y Fernández, J.I.M. 2008. Using processed feeds for laying quails. *Revista brasileira de ciencia agrícola* vol.10 no.4.
- National Research Council (NRC). 1998. Nutrient Requirements of Swine. 10ªed. Washington, D.C., Estados Unidos. National Academy Press. 189 p.
- Nivela, M.P. 2007. Evaluación del grano de *Canavalia* (*Canavalia ensiformis*) (L) DC. (Procesado y a diferentes tiempos de coccion) en dietas para cerdos en crecimiento y acabado. Tesis de grado Ingeniero Agropecuario, Facultad de Ciencias Pecuarias, UTEQ, 57 p.
- Ojeda, F. 1998. Harina de morera: un concentrado tropical. III Taller Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería, Indio Hatuey, Cuba.
- Olivera, Y y Noda, Y. 2010. Origen, distribución, adaptación, características botánicas, especies y variedades. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey
- Ortiz, S. 2004. Rendimiento forrajero y digestibilidad in vivo en *Canavalia ensiformis* (L). Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Osorto, W. A. 2003. Harina de morera como ingrediente de la ración alimenticia de cerdos en crecimiento y engorda. Tesis M.Sci. Instituto Tecnológico Agropecuario. Conkal (México), pp 86.

- Osorto, W.A., Lara, P.E., Magaña, M.A., Sierra, A.C. y Sanginés, J.R. 2007. Morera (*Morus alba*) fresca o en forma de harina en la alimentación de cerdos en crecimiento y engorde. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 41, Número 1. Consultado: 10 de marzo 2015. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017666011>.
- Pico, S.C. y Masson, L. s. 2008. Utilización de harina de forraje de Canavalia, (*Canavalia ensiformis*) (L) DC, en dietas para cerdos en crecimiento y acabado. Tesis de grado Ingeniero Agropecuario, Facultad de Ciencias Pecuarias, UTEQ, 65 p.
- Pizzani, P.; Vargas; R.E.; Pérez, S.; Méndez, A.; Michelangeli, C. y Sivol, L. 2006. Efectos del tostado sobre el valor de energía metabolizable verdadera y el contenido de factores antinutricionales de harinas de granos de *Canavalia ensiformis* (L.). *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XVI, Nº 5, 523 – 530*.
- Pond, W.; Yen, J.; Lindvall, R. y Hill, D. 1980. Dietary alfalfa meal for genetically obese and lean growing pigs: Effect on body weight gain and on carcass and gastrointestinal tract measurement and blood metabolites. *Journal of Animal Science*. 51:367-373.
- Rodríguez - Palenzuela, P.; García, J. y Blas de, C. 1998. Fibra soluble y su implicación en nutrición animal: enzimas y probióticos, XIV curso de especialización FEDNA, Universidad Politécnica de Madrid, pág.: 193.
- Sabogal, R., R. Portela, C. Poveda y A. Moncada. 1993. Alimentación de cerdos con algunos productos y subproductos agroindustriales. Bogotá-Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Boletín divulgativo no. 097. 44 p.
- Sánchez, M. 1999. La Morera: Un forraje excepcional disponible mundialmente. IV Seminario Internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles. FAO, Roma, 13 p.
- Sánchez, M. D. 2002. World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. *Animal Production and Health Paper No. 147*. FAO, Rome. Pp. 1-8.

- Sarria, P., Leterme, P., Londoño, A. y Botero, M. 1999. Valor nutricional de algunas forrajeras para la alimentación de Monogástricos pp. 115-128.
- Savón, L. 2002. "Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva", *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 36, no. 2, pp. 91-102.
- Savón, L. 2005. Alimentación no convencional de especies monogástricas: utilización de alimentos altos en fibra. In: Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos (8º, 2005, Guanare). Alimentación no convencional para monogástricos en el trópico. Barinas, Universidad Experimental de Los Llanos (Venezuela). pp. 30-50.
- Savón, L., Gutiérrez, F. & Ojeda, I. 2005. Harinas de follajes tropicales: una alternativa potencial para la alimentación de especies monogástricos. *Pastos y Forrajes* 28, 69-78 p.
- Shayo, C. M. 1997. Uses, yield and nutritive value of mulberry (*Morus alba*) trees for ruminants in the semi-arid area of central Tanzania. *Trop. Grasslands*. 31(6):599-604.
- Sivolí, L. R. Méndez, O. A. Michelangeli, B. C. 2005. Toxicidad del aminoácido no proteico L – canavanina en pollos de engorde. *Revista Científica, FCV - LUZ*, 15:(2) 155 - 158.
- Sivoli, L., C. Michelangeli y A. Mendez. 2004. Efecto combinado de La deshidratación en doble tambor y del tostado sobre la energía metabolizable verdadera y factores antinutricionales de harinas de *Canavalia ensiformis*. *Zootecnia Tropical* 22(3), 241-249.
- Trigueros, O., P. Villalta. 1997. Evaluación del uso de follaje deshidratado de Morera (*Morus alba*) en alimentación de cerdos de la raza Landrace en etapa de engorde. En: Resultados de Investigación, CENTA, El Salvador. pp. 150-155.
- Udedibie, I.B.A. 2001. Semillas de *Canavalia ensiformis* en dietas avícolas. Resultados recientes de investigaciones en Nigeria. *Revista Cubana de Ciencia Avícola*, 25:89-99.

- Ugalde, Ch.A.M. y Aroca G. A.E. Harina de forraje de morera (*Morus alba*) en dietas para cerdos en crecimiento y acabado. Tesis de grado Ingeniero Zootecnista, Facultad de Ciencias Pecuarias, UTEQ, 70 p.
- Valdivié, M. y Elías, A. 2006. Posibilidades del grano de Canavalia ensiformis fermentado con caña (*Sacchacavalia*) en pollos de ceba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 40, núm. 4, pp. 459-464, Instituto de Ciencia Animal Cuba.
- Van, S. y Robertson, J. 1980. Systems of analysis for evaluating fibrous feeds. In: Pigden, W.; Balch, C.; Graham, M. eds. Standardization of analytical methodology in feeds. Ottawa, Canada, International Research Development Center. pp. 49-60.
- Varel, V. y Yen, J. 1997. Microbial perspective on fiber utilization by swine. Journal of Animal Science. 75 (10):2715-2722.
- Varel, V.H., Jung, H.G., Pond, W.G. 1988. Effect of dietary fiber on young adult genetically lean, obese and contemporary pigs: rate of passage, digestibility and microbiological data. J. Anim. Sci., 66: 707-712.
- Vargas, R.E.; Leon, A. y Escobar, A. 2002. Canavalia Ensiformis (L) DC. Editorial FONAIAP.
- Viera, J. & Ramis, C. 1983. Búsqueda de variabilidad genética en el Género Canavalia. IPA. Informe anual'81. p. 28.

← <https://secure.orkund.com/view/13786119-814155-340815#q1bKLVayijYx1TEx0zGx0DHTMTfRMTfv5TDRsQC>

Más visitados Google Comenzar a usar Firefox Galería de Web Slice Sitios sugeridos Traductor

## ORKUND

**Document** [PROY-EXM-COMPLEXIVO.doc](#) (D13774038)

**Submitted** 2015-03-28 13:05 (-05:00)

**Submitted by** YENNY TORRES (ytorres@uteq.edu.ec)

**Receiver** ytorres.uteq@analysis.orkund.com

**Message** TESIS ENRIQUE SANCHEZ [Show full message](#)

4% of this approx. 25 pages long document consists of text present in 5 sources.