

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL**

**TESIS**

**DETERMINACION DEL EFECTO DE INCLUSION DE  
CANAVALLIA (*Canavalia ensiformis*) SOBRE  
PARAMETROS PRODUCTIVOS DE CERDOS EN  
CRECIMIENTO**

**POR**

**Mary Idania Sáenz Artola**

**Edgard Alejandro Méndez Juárez**

**Managua, Nicaragua**  
**1998**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL**

**TESIS**

**DETERMINACION DEL EFECTO DE INCLUSION DE  
CANAVALLA (Canavalia ensiformis) SOBRE  
PARAMETROS PRODUCTIVOS DE CERDOS EN  
CRECIMIENTO**

**POR**

**Mary Idania Sáenz Artola**

**Edgard Alejandro Méndez Juárez**

**Managua, Nicaragua  
1998**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL**

**DETERMINACION DEL EFECTO DE INCLUSION DE CANAVALIA**

**(Canavalia ensiformis) SOBRE LOS PARAMETROS**

**PRODUCTIVOS DE CERDOS EN CRECIMIENTO.**

**TESIS SOMETIDA A CONSIDERACION DEL CONSEJO TECNICO**

**DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION DE LA FACULTAD**

**DE CIENCIA ANIMAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:**

**INGENIERO AGRONOMO CON ORIENTACION EN ZOOTECNIA**

**POR**

**MARY IDANIA SAENZ ARTOLA**

**EDGAR ALEJANDRO MENDEZ JUAREZ**

**Managua, Nicaragua**

**1998**

Esta tesis fue aceptada, en su presente forma, por el Comité Académico de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria y aprobada por el tribunal examinador, como requisito parcial para optar al grado de:

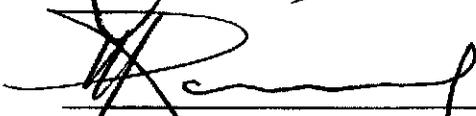
**INGENIERO AGRONOMO CON ORIENTACION EN ZOOTECNIA**

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL:**



---

**M.V. Enrique Pardo Cobas**  
**Presidente**



---

**Ing. Marion Hernández Baca**  
**Secretario**



---

**Ing. Arsenio Sáenz García**  
**Vocal**

**TUTOR:**



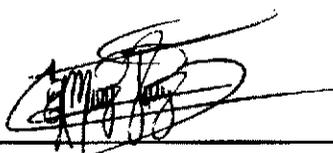
---

**Ing. Bryan Mendota Araica**  
**Tutor**

**SUSTENTANTES:**

---

**Br. Mary Idania Sáenz Artola**  
**Estudiante**



---

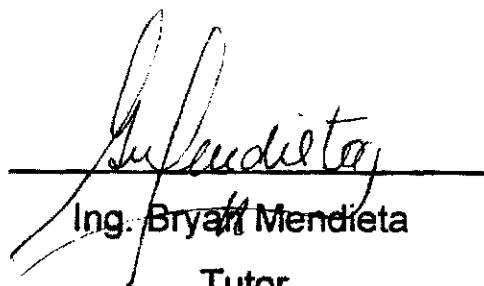
**Br. Edgar Alejandro Méndez Juárez**  
**Estudiante**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL**

**Managua, 01 de Abril de 1998**

La tesis **Determinación del efecto de inclusión de Canavalia (Canavalia ensiformis) sobre Parámetros Productivos de Cerdos en Crecimiento**, llevada a cabo por los bachilleres Mary Idania Saénz Artola y Edgar Méndez Juárez, reúne todas las condiciones necesarias para ser defendida como requisito final para optar al título de Ingeniero Agrónomo con orientación en Zootecnia .

Si más

  
Ing. Bryan Mendieta  
Tutor

## **DEDICATORIAS**

**Dedico esta tesis a:**

Dios nuestro creador.

Mis amados PADRES:

Mi amigo, Maestro y guía mi PADRE **Francisco Javier Sáenz Zeledón (q.e.p.d)** quien me dio mucho apoyo y me encamino en esta meta, hoy no estás físicamente conmigo, pero tu ejemplo y tu cariño siempre estarán presentes, a tu memoria Papá.

Mi MADRE **Concepción Artola Sáenz** con todo amor, quien con su amor y ejemplo me a impulsado a seguir adelante para cumplir con mis metas.

Mis hermanos: Carlos, Esmilda, Rosa Angélica por todo el apoyo que recibí de ellos  
Mis sobrinas Cindy Johanna y Natalie Sáenz Leiva.

Fabio Cesar Vásquez López por todo el apoyo que me ha brindado.

Extensivo mi agradecimiento a mi cuñada Johanna Leiva.

A toda mi Familia.

**MARY IDANIA SAENZ ARTOLA**

**Dedico este trabajo a:**

Dios nuestro señor por darme la vida, la sabiduría y el entendimiento para lograr la culminación de éste trabajo el cual es una de las metas que me he propuesto en mi camino.

Mis queridos padres **Francisco Méndez Siezar y Cecilia Juárez**, que con amor, fe y confianza me brindaron su apoyo incondicional y me motivaron, el anhelo de superación, para llevar a feliz término mis estudios, y hoy la culminación de este trabajo.

Mi tía Isabel Zepeda Méndez quien con todo amor, me brindó apoyo para la realización y finalización de mis estudios y trabajo de tesis.

Mis hermanos **Francisco, Bertha Ma. , Luis y Mario** que supieron darme motivación en mi camino de enseñanza y formación personal.

**Mis Sobrinos.**

A todos ellos, gracias.

**EDGAR ALEJANDRO MENDEZ JUAREZ**

## AGRADECIMIENTO

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

Al ingeniero Bryan Mendieta, nuestro asesor quien supo orientarnos en todo momento para la realización del presente trabajo.

Al Lic. Bayron Corrales, al Ing. Amado Zeledón y al todo el personal del Centro de Capacitación Campesina Vivian Hernández quienes de manera desinteresada nos facilitaron las instalaciones y material necesario para la realización del presente trabajo.

A los profesores Ing. Carlos Mercado, Ing. Elmer Guillén y al Ing. Carlos Ruiz por habernos hecho críticas constructivas para la presentación de éste trabajo.

A la Ing. Rosa Argentina Rodríguez por habernos brindado su ayuda en la búsqueda de material bibliográfico.

A los compañeros que laboran en la Biblioteca del CENIDA, Maritza, Mireya, Francis, Gabriel y especialmente a Katty por su gran aporte en la búsqueda del material bibliográfico.

A las secretarias de la Facultad de Ciencia Animal Gloria, Zayda y Violeta por su colaboración y apoyo a lo largo de nuestro trabajo.

A la Ing. Esmilda Sáenz Artola, Lic. María Luisa Velásquez Castillo y Damaris Benavente por su colaboración para la presentación de nuestro trabajo.

No podríamos dejar de agradecer a todos nuestros verdaderos y extrañables amigos, porque ellos a través de su amistad nos dieron el calor humano necesario, para ser constantes en nuestros estudios, fueron un estímulo para seguir adelante en la senda del saber muy en especial a Sonia, Daysi, Carolina y Roberta.

# INDICE

<b>DEDICATORIAS</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>V</b>
<b>INDICE</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE GRÁFICAS</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>X</b>
<b>I INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS	4
<b>II REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>5</b>
2.1 EL CERDO (SUS SCROFA G).	5
2.1.1. <i>Características e Importancia del cerdo</i>	5
2.1.2. <i>Aspectos económicos en la alimentación porcina</i>	7
2.1.3. <i>Requerimientos Nutricionales</i>	9
2.1.3.1. <i>Proteínas y Aminoácidos</i>	9
2.1.3.2. <i>Energía y Fibra</i>	11
2.1.3.3. <i>Minerales</i>	12
2.1.3.4. <i>Vitaminas</i>	13
2.1.3.5. <i>Agua</i>	13
2.2 ALIMENTACIÓN DE LOS CERDOS	14
2.2.1. <i>Maíz (Zea mays)</i>	16
2.2.2. <i>Sorgo (Sorghum vulgare)</i>	17
2.2.3. <i>Semolina</i>	18
2.3 IMPORTANCIA DE LAS LEGUMINOSAS	19
2.3.1. <i>Las leguminosas como alimentación en sistemas no convencionales para cerdos</i>	20
2.3.2. <i>Digestión de granos de leguminosas</i>	24
2.3.3. <i>Características generales de la canavalia ensiformis</i>	25
2.3.4. <i>Uso de la semilla de canavalia</i>	26
2.3.5. <i>Generalidades de la Canavalia ensiformis</i>	28
<b>III MATERIALES Y METODOS</b>	<b>30</b>
3.1. LUGAR DE REALIZACIÓN	30
3.2. INSTALACIONES Y EQUIPOS	30
3.3. UNIDADES EXPERIMENTALES Y TAMAÑO DE LA MUESTRA	31
3.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	31
3.5. COMPOSICIÓN Y ELABORACIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES	32
3.6. PREPARACIÓN DE LA RACIÓN	33
3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL	33
3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO	34
3.9. VARIABLES QUE SE EVALUARON	35
<i>Consumo de Alimento</i>	35
<i>Conversión Alimenticia</i>	35
<i>Ganancia Media Diaria</i>	35
<i>Peso Vivo Final</i>	36
3.10 ANÁLISIS FINANCIERO	36

<b>IV RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>39</b>
4.1 CONSUMO DE ALIMENTO	39
4.2 CONVERSIÓN ALIMENTICIA	41
4.3 GANANCIA MEDIA DIARIA	42
4.4 PESO VIVO FINAL	44
4.4 ANÁLISIS FINANCIERO	45
<b>V CONCLUSIONES</b>	<b>48</b>
<b>VI RECOMENDACIONES</b>	<b>49</b>
<b>VII BIBLIOGRAFIA</b>	<b>50</b>
NUTRICION DEL CERDO en Nicaragua. 1970. Managua, Nic. Ministerio de	52
<b>VIII ANEXO</b>	<b>55</b>

## LISTA DE CUADROS

<b>CUADRO 1 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS CERDOS.....</b>	<b>10</b>
<b>CUADRO 2 EVALUACIÓN DE VARIOS ALIMENTOS PRODUCIDOS EN EL PAÍS.....</b>	<b>18</b>
<b>CUADRO 3 INDICES DIGESTIVOS EN CERDOS ALIMENTADOS CON DIETAS DE MIEL DE CAÑA DEL TIPO B Y HARINA DE SOYA SUSTITUIDOS PARCIALMENTE POR FRIJOL <u>CANAVALIA</u>.....</b>	<b>22</b>
<b>CUADRO 4 TANINOS EN GRANOS DE GANDUL (CAJANUS CAJAN) Y RESIDUOS FOLIARES DE.....</b>	<b>23</b>
<b>CUADRO 5 DIGESTIBILIDAD E IN VIVO DEL N DE GRANOS DE LEGUMINOSAS EN CERDOS .....</b>	<b>24</b>
<b>CUADRO 6 RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL, DE CANAVALIA EXPRESADO EN BASE SECA....</b>	<b>26</b>
<b>CUADRO 7 COMPOSICIÓN DE AMINOÁCIDOS COMO % DE PROTEÍNA CRUDA EN LA SEMILLA .....</b>	<b>26</b>
<b>CUADRO 8 COMPOSICIÓN DE LAS DIFERENTES DIETAS USADAS EN EL EXPERIMENTO.....</b>	<b>32</b>
<b>CUADRO 9 VALOR NUTRITIVO DE LAS DIFERENTES DIETAS.....</b>	<b>32</b>
<b>CUADRO 10 COMPONENTES DEL ANÁLISIS FINANCIERO REALIZADO PARA EL EXPERIMENTO.....</b>	<b>36</b>
<b>CUADRO 11 TOTALES POR TRATAMIENTO DE LAS DIFERENTES VARIABLES POR CERDO DURANTE EL EXPERIMENTO .....</b>	<b>39</b>
<b>CUADRO 12 ANÁLISIS DE VARIANZA (ANDEVA) PARA EL CONSUMO DE ALIMENTO .....</b>	<b>40</b>
<b>CUADRO 13 SEPARACIÓN DE MEDIAS DUNCAN PARA LA VARIABLE CONSUMO .....</b>	<b>40</b>
<b>CUADRO 14 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE CONVERSIÓN ALIMENTICIA .....</b>	<b>42</b>
<b>CUADRO 15 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE GANANCIA MESA DIARIA .....</b>	<b>43</b>
<b>CUADRO 16 PESOS INICIALES DE LOS CERDOS EN EXPERIMENTO .....</b>	<b>44</b>
<b>CUADRO 17 <i>ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO VIVO FINAL</i>.....</b>	<b>45</b>
<b>CUADRO 18 <i>SEPARACIÓN DE MEDIAS DUNCAN PARA LA VARIABLE PESO VIVO FINAL</i>.....</b>	<b>45</b>
<b>CUADRO 19 <i>ANÁLISIS DE PRESUPUESTOS PARCIALES PARA LOS TRES TRATAMIENTOS</i>.....</b>	<b>46</b>

## LISTA DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1: EFECTO DEL AUMENTO DE PROTEÍNA EN LA DIETA -----	11
GRÁFICA 2: FORMACIÓN RELATIVA DE MINERALES (HUESOS), PROTEÍNA (MÚSCULO) Y GRASA EN LOS CERDOS -----	12

Sáenz, M. I.; Méndez, E. A. 1998. Determinación del efecto de inclusión de Canavalia (*Canavalia ensiformis*) sobre los parámetros productivos de cerdos en Crecimiento. Tesis Ing. Agron. U.N.A. Managua, Nicaragua. 52 p.

Palabras claves: Cerdo, Crecimiento, Alimentación, Canavalia, Conversión Alimenticia, Ganancia Media Diaria, Peso Vivo, Consumo, Costos.

Determinación del efecto de inclusión de Canavalia (*Canavalia ensiformis*) sobre los parámetros productivos de cerdos en crecimiento.

## RESUMEN

Se realizó un experimento con 18 cerdos en la etapa de crecimiento, con una duración de 8 semanas (56 días) con el objetivo de determinar el efecto de inclusión de canavalia en la dieta base, sobre consumo, ganancia media diaria (GMD), conversión alimenticia y utilidad económica. Las dietas de los diferentes tratamientos consistieron en: T1: 0% de inclusión de canavalia o sea 100% dieta base; T2: 5% de inclusión de canavalia con 95% dieta base y T3: 10% de inclusión de canavalia y 90% dieta base. Se emplearon cerdos con 45 días de edad de pesos similares, cada tratamiento estuvo conformado por tres repeticiones de 2 cerdos cada una. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (D.C.A). Se obtuvieron ganancias medias diarias de T1: 21.30; T2: 40.30; T3:25.32 gr/día/cerdo no resultando significativo al  $P \leq 0.05$ . El análisis económico evidencia que las mejores utilidades se obtuvieron con el tratamiento T2. Se concluye que se puede suministrar raciones para la alimentación de cerdos incluyendo leguminosa (canavalia) con el fin de disminuir los costos de alimento.

## **I INTRODUCCION**

Históricamente la crianza de cerdos la han desarrollado los campesinos, quienes tradicionalmente la utilizan como fuente básica de consumo de proteína y manteca para cocinar, además los campesinos convierten los granos básicos y tubérculos que cosechan en carne, para después sacar este animal al mercado. (Mairena, 1995).

En Nicaragua, la carne de cerdo es la tercera fuente de proteína de origen animal, por lo que es una actividad importante en la economía nacional, siendo el consumo percapita de carne de cerdo para los años 86 – 95 de 2.7 – 1.2 Kg (Cajina, 1996) cifra que no ha sufrido mucha variación.

En la actualidad la explotación pecuaria se orienta hacia una mayor producción porcina y avícola de forma que la población consuma estas carnes con el fin de disminuir el consumo de carne de res, rubro que es importante para la explotación y por ende obtener mayores divisas para el país (Rivera y Silva, 1996).

A finales de la década del 80, la matanza industrial en Nicaragua reflejó incrementos considerables llegando alcanzar en 1987 la máxima matanza con 281.6 miles de cabezas y una producción de carne de cerdo de 28.0 millones de lbs. A partir de este año se observa un ritmo descendente llegando en 1993 a sacrificar 98.6 miles de cabezas con una producción de 9.8 millones de lbs de carne, sin embargo en los años 94 – 95 se observa un ligero incremento en esta actividad, de 108.6 – 113.7 miles de cabezas con una producción de carne de 10.8 a 11.3 millones de libras respectivamente (Cajina, 1996).

Debido a la cantidad limitada de tierra para cultivos y a la competencia por alimento entre la población y la ganadería del país, existe la posibilidad de producirse una escasez en la producción de aquellos alimentos con alto contenido de energía y proteína que incidirá en la empresa ganadera, con esta posible limitación de alimento debe tomarse en

cuenta el tipo de producción ganadera a ser practicada en la finca o empresa (Reyes, 1988).

Existe una creencia popular en la producción porcina de las áreas tropicales, de que los cerdos pueden ser alimentados con cualquier tipo de alimento y muchas de las granjas porcinas se desarrollan alrededor de zonas donde existen, subproductos agroindustriales, residuos de cosechas, o de plantas industrializadoras de alimentos.

Este tipo de alimentación puede ser efectiva en un tipo de producción artesanal o de cerdo de traspatio, pero no en la explotación porcina moderna, la cual se ha convertido en una industria productiva competente, que tiene como objetivo maximizar los rendimientos productivos de los cerdos, obtener una mayor rentabilidad económica y una rápida recuperación del capital invertido (Campabadal y Navarro, 1994).

El principal responsable del éxito o fracaso de una empresa porcina, es el sistema de alimentación que se desarrolla en la granja (Campabandal y Navarro, 1994), rubro que representa al rededor del 65 al 80 por ciento del costo total de la producción de cerdos, por lo que se requiere de un plan de alimentación bien concebido, eficiente y económico, aprovechando los alimentos que en cada región o lugar se produzcan (Bushman, et al. , 1971; citado por Reyes, 1988). Por esa razón nos lleva a pensar que las leguminosas podrían ser una repuesta ante esta problemática ya que son fuentes de alimentación de bajo costo, el tenor de proteína bruta es alto y el bajo contenido de fibra bruta las ubica como las mejores con respecto a otras fuentes proteicas con que generalmente se suplementa.

En nuestros medios las leguminosas resultarían un recurso accesible para los productores agropecuarios debido a que las leguminosas de grano como la canavalia brindan un sin número de beneficios entre estos: Elevan la fertilidad del suelo al usarse como abono verde, rehabilitan suelos erosionados al ser utilizados como cultivos de cobertura y el grano como fuente proteica al formar parte de la suplementación concentrada (Skerman, et. al 1991) y sobretodo que no existe competencia con la alimentación humana, ya que aun no hay mucha costumbre de su consumo.

Se podría incluir a las leguminosas en función de garantizar una mayor y mejor sostenibilidad en la producción de cerdos adecuada a nuestro medio. Por tal motivo, se hace necesario realizar estudios que contribuyan a desarrollar sistemas de alimentación porcina de bajos costos basado en el uso de recursos locales.

Por lo anterior el presente trabajo de investigación esta dirigido en estudiar la factibilidad de incluir granos de leguminosas (Canavalia ensiformis) en las dietas para cerdos en crecimiento, evaluar los costos y los posibles efectos que pudieran representar sobre los parámetros productivos de los mismos.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **General**

- I. Contribuir a la búsqueda de alternativas de alimentación de cerdos con recursos que puedan ser obtenidos por el productor, en función de mejorar la eficiencia alimenticia en las áreas rurales, a través del uso de granos de leguminosas, como (Canavalia ensiformis) a niveles de 5 y 10 % de inclusión.

### **Específicos**

- I. Determinar el efecto de inclusión de canavalia a niveles de 5 y 10 % en la dieta sobre la Ganancia Media Diaria, Conversión Alimenticia, Consumo y Peso Vivo Final.
- II. Determinar el porcentaje de inclusión de canavalia más eficiente desde el punto de vista financiero.

## **II Revisión de Literatura**

### **2.1 EL CERDO (*Sus scrofa G*).**

#### **2.1.1. Características e Importancia del cerdo**

La explotación de cerdo ha sido una de las industrias menores que más auge ha tenido en América desde tiempos muy remotos. Constituye la clásica explotación familiar del pequeño agricultor, la “alcancia del campesino” ya que para él siempre ha significado una fuente de ahorro y la solución inmediata a emergencias hogareñas (Alzate, 1976).

En Nicaragua, la producción de cerdo ha tenido un mayor auge a partir de los años de 1969-1970, años en que se introdujeron al país razas puras traídas de los Estados Unidos y Canadá, tales como: DUROC, YORKSHIRE, LANDRACE, HAMPSHIRE, entre otras. Con la introducción de estas razas puras se mejora el hato porcino nacional lo que vino a aumentar la productividad de los cerdos en el país (Sánchez y Pérez, 1992).

Se estima que el hato nacional criollo es de 426,000 con una producción de carne en canal caliente de 8,890 lbs. En Nicaragua el cerdo criollo proviene de las antiguas razas Célticas, Ibéricas y Napolitanas. Existe un sinnúmero de variedades pero el cerdo pinto y el curro son los más comunes (Mairena, 1995).

La región que más cerdos Criollos produce es Chontales, Boaco y los municipios de Zelaya Central (Rama, Mueye de los Bueyes, Nueva Guinea) así como también el Almendro en Río San Juan. No se conoce la existencia de alguna granja porcina en esta región. El modo de producción de cerdos imperante es el de traspatio o familiar, el cerdo mayoritariamente es criado en las montañas y vendido a intermediarios, la matanza de cerdos en esta zona es sin control (Mairena, 1995).

Aparentemente el campesino continúa criando cerdos cuya producción sigue teniendo una fuerte lógica económica dentro del sistema productivo campesino (Mairena, 1995).

En el ganado porcino, es importante conocer algunas particularidades de este con respecto a otras especies (rumiantes o herbívoros en general), que hacen del cerdo una fuente económica de importancia.

1. El ganado porcino se adapta a las condiciones más variables del medio ambiente y explotación (Días, 1965), y puede ser explotado desde un sistema extensivo a un sistema intensivo (Mairena, 1995).
2. Entre los animales domésticos productores de carne, solamente los pollos para carne superan al cerdo en cuanto mayor peso vivo ganado por unidad alimenticia consumida. (Carrol y Krider 1960).
3. Son prolíferos, pues generalmente una cerda pare de 6 a 12 lechones y producen 2 camadas al año (Mairena, 1995) cada uno de estos lechones, convenientemente alimentados pueden ser sacrificados seis o siete meses después (Concellon, 1967 citado por Rivera y Silva, 1996).
4. Tienen un alto rendimiento en canal con un 65 a 80% de su peso vivo. Además por la razón de la baja producción de huesos el porcentaje de carne comestible del cerdo es más elevado.
5. El rendimiento superior del cerdo influye también en que su tubo digestivo es menos voluminoso que el de los rumiantes y a la mayor versatilidad de los tejidos de su cuerpo (Mairena, 1995).

6. El cerdo presenta corto ciclo biológico que unido a su prolificidad y capacidad de crecimiento nos permite obtener relativamente mayores producciones que por ejemplo el bovino en un tiempo determinado. Así podemos ver como el tiempo para producir una tonelada de cerdo es menor que para producir la misma cantidad en el bovino (Mairena, 1995).
7. Los cerdos por su carácter Omnívoros ingieren alimentos de origen animal y vegetal, aparte de esto convierten eficientemente desperdicios y subproductos en carne, con lo que valoriza estos materiales y a la vez contribuye a que su alimentación sea más económica (Mairena, 1995).

#### **2.1.2. Aspectos económicos en la alimentación porcina.**

En los últimos años se ha observado un descenso notorio de la actividad porcina en Nicaragua, muchas granjas de crianza y engorde porcino dejaron de funcionar, muchos pequeños y medianos productores tuvieron que cerrar operaciones por el alto costo de producción que esta actividad conlleva.

Según información del Ing. Edmundo Astorga citado por Nuñez, 1995 explica las causas que han ocasionado el bajón en la producción porcina.

Tradicionalmente han existido dos maneras de criar cerdos. La primera es la que se basa en la crianza de cerdos criollos, de montaña, la que realizan los campesinos distanciados de los núcleos poblacionales. En este tipo de crianza el cerdo es desarrollado con restos de comida (machigüe), tubérculos y todo lo que encuentren en el monte, incluyendo excrementos humanos. Luego realizan el periodo de ceba o engorde que lo hacen con maíz durante dos o tres meses hasta que está listo para el destace (Nuñez, 1995).

La crianza del cerdo criollo lleva alrededor de un año alcanzando pesos entre 150-180 libras y prácticamente tiene poco o ningún costo aparente, de tal manera que puede venderse a cualquier precio. Pero tiene grave inconveniente que el animal fácilmente adquiere enfermedades, como la cisticercosis (Nuñez 1995).

La otra forma de criar a los cerdos es el confinado o tecnificado. Se desarrolla el animal con concentrado balanceado de acuerdo con su edad (la alimentación de los cerdos constituye casi el 75% de los costos de producción de la actividad porcina). En este tipo de actividad el cerdo está listo a los seis meses de edad con un peso que oscila entre las 200 y 300 libras (Nuñez 1995).

En Nicaragua se han producido cerdos criollos tradicionalmente sobre todo en el sector campesino, mientras que el confinado se implementó en la década de los 60. (Nuñez 1995).

En Nicaragua la producción de cerdo ha tenido sus altibajos, debido a que tiene altos costos, dependiendo del valor de la materia prima del precio de la carne del animal en el mercado. (Nuñez 1995).

En el mercado Nicaragüense hay espacio para la introducción de carne de cerdo, sobre todo si se trata de buena calidad y sana. Lo cual se puede conseguir mediante alternativas de producción que se desarrollen de una manera tecnificada o semitecnificada. Esto consiste en no desarrollar y engordar el cerdo solamente con concentrado, sino que se puede mantener al cerdo confinado (encerrado) con alimentos sustitutos más baratos, siempre y cuando la ubicación de la porqueriza permita obtener alimento sin tener que invertir mucho en su transporte. Por ejemplo se puede utilizar el suero de la leche de vaca, además se puede dar alimentación suplementaria de desecho como: (residuos de verduras) (Nuñez, 1995).

Otra alternativa puede ser el pastoreo. La única recomendación, es que solamente se saquen los machos, ya que en el campo abundan roedores que son portadores de

enfermedades que afectan a las hembras preñadas las que pueden provocar abortos prematuros. También se le puede dar machigüe, pero se deben mantener encerrados para evitar enfermedades (Nuñez, 1995).

### **2.1.3. Requerimientos Nutricionales**

Cuando los cerdos no son alimentados adecuadamente, pueda que sufran de deficiencias nutritivas más severas que otros animales. La razón de esto es que en el tracto digestivo de los cerdos, ocurre muy poca síntesis de proteínas de buena calidad o de vitaminas, comparado con otros animales. Por esto, la ración no solo debe contener suficiente energía y proteínas, sino también, los aminoácidos y vitaminas requeridos por los cerdos (MAG, 1970 / 1971)

#### **2.1.3.1 Proteínas y Aminoácidos**

Las proteínas tienen gran influencia sobre la calidad de la canal, sobre la conversión alimenticia y sobre la ganancia de peso vivo (Blandino, 1994).

Para los cerdos con pesos vivos que oscilan entre 5 - 10 Kg, 10 - 20 Kg y 20 - 35 Kg el porcentaje de proteína para esos rangos debe ser de 22, 18 y 15 % de la ración respectivamente (NRC, 1973).

El valor biológico de las proteínas depende de los aminoácidos imprescindibles para la vida del animal por no poderlos sintetizar en su organismo (Blandino, 1994).

El Nacional Research Council de los E.U, 1988, citado por Rahway, 1993 ha recomendado, en su reporte “ Requerimientos Nutricionales de los Cerdos, “ que las raciones para las varias clases de cerdos, deberían tener los siguientes porcentajes de proteínas y aminoácidos total.

**Cuadro 1 Requerimientos Nutricionales de los Cerdos**

Clase de Cerdos	% de Proteínas	Aminoácidos	Porcentajes
11.36 Kg	18	Argininas	0.20
22.72 “	16	Histidina	0.20
45.45 “	14	Isoleusina	0.70
68.18 “	13	Leusina	0.60
90.90 “	12	Lisina	1
Hato de Cría	14	Metionina	0.22
Cerdos Lactantes	15	Fenilalalina	0.46
		Treonina	0.40
		Triptófano	0.20
		Valina	0.40

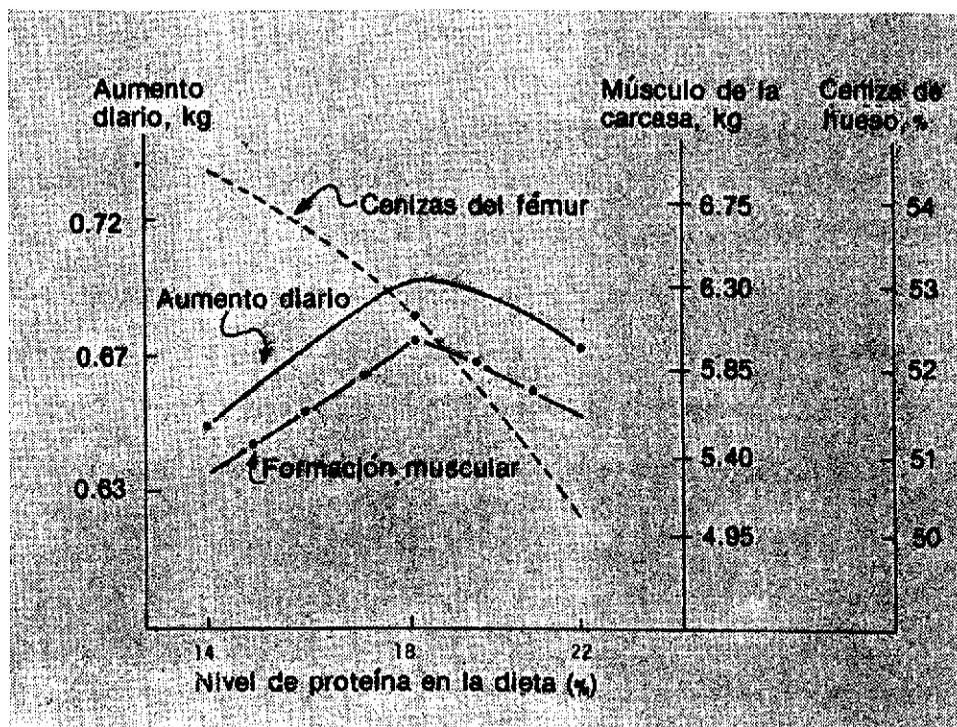
Rahwat, 1993.

Para que los lechones logren el más rápido y eficiente crecimiento, la ración debe incluir los 10 aminoácidos más los requerimientos de proteínas. Esto puede ser hecho usando varias fuentes de proteínas de origen animal y vegetal. (MAG 1970- 1971). Cunha, (1968) dijo que los aminoácidos más limitantes son lisina, triptófano y la metionina.

La Universidad Estatal de Ohio efectuó ensayos para evaluar los efectos que tiene el aumento del nivel de proteína de la ración en el régimen de crecimiento, la formación muscular y la mineralización de los huesos.

Los resultados de esa prueba, (gráfica 1) indican aumentos de la ganancia y formación muscular a medida que la proteína de la ración se incrementa de 14 a 18 % y que ambos valores decaen al elevarse la proteína de la ración a 22% (CIDA0, 1978).

**Gráfica 1: Efecto del aumento de proteína en la dieta**



La gran disminución del porcentaje de cenizas de huesos que se observa a medida que el nivel de proteína aumenta, sugiere que el calcio y el fósforo (especialmente el fósforo) podrían haber limitado la ración de los animales. La tasa de crecimiento y desarrollo muscular más bajo a niveles elevados de proteínas podrían deberse a la menor disponibilidad y/o a una cantidad inadecuada de minerales en la dieta (CIDA0, 1978).

### 2.1.3.2. Energía y Fibra

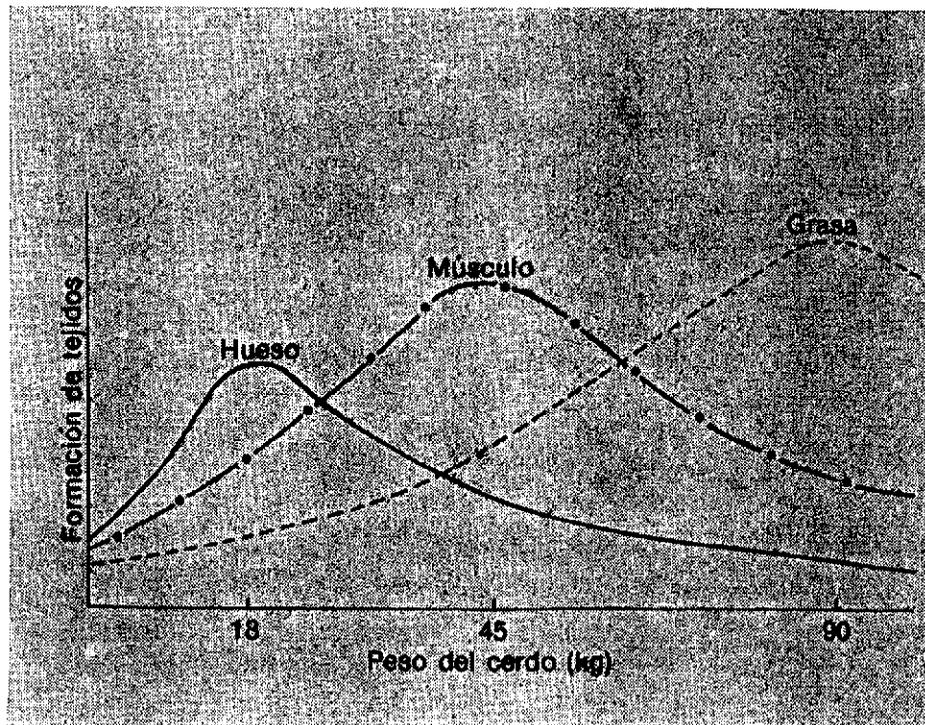
Los cerdos tienen muy limitada la capacidad de consumir o digerir alimentos con alto contenido de fibras y bajo contenido de energía. Por esto para conseguir una producción rápida y eficiente, la ración no debe contener más de 5 a 6 % de fibra. El contenido de los nutrientes digeribles totales recomendados en la ración, es de aproximadamente 80 % (MAG 1970 / 1971).

Una cantidad de fibra superior al seis u ocho por ciento en las raciones de cerdos en crecimiento terminado reduce la rapidez y la economía de las ganancias de pesos (Carrol et al. , 1967; citado por Silva y Rivera, 1996)

### 2.1.3.3 Minerales

Los minerales que comúnmente necesitan consideración en la alimentación de cerdos son calcio, fósforo y sal. Un 0.5 % de sal, 0.45 % de calcio y 0.27 a 0.30 % de fósforo son suficientes para satisfacer las necesidades de los cerdos. La proporción entre el calcio y el fósforo es muy importante en las raciones de cerdo. Resultados experimentales han indicado que la proporción entre fósforo y calcio debería ser de 1:1.1 hasta 1: 1.5. En otras palabras debería haber 1.1 a 1.5 partes de calcio por cada parte de fósforo (MAG 1970 / 1971).

**Gráfica 2: Formación relativa de minerales (huesos), proteína (músculo) y grasa en los cerdos**



En los cerdos el régimen de formación de los huesos es mas alto durante los primeros 4 meses que más tarde en la vida (gráfica 2). No obstante ese régimen es todavía elevado cuando la formación de músculos es más intensa. Estos dos tipos de tejidos requieren la misma fuente de proteínas y minerales. (CIDA0, 1978).

Trazas de hierro y cobre son importantes en la producción de cerdo, para la formación de hemoglobina y por lo tanto, para evitar una anemia, que es predominante en cerditos sin destetar confinados en pisos de concreto y sin contacto con la tierra.

La anemia puede curarse inyectando a los cerditos con una solución de Sulfato Ferroso, o untando diariamente las ubres de las cerdas con una solución de Sulfato Ferroso hasta que los cerditos tengan de 4 a 6 semanas. ( CIDA0, 1978).

#### **2.1.3.4 Vitaminas**

Las vitaminas A y D y las series del complejo B, así como también la Riboflavina, Acido Pantoténico y Niacina, son de gran importancia en la alimentación de los cerdos. Sin embargo, el método más simple y más seguro de agregar cantidades adecuadas de estas vitaminas en la ración, es usar vitaminas para cerdos producidos comercialmente y en las dosis recomendadas. Si las vitaminas no son proporcionadas en cantidades suficientes, los cerdos no responderán de forma satisfactoria; aunque la proteína y energía de la ración sean las indicadas (Osegueda, 1970).

#### **2.1.3.5 Agua**

Propiamente no puede considerarse como un alimento, pero sí es necesario para la nutrición. El cerdo es un animal que consume gran cantidad de alimentos acuosos, habiendo algunos lugares donde se les suministra residuos de lechería llegando a consumir cada cerdo hasta cincuenta litros diariamente.

Es muy importante el consumo del agua para el organismo del animal y como es insuficiente lo que producen los alimentos, se les debe proporcionar a los cerdos agua, como bebida cuando menos dos veces al día (Escamilla, 1972).

## **2.2 Alimentación de los Cerdos**

Un principio fundamental de la economía de la producción porcina es dar los granos de cereales más baratos y corregir las deficiencias por medio de suplementos (Rahwat, 1993).

Los cerdos se alimentan principalmente de cereales y subproductos de los mismos. A estos alimentos se agregan proteínas y otros suplementos para suministrar una ración completa. Esta ración debe contener proteínas, carbohidratos, grasa, sustancias minerales y vitaminas (CRAT, 1965).

En las regiones tropicales la industria porcina no está tan desarrollada como en otras partes del mundo (Cunha y Wallace, 1969). Generalmente se argumenta que los países en desarrollo están geográficamente localizados en zonas tropicales y esto hace que las condiciones climáticas (aparentemente) no sean las más adecuadas, ni tengan el desarrollo tecnológico que les pueda permitir obtener una base alimentaria que sustente una producción porcina intensiva (Mairena, 1995). Pero en estas regiones se dispone de cultivos y recursos que pueden contribuir a un aumento en la eficiencia de crianza porcina y en un desarrollo tanto cualitativo como cuantitativo (Mairena, 1995).

La producción de algunas fuentes de alimentos que; aunque se utilizan en el consumo humano, en su producción genera una gran cantidad de desechos capaces de utilizarse para la alimentación del cerdo. Esto nos demuestra que es posible disponer de fuentes energéticas y proteicas que no tienen que provenir necesariamente de los cereales y granos (Mairena, 1995).

En la alimentación del ganado porcino es importante reconocer diferencias fundamentales con respecto a la alimentación de los rumiantes o herbívoros en general.

El cerdo es más eficiente como transformador de energía del alimento o energía de su cuerpo, siempre y cuando sea alimentado con raciones de alto contenido de nutrientes digestibles (Adaptado de nuestra tierra, 1996).

El alimento es uno de los aspectos más costosos en la producción de cerdos (Scarborough, 1965). El rubro alimentación representa alrededor del 65 al 85 por ciento del costo total de la producción de cerdos (Bushman et al., 1971; citado por Reyes, 1988) Cuando el alimento se desperdicia o se da a comer en una ración mal equilibrada, el costo mismo hace muchas veces que el negocio no sea provechoso. (Scarborough, 1965). Por lo tanto para realizar con éxito la actividad porcina se requiere un plan de alimentación bien concebido, eficiente y económico aprovechando los alimentos que en cada región o lugar se produzcan (Flores y Agraz, 1981). Es preciso producir tanta carne como sea posible con tan poco alimento como se pueda, en un tiempo mínimo para obtener un beneficio máximo por cada dólar gastado en alimentos (Scarborough, 1965).

Experimentos de nutrición en los que se ha usado una ración mal equilibrada han dado resultados en los cuales los puercos solo aumentaron media libra al día, mientras que aquellos que reciban una ración bien equilibrada en todos sus principios nutritivos, obtenían aumentos diarios de libra y media. Existen cerdos que requieren de 12 a 14 meses para obtener un peso de 90 kilos. Estos mismos animales mediante prácticas adecuadas de alimentación puedan llegar a los 90 kilos, en un lapso menor (Scarborough, 1965).

Los cerdos se alimentan principalmente de cereales y susproductos. A estos alimentos se le agregan proteínas y otros suplementos para suministrar una ración completa. Esta ración debe contener proteínas, carbohidratos, grasas, sustancias minerales y vitaminas (CRAT, 1965).

Al formular raciones para los cerdos que determinan una producción eficiente y económica es preciso estar familiarizado con los requisitos de nutrientes, así como también con los alimentos que se incluyen en la fórmula. Basándose en su composición

química, los alimentos para cerdos se pueden agrupar en dos clases: Energéticos y Suplementarios. Entre los primeros de los citados figuran los cereales y otros alimentos similares, que contienen grandes cantidades de carbohidratos y de grasas. Entre los suplementarios los concentrados que contienen proteínas, vitaminas y minerales que se usan principalmente para aumentar el contenido de estos alimentos en la ración de las cantidades recomendables (Cunha y Wallace, 1969).

### **2.2.1 Maíz (*Zea mays*)**

Es el cereal en grano utilizado más comúnmente para la alimentación de cerdos ( Pond y Maner, 1974), rico en almidones y grasa, deficiente en proteína y minerales, especialmente el calcio, del que sólo contiene 0.02 % y también contiene menos fósforo que otros granos (Joergenson, 1966).

El maíz es la base para las raciones porcinas en toda América y tan sólo en Estados Unidos, sobre una mitad de todo el maíz producido se vende para la alimentación de los cerdos. Sin embargo no deberá constituir la única fuente de proteína en las raciones de los cerdos debido a su contenido relativamente bajo de proteína y su equilibrio defectuoso entre los aminoácidos esenciales (Pond y Mener, 1974). Desde 1914 se sabe que esa baja calidad de la proteína es debido a las deficiencias de aminoácidos esenciales especialmente lisina y triptófano (Asborne y Mendel, citado por Pond y Maner, 1974).

Proporcionando sólo el maíz en las dietas produce demasiado desarrollo del cuerpo y poca formación de huesos, lo que trae como resultado un cerdo de esqueleto débil donde no podrán aumentarse las carnes y grasas que se corresponde de acuerdo a su ascendencia (Osegueda, 1970).

Cerdos alimentados con dietas con el 15% de proteínas, de la que el 12.8% era proteína de Maíz, obtuvieron ganancias significantes menores y precisaron más alimentos por unidad de ganancia de peso, que cerdos que consumían dietas similares con solo 9.1 % de proteína de Maíz (Dobbins y Col, 1950 citado por Pond y Maner 1974).

El Maíz blanco y amarillo son similares en su composición con la excepción de que el Maíz amarillo es rico en caroteno un precursor de la Vitamina A y por este motivo suele preferirse. Ambos son fuentes aceptables de vitamina E., aunque pobres en vitamina D y en vitamina del grupo B y muy deficientes en calcio. El maíz es un alimento deseable para obtener una carne de cerdo que sea firme(Juergenson, 1977).

### **2.2.2 Sorgo (*Sorgum vulgare*)**

La semilla de los granos de Sorgo y plantas similares poseen un valor nutritivo de 95% del que tiene el Maíz (Cunha y Wallace, 1969). El Sorgo en grano posee un promedio de 11% de proteína y generalmente contiene mas proteínas que el Maíz. La proteína total puede oscilar desde el 8 hasta el 16% como resultado de diferencias entre las variedades y por efectos ambientales durante el crecimiento (pond y Maner 1974).

Los graníferos son excelentes para cerdos ya sean estas crías o engorde. La carne producida por cerdos alimentados con sorgo es igual en calidad a la producción con Maíz (Sequeira, 1975).

El análisis químico del Sorgo es casi igual al del Maíz pero tiene la ventaja de ser más resistente a la sequía; un 60% del grano consiste en carbohidratos solubles, con 1.5% de fibra solamente. El Sorgo, como el Maíz tienen un 3 a 4 % de grasa, y aproximadamente con las mismas deficiencias. La lisina, aminoácido muy importante es más bajo en el Sorgo que en el Maíz, por esto, para que los cerdos obtengan un rápido y eficiente crecimiento, este alimento debe ser completado con proteína de alta calidad (MAG, 1970-71).

Experimentos realizados con cerdos (Jensen y Col, 1965; Male y Lyman, 1961; Ranjhan y Col, 1964; Bund y Col, 1953, citado por Pond y Maner 1974) y con ratas (Pond y Col, 1958; Hlagge y Coli, 1966 citado por Pond y Maner 1974), han demostrado que la lisina es el aminoácido mas limitado, seguido de la trionina, para el crecimiento cuando se consume Sorgo en grano. Los suplementos de lisina incorporados a las dietas que

contienen Sorgo mejoran las ganancias y los índices de conversión del alimento (Pond y Maner, 1974).

Generalmente se recomienda sustituir el Maíz por el Sorgo sobre la base de Kg por Kg y no sobre la base de la proteína debido a las deficiencias graves en aminoácidos (Pond y Maner, 1974). El Sorgo puede darse triturado como parte de una ración concentrada (MAG, 1970-71).

Beames, (1969 citado por Pond y Maner) ha demostrado que tanto la materia orgánica como el extracto libre de Nitrógeno (ELN) son más digestibles en el Sorgo triturado que en el entero (Pond y Maner 1974).

### 2.2.3 Semolina

Este producto es una mezcla de salvado de arroz y arroz pulido. La semolina debe de contener de 12 a 14 % de proteínas, de 12 a 15 % de grasa y no más de 8% de fibra. Es rica en aminoácidos, niacina y tiamina. La semolina es de buen sabor cuando fresca, pero debido al alto contenido de grasa se puede volver rancia cuando es almacenada por largo tiempo. El alto contenido de fibra, hace que la cantidad que puede ser suministrada a los cerdos sea limitada. Trabajos hechos en E.U han demostrado que cuando la cantidad de semolina no excede el 30% de la ración, tiene el mismo valor nutritivo que el maíz para el crecimiento y engorde de los cerdos. La semolina no deber contener cascarilla de arroz y no debe ser confundida con el afrecho (MAG, 1970-1971).

El cuadro 2 muestra el valor nutritivo de la semolina comparada con otros alimentos producidos también en el país

**Cuadro 2 Evaluación de varios alimentos producidos en el país**

	MS %	PB %	Grasa %	FB %	Ceniza %	ELN %	CHO%	Energía %
Kult	92.23	18.05	24.59	25.49	14.75	17.12	42.61	
Sorgo	86.97	13.10	2.57	4.39	1.77	78.17	82.56	437.46
Maíz	92.6	12.3	3.7	3.3	1.9	78.8	76.9	
Semolina	90.4	15.80	1.3	7.96	6.67	68.3	74.9	383.9

Lab. de Bromatología, UNA

### **2.3 Importancia de las leguminosas**

Las leguminosas son ecológicas y económicamente plantas importantes, son mejoradoras del suelo y prolifera el nitrógeno del suelo sin costo alguno, proporcionan alto contenido de proteína y minerales (hasta un 35% de proteína cruda por materia seca). En algunas especies las hacen importantes productoras para la alimentación animal, que no puede satisfacer esta demanda por medio del alimento principal, las gramíneas. Las leguminosas producen altas cantidades de biomasa para la alimentación del ganado (Michaelis y Vanegas, 1986).

En los trópicos las gramíneas son superiores a las leguminosas en cuanto al rendimiento de materia seca. Esto se debe a la mayor asimilación neta por área foliar (Salem et al. , 1976 citado por Padilla, 1992). Aún sin fertilización mineral se cuenta con rendimientos de materia seca aproximadamente dobles de gramíneas tropicales comparadas a las leguminosas (Padilla et al. , 1992).

El período de utilización es mayor en gramíneas. En condiciones naturales las gramíneas duran de 10 y hasta más años y las leguminosas herbáceas de 2 a 4 años Además la dureza de la cáscara de la semilla es un obstáculo para su cultivo. Otro problema es la producción de semilla por el período largo de floración y maduración, la maduración escalonada, el sombramiento de las vainas inferiores que maduran más pronto y la dehiscencia de las vainas (Padilla et al. , 1992).

Sin embargo viene aumentando la importancia de la siembra de las leguminosas, tanto para mejorar los pastizales naturales en su composición y valor nutritivo como para aumentar el contenido de nitrógeno en los suelos tropicales incluyendo las leguminosas en las rotaciones de cultivos. Los rendimientos de materia seca de las leguminosas forrajeras varían entre 5 y 15 Tn / Ha (Padilla et al. 1992).

Minson y Wilson (1980), apuntan la mayor digestibilidad de la materia seca en leguminosas comparadas con las gramíneas, las leguminosas presentan hasta un 85% de

digestibilidad en algunas especies, en comparación con las gramíneas que presentan hasta 75% de digestibilidad en algunas especies. La razón de menor digestibilidad de las gramíneas se debe a las altas proporciones de sustancias difícilmente digeribles (por ejemplo lignina), lo cual dificulta el desdoblamiento, disminuyendo su digestibilidad. Desde el punto de vista de una mayor digestibilidad del forraje, es favorable extender el cultivo de leguminosas.

Las leguminosas suelen estar suficientemente provistas de proteína, incluso cuando se cosecha en una fase avanzada de madurez; en efecto, por lo general suelen ser más aptas para la alimentación después de la floración que antes, ya que las fases inmaduras el contenido proteico puede ser demasiado alto y demasiado bajo el contenido fibroso para servir de eficaz alimento al ganado (Padilla et al. , 1992)

Las leguminosas no sólo contienen porcentajes relativamente altos de proteína en toda sus fases de desarrollo, sino que esas mismas proteínas son de una calidad extraordinaria; por tanto, desempeñan un papel principal como constituyentes o complementos de la alimentación de los animales. Las leguminosas contienen grandes cantidades de calcio y fósforo, que también son importantes en una buena nutrición, se reconoce además que estos vegetales constituyen una fuente magnífica de vitamina A y D (Whyte et al. , 1967).

### **2.3.1 Las leguminosas como alimentación en sistemas no convencionales para cerdos**

El diseño de sistemas de alimentación no convencional para cerdos en el trópico debe tener en cuenta el uso de fuentes de energía y proteína disponibles localmente para contribuir a que estos sistemas sean sostenibles. Es evidente que es posible contar con distintos alimentos tropicales que son excelentes fuentes de energía, no sólo desde el punto de vista de sus rendimientos anuales de biomasa, como la yuca (Buitrago 1990, citado por Ly, 1996 - a) sino también por su perennidad, y este grupo estarían la caña de azúcar (figueroa y Ly-1990 citado por Ly, 1996 - a) y la palma africana (Ocampo 1995

citado por Ly, 1996 - a). Las posibles ventajas nutricionales de estas fuentes de energía han sido estudiadas en menor o mayor detalle desde el ángulo de la fisiología y bioquímica de la digestión en el cerdo, y aunque el estado del conocimiento de estas disciplinas es desigual: más profundo en la caña de azúcar (Ly 1987; Cuarón 1992, citado por Ly, 1996 - a) que en otras fuentes energéticas, se sabe que no existe ninguna limitante que no aconseje su uso. ( Ly, 1996 - a).

En contraste, el uso de fuente proteicas tropicales tropieza con serios obstáculos, que puede ser tan variado como la presencia de factores antinutricionales, una caracterización incompleta de su contenido de nutrientes, y junto con ello, la incertidumbre de cuáles procesos digestivos y metabólicos tienen lugar en cerdos alimentados con tales fuentes proteicas tropicales (Ly 1993; citado por Ly, 1996 - a).

El frijol de canavalia (Canavalia ensiformis) puede ser un ejemplo de un grano de leguminosa estrictamente tropical con rendimientos anuales adecuados, pero con serias dificultades para ser empleado en la alimentación porcina. Entre estas dificultades figuran en primer término una inhibición en el consumo voluntario de alimento por parte de los animales (Belmar y Morris 1995, citado por Ly-1996 - a) y la presencia de factores antinutricionales altamente tóxicos que aún no se han podido neutralizar completamente debido a que los tratamientos drásticos en algunos casos pueden disminuir la digestibilidad de estas fuentes proteicas. ( Ly, 1996 - a).

Así, el tostado permite la inclusión de ciertos niveles de frijol de canavalia en dietas convencionales (G. Pérez 1995 citado por Ly, 1996 - a), pero disminuye la digestibilidad in vitro de la proteína, desde 86.9% en el grano crudo hasta 54.7% en el grano tostado (Ly, V. NB Martínez y G. Pérez 1995 citado por Ly, 1996 - a). La técnica de autoclavado y lavado, que ha sido recomendada para la eliminación de lectinas y canavanina entre otras entidades indeseables, han determinado que la digestibilidad in vitro de la proteína también disminuye, aunque en menor proporción, desde 90.2 % en el grano crudo, hasta 74.0 % en el grano autoclavado y lavado (P. L. Domínguez, V. Martínez y Ly, 1993, citado por Ly, 1996 - a).

El procedimiento de autoclavado y lavado también se ha utilizado para preparar pastas de frijol de canavalia que han sido incluidas en dietas de mieles caña para cerdos, este tipo de preparación no ha demostrado ser muy desventajosa para la digestibilidad del nitrógeno dietético cuando el frijol de canavalia ha alcanzado valores de inclusión de hasta de 10.8% en la dieta, aunque la digestibilidad ileal del mismo tiende a caer al incrementarse las proporciones de este frijol en la comida (Macías et al. , 1993, citado por Ly, 1996 - a). Esto concuerda bastante bien con los datos de digestibilidad in vitro de la proteína. El cuadro 3 resume los resultados preliminares de los estudios in vivo hechos en Cuba. ( Ly, 1996 - a).

**Cuadro 3 Índices digestivos en cerdos alimentados con dietas de miel de Caña del tipo B y Harina de Soya sustituidos parcialmente por frijol Canavalia**

	Frijol de Canavalia, %		
	0	5.5	10.8
Digestibilidad fecal, %			
Materia Orgánica	92.6	91.5	94.0
Nitrógeno	86.2	84.8	88.6
Digestibilidad ileal			
Materia Orgánica	88.0	87.3	84.3
Nitrógeno	76.7	72.3	73.5

( Macías et al 1993, citado por Ly, 1996 - a).

En las células vegetales existen compuestos llamados secundarios como los polifenoles o taninos, que sin ser tal vez estrictamente atinutricionales, deterioran la digestibilidad del alimento, y particularmente la de la proteína. Esto ha sido bien demostrado en forrajes para animales rumiantes (Valerio 1994 citado por Ly, 1996 - a), y es desde un punto de vista cualitativo, perfectamente extrapolable a los monogástricos. El efecto negativo de la presencia de taninos en diferentes índices digestivos ha sido estudiado concienzudamente en cerdos alimentados con granos de sorgo como fuente principal de energía, y se han propuesto diversos métodos para contrarrestar su influencia nociva

(Brand et al. , 1989 citado por Ly, 1996 - a). Otros granos, pero de leguminosas como el gandul (*Cajanus cajan*) han sido investigados tan sistemáticamente como el sorgo, aunque la presencia de polifenoles ha sido confirmada por la técnica de taninos detergentes (cuadro 4) propuesta por Conklin et al(1987), citado por Ly, (1996 - a).

**Cuadro 4 Taninos en granos de Gandul (*Cajanus cajan*) y residuos foliares de plátano (*Musa spp*) detectados por manipulación del sistema detergente de Análisis de fibra.**

Índice, % MS	Grano de gandul	Residuos foliares de plátano
Proteína cruda, N x 6.25	18.62	9.81
Fibra detergente neutra	27.58	56.47
Fibra detergente ácida	16.42	36.07
NAD (FDN – FDA)	7.50	35.62
AND (FDA – FDN)	6.09	27.25
Taninos detergentes	1.41	8.37

Ly y Macías, 1993 citado por Ly, 1996 - a.

Cuando se habla de leguminosas en cerdos, no cabe duda que el frijol de soya y la alfalfa son dos fuentes proteicas que se destacan como las más estudiadas en la alimentación porcina (Pond y Maner 1973; Miller 1990,citado por Ly, 1996 - b). En la soya y en la alfalfa se puede conocer ya con suficiente certeza, desde un punto de vista cuantitativo, no solamente la influencia negativa de distintos factores antinutricionales que están presentes en el grano o en el follaje, sino también sobre su composición en aminoácidos, su digestibilidad ileal, el contenido de energía digestible de estas leguminosas, y detalles de la pared vegetal, sobre todo en la alfalfa (Ly.1996 - b).

En contraste con lo que sucede con el frijol de soya y la alfalfa, el conocimiento que se tiene sobre el valor nutritivo para el cerdo de otras leguminosas, sobre todo tropicales, es más bien incompleto, ( Ly, 1996 - b).

### 2.3.2 Digestión de granos de leguminosas

La digestión del frijol canavalia ( *Canavalia ensiformis* ) ha sido estudiada en cerdos intactos o ileorectostomizados, luego que el mismo se remojó antes y después de tratarlo con calor y presión (Macías et al., 1993, citado por J. Ly, 1996 - b). En este estudio se encontró que la digestibilidad fecal e ileal del nitrógeno no decreció con el aumento del frijol de canavalia en la dieta, lo que podría atribuirse en forma directa a la ausencia de los factores antinutricionales que eventualmente fueron neutralizados (cuadro 5). Se encontró un efecto bien marcado de tratamiento en la digestibilidad in vitro de nitrógeno, lo que también se ha observado con canavalia tostada o sin tostar ( Ly Y G. Pérez 1995, citado por Ly, 1996 - b). Datos relacionados con índices digestivos del Gandul (*Cajanus Cajan* )también aparecen en el siguiente cuadro.

**Cuadro 5 Digestibilidad e in vivo del N de granos de leguminosas en cerdos**

DIGESTIBILIDAD %				
Grano de Leguminosa	in Vitro	In vivo ileal	in vivo fecal	Referencia
C. ensiformis sin tratar(1994)	90.2	-	-	Domínguez et al Ly y Pérez 1995
	86.9	-	-	
C. ensiformis tratada	74.0	75.8	85.3	Macías et al (1993) Ly y Pérez 1995
	54.7	-	-	
C. cajan sin tratar	-	25.0	30.4	Ly et al (1995)

Los datos de digestibilidad in vivo están calculados por análisis de regresión.

### **2.3.3 Características generales de la canavalia ensiformis**

**Canavalia Ensiformis:** (Frijol de Playa, Judía de burro, Mate Costa Poroto Gigante)

Es una leguminosa anual cuyo origen probable es la India y Centroamérica (Alemán y Flores 1993) resistente a la sequía, inmune a la mayoría de las plagas; se cultiva extensamente como forraje y abono verde. Las vainas jóvenes y las semillas inmaduras se emplean como verdura para el consumo humano; las semillas maduras se muelen para pienso del ganado (Skerman, et al., 1991).

Affeck y Shone 1961, citado por Skerman, et al.,(1991), observaron toxicidad en el ganado vacuno que pastoreaba la segunda siega del frijol de playa y consumía demasiada harina de semilla. Los granos contienen un aminoácido básico, la canavanina, que puede hidrolizarse en Urea y catalizarse mediante una enzima contenida en el extracto de hígado de cerdo. La semilla es una fuente importante de ureasa. Los animales afectados por haber comido demasiado de esta planta o harina, alcanzan una temperatura de 30°C, tienen una evidente descarga nasal, revelan cojera y postración, las membranas mucosas toman un aspecto fangoso, y excretan orina clara con más frecuencia que lo usual. Se demostró que 8grs de semilla por 0.73kg de peso corporal resultan letales para el ganado vacuno y / o bien la harina no debe representar más del 30 % de la ración o se debe tratar térmicamente para destruir la enzima antes de dar al pienso. Antes de molerla se quita siempre la cáscara de la semilla (Skerman, et al., 1991).

El análisis químico de la semilla dio el 91.1 % de materia seca, que a su vez contenía 33.9 % de proteína bruta, 2.2 % de grasa, 11.2 % de fibra bruta, 49.6 % de extracto de nitrógeno libre y 3.1 % de cenizas (Skerman, et al., 1991).

El cuadro 6 y 7 muestran el análisis químico expresado en base seca y el contenido de aminoácidos en el grano de Canavalia.

**Cuadro 6 Resultados del análisis químico proximal, de canavalia expresado en base seca**

	<b>PORCENTAJE</b>
Materia seca	89.86
proteína bruta	25.36
Grasa bruta	1.95
Fibra bruta	11.26
Ceniza	3.90
E. L. N	57.53
C. H. O	68.79

Lab. Bromatología, UNA, 1996.

**Cuadro 7 Composición de aminoácidos como % de proteína cruda en la semilla**

ARG	CYS	GLY	HYS	LEU	LYS	PHE	THR	TRY	TYR	VAL
8.0	0.6	4.5	3.5	10.2	5.1	5.3	4.2	0.8	3.0	4.3

FAO, 11, citado por Palacios, 1997

### 2.3.4 Uso de la semilla de canavalia

En algunos reportes se menciona la utilización de las vainas verdes de canavalia como habichuelas. Hasta ahora en Honduras no es una práctica muy común y no se han encontrado agricultores que reporten el uso de estas vainas. Mucha gente pregunta si la semilla se puede usar como alimento humano. Hay reportes de la utilización de la semilla cocida sin cáscara. Incluso, en algunos lugares se conoce como “Frijol papa” por su sabor parecido al de la papa. (Alemán y Flores 1993).

Addison (1957, 1958, citado por Skerman, et al., 1991) propuso que se diesen toda la vaina y la semilla al ganado vacuno. En un ensayo hecho con torta de semilla de algodón como pienso, a razón de 0.7 Kg. Por cabeza al día durante 115 días, se obtuvo un aumento de peso vivo de 51 Kg; con harina de frijol de playa a razón de 1.1 Kg por

cabeza al día el incremento fue de 25kg. Esto fue además de una ración básica de 7 Kg de ensilado de gramínea y 3.6kg de rastrojo de maíz por cabeza y por día. Addison comprobó que la harina no era sabrosa pero que el ganado vacuno se la comía si se añadían 18 litros de melaza a cada tonelada de harina de frijol de playa (Skerman, et al., 1991).

En Honduras, han hecho varios experimentos de recetas preparadas con frijol canavalia cocido sin cáscara. Ellos informan que tiene un buen sabor, mejor aún que el del frijol terciopelo, y que no han observado efectos posteriores tales como los mareos o náuseas que ocurren cuando se consume excesivamente el frijol terciopelo, (Alemán y Flores, 1993). En todo caso, para un consumo menos riesgoso de cualquier leguminosa se recomienda eliminar la cáscara que es donde se encuentran concentrados muchos componentes antinutricionales. La cáscara se puede eliminar cociendo la semilla un poco, botarle el agua y con la mano quitar la mayor parte de esta para luego terminar de cocerla en otra agua. Sin embargo, se debe ejercer extremo cuidado al utilizar estas especies, poco estudiadas, como alimento humano, (Alemán y Flores 1993).

La canavalia contiene un aminoácido llamado canavanina que es definitivamente tóxico. Además contiene las proteínas concanavalina A y B que reducen la capacidad de los intestinos para absorber nutrientes. Todas estas sustancias son ampliamente utilizadas en la industria farmacéutica. Pero no se conocen con claridad procesos sencillos que permitan eliminarlas para mejorar la calidad nutritiva de estas leguminosas, (Alemán y Flores, 1993).

## **Generalidades de la Canavalia ensiformis**

### **DESCRIPCION**

Hierva trepadora, plantas más viejas con tallos lignificados y porte semi recto; ciclo semi perenne en zonas húmedas, ciclo anual en zonas secas.

### **CONDICIONES CLIMATICAS**

- 1- Adaptado a precipitación baja y alta de 640 – 2500 mm; adaptación óptima a 900 - 1200 mm.
- 2- Crece en alturas bajas y medianas (0 - 1800 msnm)
- 3- Crece bien en temperaturas calientes y frescas de 15 – 28°C.
- 4- Tolera bien períodos de sequía largos por sus raíces profundas.

### **CARACTERISTICAS DEL SUELO**

- 1- Adaptado al suelo con textura franca o arcillosa.
- 2- Adaptado a suelo con PH moderadamente ácidos y neutros(5 - 7.3); crece moderadamente en suelos ácidos de 4.3 - 5
- 3- Adaptado a suelos de fertilidad baja y moderada; crece moderadamente en suelos degradados.

## CONTRIBUCIONES AL SUELO

- 1- **Potencial para el control de malezas nocivas; bueno en densidad alta de siembra; mejor en variedades que trepan.**
- 2- **Potencial para el control de la erosión de la capa fértil muy bueno.**
- 3- **Potencial para aumentar nitrógeno en el suelo: mediano si se incorporan las hojas.**
- 4- **Potencial para aumentar la materia orgánica en el suelo: mediano a alto por la significación moderada del tallo. (Pasolac, 1993)**

### **III MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Lugar de realización**

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental Campesino Vivían Hernández, ubicado en el departamento de León, 1 km al Este sobre la carretera a la comunidad de la Ceiba, en la coordenadas 35° latitud Norte y 10° longitud Este, durante el período comprendido entre el ocho de Agosto y el cinco de Octubre de 1996.

La zona presenta dos estaciones bien marcadas a lo largo del año, una estación seca de 6 meses, comprendida entre los meses de Noviembre a Abril y una estación lluviosa con duración de 6 meses, comprendiendo los meses de Mayo a Octubre, con precipitación promedio de 780 mm, una temperatura promedio de 26 °C y 70% de Humedad Relativa (INETER, 1995).

#### **3.2 Instalaciones y Equipos**

El ensayo se llevó a cabo en un área de 21 mt de largo por 3,5 mt de ancho, dicha área tiene seis cubículos de los cuales sólo se usaron cinco y una bodega con 3 x 3.5 metros cuadrados respectivamente (ver anexo).

Los cubículos son de cemento con paredes de 1.5 metros de alto; columnas y viga de maderas que son los que sostienen el zinc, están provistos de bebederos y comederos de cementos, con una longitud de 1.7m y 1.3m respectivamente, con una sola puerta ubicada en la parte oeste del mismo.

Para la ubicación de los cerdos se procedió a dividir 4 de los 5 cubículos con barandas de madera y hierro para completar 9 repeticiones, (esto se realizó debido a que las condiciones no permitían asignar un cubículo por repetición) y así alojar 2 cerdos por repetición y 3 repeticiones por tratamiento, para un total de 18 cerdos.

Para completar los comederos, se utilizaron llantas que fueron partidas por la mitad, se les colocó madera en el centro en forma de cruz para evitar que los cerdos se echaran dentro del comedero. También se utilizó plástico de color negro el cual se colocó de bajo de las llantas y encima de los comederos de cementos para evitar que el alimento se cayera fuera del plástico y de esta manera se desperdiciara. (Anexo)

### **3.3 Unidades experimentales y tamaño de la muestra**

Para el experimento se seleccionaron de un total de 32 cerdos, 18 cerdos todos machos sin castrar; (provenientes de los cruces entre las razas Duroc, Hampshire, Yorkshire y Landrace), alojándose en cinco cubículos sin divisiones donde se les suministró nisayo (machigüe) y concentrado de la dieta básica utilizada en el centro, esto sirvió como período de adaptación previo al experimento.

### **3.4 Descripción de los tratamientos**

Las dietas que fueron preparadas contenían niveles diferentes (0%, 5% y 10%) de inclusión de *Canavalia ensiformis*.

Los tratamientos fueron los siguientes:

Tratamiento 1 (T1): 0% de inclusión de canavalia.

Tratamiento 2 (T2): 5% “ “

Tratamiento 3 (T3): 10% “ “

### 3.5 Composición y elaboración de las dietas experimentales

**Cuadro 8 Composición de las diferentes dietas usadas en el experimento**

Ingredientes	T1	T2	T3
Canavalia	0%	5%	10%
Sorgo	30	30	30
Maíz	30	25	25
Semolina	30	30	25
Kult	8.5	8.5	8.5
Piedra caliza	0.5	0.5	0.5
Sal común	1	1	1
Total	100	100	100

**Cuadro 9 Valor Nutritivo de las diferentes dietas**

Nutrientes	Tratamientos		
	I	II	III
MS	88.83	87.28	87.25
PB	13.89	14.73	15.22
Grasa	4.36	3.99	4.025
FB	6.85	7.50	7.686
Ceniza	4.35	4.45	4.31
ELN	69.03	67.8	67.27
CHO	73.93	74.94	74.64
Energía	423.488	428.8755	430.81425

Lab. de bromatología UNA,1996

### **3.6 Preparación de la ración**

La canavalia utilizada en el experimento, se obtuvo de la producción total del centro. El grano pasó un proceso de tostado: colocando cierta cantidad de grano en un perol de hierro sobre el fuego una vez que éste se calentara. Este proceso se realizaba en un periodo de una hora hasta que el grano tomara un color dorado luego se extendía sobre sacos para que se enfriara durante 30 - 60 minutos, posteriormente se procedía a pelar el grano, finalmente era molido para agregarse a las raciones.

Los ingredientes utilizados se sometieron a un proceso de mullido en la planta procesadora de alimentos para animales, cada tratamiento se preparaba por separado una vez pesado cada ingrediente se mezclaban en la máquina mezcladora conformando así las tres dietas utilizadas, las cuales fueron almacenadas de manera independiente en sacos macen.

### **3.7 Diseño Experimental**

Para el análisis de variables en estudio, se utilizo un Diseño Completamente al Azar (Pedroza, 1993). El diseño empleado utiliza tres tratamientos con tres observaciones cada uno.

Para el análisis de varianza se utilizó el siguiente modelo aditivo lineal.

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

donde

$$i = 1,2,3 \quad 3 \quad \text{tratamiento}$$

$$j = 1,2,3 \quad 3 \quad \text{observaciones}$$

$Y_{ij}$  = j-ésima observación del i-ésimo tratamiento.

$M$  = Es la media poblacional a estimar.

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$E_{ij}$  = Efecto aleatorio de variación (Error experimental)

La separación de medias para cada variable se realizó mediante el procedimiento de la prueba de Duncan.

### **3.8 Manejo del experimento**

Los cubículos donde se desarrolló el experimento, fueron debidamente lavados y desinfectados con agua, creolina y pinesol. También se limpio la pila aséptica y zanja de desagüe, para evitar creaderos de insectos y posibles focos de enfermedades de los cinco cubículos que se utilizaron; cuatro fueron divididos completando nueve repeticiones para los tres tratamientos en estudio. Para ello se utilizaron barandas de madera y tubos. Se colocaron dos cerditos por cada repetición los que fueron seleccionados al azar una vez que fueron destetados (a los 45 días).

Después de haber ubicado a los cerdos, como se indicó anteriormente, se procedió a proporcionar alimento y agua a voluntad durante una semana con el fin de disminuir el estrés a los mismos y para que se fueran adaptando al tipo de alimento (concentrado). También se desparasitó, vitaminó y se aplicó la dosis de hierro.

La alimentación durante el experimento era proporcionada diariamente por la mañana (7 PM) y por la tarde (3 PM) a razón de 0.9 Kg. De igual forma se recogía el alimento rechazado en cada tiempo y se registraba debidamente para su posterior análisis. El agua era proporcionada a voluntad.

El peso de los animales, primeramente se realizó antes del experimento, el que se registró como peso inicial, luego se registraba semanalmente como peso vivo para posteriormente realizar su debido análisis.

### **3.9 Variables que se evaluaron**

Las variables estudiadas fueron: Consumo de Alimento, Conversión Alimenticia, Ganancia media diaria y Peso vivo final.

#### **Consumo de Alimento**

Es la cantidad de alimento proporcionado a cada repetición durante todo el día menos el alimento rechazado en cada tiempo (mañana, tarde) antes de poner el nuevo alimento

Consumo = Alimento proporcionado - Alimento rechazado  
(Gr./día).

#### **Conversión Alimenticia**

CA = Total alimento consumido (Kg) entre la ganancia de peso (Kg).

C.A = Consumo / G. Peso

#### **Ganancia Media Diaria**

Los cerdos se pesaron por repetición una vez por semana tomando como dato inicial la semana anterior y como dato final la semana en turno, se restaron estos datos, dividiéndose después entre el número de días. (7).

GMD = Ganancia media diaria

$$GMD = \frac{\text{Peso Vivo final (Kg)} - \text{Peso Vivo inicial (Kg)}}{\text{Número de días}(7)}$$

## **Peso Vivo Final**

Este peso fue considerado como el peso final por semana, dato que se registraba para hacer las respectivas comparaciones y análisis, y se consideró casi el último peso tomado en el final del período del experimento.

### **3.10 Análisis Financiero**

Con los costos de materia prima y los rendimientos productivos obtenidos se realizó un análisis de los costos por kilogramo a las dietas que contenían cero, cinco y diez por ciento de inclusión de canavalia, calculando:

- Costo de cada Kilogramo de ración
- Costo total de alimento consumido por cerdo
- Valor del animal (peso vivo)
- Utilidad neta

Para obtener el costo de un kilogramo de ración durante el experimento, se multiplicó el costo de cada kilo de materia prima por la cantidad de ingredientes utilizados en la preparación de 100 kilogramos de ración (Cuadro 1 A, anexo). Para calcular el valor total del alimento consumido por cerdo, se multiplicó el costo de un kilogramo de ración por el total del alimento consumido en promedio por cerdo (Cuadro 2 A, anexo). El cálculo del valor total del animal (peso vivo final) se multiplicó el peso total por cerdo por el valor del kilo de cerdo en pie en el mercado (Cuadro 3 A, anexo).

Se dividieron los datos en ingresos y egresos, tomando el costo de la alimentación como egreso y las ventas como ingreso ( cuadro 2 A y 3 A, anexo ).

Luego se realizó un análisis de presupuestos parciales, los cuales permiten determinar el margen resultante de la situación de rubro, además si fuese o no conveniente económicamente realizar el cambio. Los componentes de este análisis se observan en el cuadro 10.

**Cuadro 10 Componentes del análisis financiero realizado para el experimento**

ANALISIS			
Comparación	A	B	Utilidad
Tratamiento 1 con Tratamiento 2	1) Costos adicionales Alimento consumido (Kg) por costo del alimento (c\$ / Kg)/trat.	3) Ingresos nuevos peso ganado (kg) por costo de kg. en pie /tratamiento	
Tratamiento 1 con Tratamiento 3  Tratamiento 3 con Tratamiento 2	2)Ingresos reducidos, Peso ganado en (kg.) C\$ / kg. en pie.	4)costos reducidos, alimento consumido (kg.) por costo del kg. del alimento / tratamiento.	
Total	(1 + 2)	(3 + 4)	B - A (3+4)-(1+2)

La diferencia entre las nuevas entradas A y las nuevas salidas B indican la utilidad (B - A) resultante del cambio. Si fuera negativa la utilidad obtenida o resultara muy pequeña el cambio no se justifica o sea no se llevaría a efecto.

Esta metodología se empleo para las siguientes combinaciones entre los tratamientos:

- a- Tratamiento 1 con el tratamiento 2 donde el T1 es el alimento a sustituir y el T2 el alimento a introducir.

- b- Tratamiento 1 con el tratamiento 3 donde el T1 es el alimento a sustituir y el T3 el alimento a introducir.
  
- c- Tratamiento 2 con el tratamiento 3 donde el T2 es el alimento a sustituir y el T3 el alimento a introducir.

## IV RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 11 podemos apreciar el comportamiento de las variables estudiadas para cada uno de los tratamientos.

**Cuadro 11 Totales por tratamiento de las diferentes variables por cerdo durante el experimento**

Tratamiento	Consumo (g.)	Conversión A. (g)	GMD (g.)	PVF (kg.)
0 %	796.395	6.749	21.30	11.75730
5 %	563.304	2.139	40.30	13.47330
10 %	607.748	5.016	25.32	13.83670

### 4.1 Consumo de Alimento

Al finalizar el experimento se obtuvieron consumos totales por cerdo (cuadro 11) de 796.395 g, 563.304 g, y 607.748g, para los tratamientos 0%, 5% y 10% de inclusión de canavalia respectivamente. Como se puede observar los tratamientos 0% y 10% de inclusión obtuvieron los consumos más altos, siendo el 5% de inclusión el de más bajo consumo. Esto posiblemente se debe a una serie de dificultades que presenta el grano de canavalia para ser empleado en la alimentación porcina. En primer término una inhibición en el consumo voluntario de alimento por parte de los animales (Belmer y Morris 1995; citado por ( Ly 1996). En segundo termino el proceso del tostado del grano permite la inclusión de ciertos niveles de frijol de canavalia en dietas convencionales (G. Pérez, 1995; citado por a- Ly 1996), pero disminuye la digestibilidad de la proteína in vitro desde 86.9 % en el grano crudo hasta 54.7 % en grano tostado (Ly, Martínez y Pérez 1995, citado por a - Ly, 1996).

También se considera la influencia de los factores climáticos (temperatura, humedad, radiaciones solares, etc.) por la ubicación de la granja de norte a sur (anexo).

Los resultados del análisis de varianza para esta variable se pueden observar en el consolidado del ANDEVA (cuadro 12).

**Cuadro 12 Análisis de varianza (ANDEVA) para el consumo de alimento**

Fuente de Variación	GL	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Total	8	91,973.3255			
Tratamiento	2	91,893.5039	45,946.751	3,453.71	0.0001
Error	6	79.8216027	13.3036		

El cuadro nos muestra que existe efecto entre los tratamientos, es decir que al menos un par de los tres tratamientos evaluados muestran diferencias reales en cuanto a la capacidad de consumo. Al menos un par de los tratamientos, induce a consumir diferentes cantidades de alimento.

**Cuadro 13 Separación de medias Duncan para la variable consumo**

Tratamiento	Medias	Agrupación Duncan
0 %	796.400	A
10 %	607.765	B
5 %	563.304	C

Según la separación de medias Duncan (cuadro 13), se refleja que los tratamientos 1, 2 y 3 con 0%, 5% y 10% de inclusión de canavalia respectivamente son diferentes al  $P < 0.05$  al mismo tiempo indica que el conjunto de tratamiento comparado puede separarse en tres categorías estadísticas diferentes, en primer lugar el tratamiento 0 % de inclusión que presenta el mayor consumo, en segundo el tratamiento 10 % de inclusión y en tercer lugar el tratamiento 5 % de inclusión. Se considera que el bajo consumo en el tratamiento 5% y 10% de inclusión se debió a la ubicación de la granja (norte-sur) permitiendo que los cubículos utilizados en los tratamientos 2 (5%) y 3 (10%) recibieran la incidencia directa de los factores climáticos.

## **4.2 Conversión Alimenticia**

Los resultados obtenidos para esta variable fueron: 6.749(g), 2.139(g) y 5.016(g), para los tratamientos 0, 5 y 10 % respectivamente, cada una de estas cantidades nos indican la cantidad de alimento necesario para producir carne.

Como se puede apreciar en el cuadro 11 el tratamiento 5 % es el que presenta mejor conversión alimenticia obteniendo 2.139g, dicho resultado no es el óptimo para cerdos de 10 - 20 Kg de peso vivo comparado con 2.11 sugeridos por la NRC 1988 (citado por Rahway, 1993) para cerdos de esta categoría. Sin embargo, comparado con los tratamientos 0 y 10 % fue el de mejor resultado. Esto posiblemente se debió al mejor aprovechamiento del alimento consumido y a los niveles de inclusión de canavalia en la ración del tratamiento dos (5%). Rodríguez 1976, citado por Blandino 1994, también establece que cerdos destetados hasta que alcanzan los 40 Kg de PV obtienen una conversión alimenticia de 2.67g.

No se descarta que esta baja en la eficiencia alimenticia pudo ser debido al alto contenido de fibra (6.85, 7.50, 7.68 para los tratamientos 0%, 5% y 10% respectivamente) que resulta mayor que los reportados por Blandino, 1994 para la categoría de crecimiento que debe ser de 3 - 4 por ciento; lo que provoca una limitación del tracto digestivo de los cerdos ya que estos tienen una menor capacidad de utilización de la fibra bruta en comparación con otras especies (bovino), (Blandino, 1994).

También Blandino, (1994) afirma; "Altos niveles de fibra reducen la digestibilidad de la materia seca de la ración, el crecimiento y la eficiencia alimenticia, reducen en todo caso el valor energético de la ración, y Escamilla (1972) confirma que proporcionando más cantidad de fibra bruta a la ración disminuye el crecimiento y hace menos eficiente la utilización de los alimentos.

Así mismo, los bajos niveles de proteínas en las dietas influyen en los bajos porcentajes de la conversión alimenticia de los cerdos. Según Blandino (1994) la proteína tiene gran

influencia sobre la calidad de la canal, sobre la conversión alimenticia y sobre la ganancia de peso vivo.

En cuanto a esta variable los resultados se pueden consultar en el cuadro 14 del ANDEVA, donde se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos estudiados.

**Cuadro 14 Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia**

FV	GL	SC	CM	Valor F.	Pr >F
Total	8	4831.8833			
Tratamiento	2	1560.9241	780.4625	1.43	0.3102
Error	6	3270.9583	545.1597		

CV = 72.2478

Aunque el análisis de varianza demuestra que no existe ninguna diferencia significativa entre los tratamientos, podemos observar (cuadro 11) que el tratamiento dos (5% de inclusión) es el que presenta mejor conversión de alimento (2.139) con relación a los tratamientos 0% y 10% (6.749 y 5.016 respectivamente).

### **4.3 Ganancia Media Diaria**

Al finalizar el experimento, se obtuvieron ganancias diarias por cerdo promedio de 21.30g, 40.30g y 25.32g, para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente.

Cunha (1968) establece que para cerdos en fase de crecimiento y de acabado, con pesos vivos de 10 - 20 Kg deberán de esperar ganancias diarias de 0.50 kg./día. Es importante señalar que a este parámetro Cunha no incluye ningún factor de seguridad que tenga en cuenta la destrucción de nutrientes en el pienso ni los factores de estrés u otras circunstancias que puedan incrementar las cantidades precisas de nutrientes .

También Rahway (1993), expresa; que cerdos con pesos de 10 - 20 Kg deberán obtener ganancias diarias de 0.450 kg./día. Es importante señalar que estas dietas son a base de harina de maíz y soya con 5 - 20 % de productos lácteos.

Como se observa en el cuadro 11 el tratamiento 5% de inclusión con 40.30g obtuvo mayor ganancia de peso, debido posiblemente no al consumo del alimento pero si al mejor aprovechamiento del mismo, por que este tratamiento fue el que expresó menor consumo. Sin embargo obtuvo el mejor peso (cuadro 11). Después del tratamiento tres (10%).

Los resultados del análisis de varianza para esta variable se puede observar en el consolidado del ANDEVA ( cuadro 15 ).

**Cuadro 15 Análisis de varianza para la variable Ganancia Media Diaria**

FV	GL	SC	CM	Valor F.	Pr > F
Total	8	1170.9674			
Tratamiento	2	601.4990	300.7495	1.54	0.2880
Error	6	1169.5184	194.9197		

CV=

Aunque el ANDEVA muestre que entre los tratamientos no hay diferencias entre sí ( $P < 0.05$ ), se puede observar que los tratamientos 2 (5%) y 3(10%) son los que muestran mayor ganancia de peso con respecto al testigo, siendo el trataminto 2 mayor que el tratamineto 3 (10%), esto puede ser atribuido a los factores antinutricionales altamente tóxicos que aún no se han podido neutralizar completamente debido a que los tratamientos drásticos en algunos casos puede disminuir la digestibilidad de esta fuente proteica (Pérez, 1995, citado Ly, J. 1996 a).

#### **4.4 Peso vivo final**

Esta etapa ( crecimiento) del ciclo vital ha sido considerada arbitrariamente como el periodo comprendido entre el destete (generalmente entre cinco y seis semanas de edad) hasta que el cerdo alcanza unos 45 Kg de peso corporal. ( Cunha 1969).

Según Escamilla, (1972), el más importante de los factores que producen el aumento de peso es la alimentación, principalmente en los primeros periodos de la vida del animal, cuando se inicia el vigor y necesita altas proporciones de alimento nutritivo; pues si se le reduce la alimentación en las primeras épocas de vida y durante el periodo del crecimiento se traducirá en caracteres graves en perjuicio de la vida del animal

Al finalizar el experimento los datos obtenidos para esta variable fueron: 11.75770 Kg; 13.4733 Kg y 13.8367 Kg para los tratamientos 0, 5 y 10 % respectivamente, sin embargo estos pesos no se aproximan a los citados por Cunha (1960), debido posiblemente a los bajos pesos iniciales (cuadro 16) que obtuvieron al momento de dar inicio el experimento

**Cuadro 16 Pesos iniciales de los cerdos en experimento**

Tratamientos	Pesos (Kg)
0 %	11.04
5 %	12.03
10 %	12.73

Así mismo, el tipo de alimentación que es proporcionada a lechones y cerdas en su periodo de gestación y lactación, como lo cita Escamilla (1972) según la alimentación que se les proporcione a las cerdas y a los lechones, siendo este el medio de que presenten los cerdos pesos elevados cuando se les destete.

Cabe señalar que las raciones proporcionadas a los cerdos en la granja no son balanceadas ni diferenciadas, al mismo tiempo que son a base de maíz y sorgo garantizando así un 13% de proteína ( cuadro 9) para todas las categorías.

Los resultados del análisis de varianza se pueden observar en el consolidado del ANDEVA cuadro 17, el cual resultó para la fuente de variación tratamiento significativo (0.05).

**Cuadro 17 Análisis de varianza para la variable peso vivo final**

F. Variación	GL	SC	CM	V.F	Pr > F
Total	8	9789430.222			
Tratamiento	2	7400294.222	3700147.1	9.29	0.0145
Error	6	2389136.000	398189.3		

CV = 48.18972

Según la separación de medias (cuadro 18) se puede observar que el tratamiento 2 y 3 con 5% y 10 % de inclusión del grano de canavalia respectivamente, no son diferentes para  $P < 0.05$ , siendo el tratamiento 1 diferente de ambos.

**Cuadro 18 Separación de medias Duncan para la variable peso vivo final**

Tratamiento	Medias	Prueba de Duncan
10 %	13.8367	A
5 %	13.4633	A
0 %	11.7573	B

#### **4.4 Análisis financiero**

En el cuadro 19 se explica de manera sencilla lo que posiblemente sucedería económicamente al utilizar el grano de canavalia en la alimentación de cerdos en crecimiento.

**Cuadro 19 Análisis de presupuestos parciales para los tres tratamientos  
(en córdobas)**

Comparación	A	B	Utilidad
I T1 – T2	<p>1-Costos Adicionales Alimento con 5% de inclusión: C\$39.361754</p> <p>2Ingresos Reducidos Venta de cerdos en pie alimentados con dieta básica: C\$135.4815</p> <p>1+2 = C\$ 174.843254</p>	<p>3- Ingresos nuevos Venta de cerdos en pie alimentados con 5% de inclusión: C\$ 155.5785</p> <p>4-Costos Reducidos Alimento de la dieta básica: C\$50.007693</p> <p>3+4 = C\$ 205.58619</p>	B - A = C\$30.74294
II T3 – T1	<p>1CostosAdicionales Alimento con 10% de inclusión: C\$ 45.537206</p> <p>2-IngresosReducidos Venta de cerdos en pie alimentados con la dieta básica: C\$ 135.4815</p> <p>1+2 = 81.01817</p>	<p>3-Ingresos Nuevos Venta de cerdos en pie alimentados con 10% de inclusión: C\$159.7365</p> <p>4-Costos Reducidos Alimento con 0% inclusión: C\$ 50.007693</p> <p>3+4 = C\$ 209.74419</p>	B - A = C\$ 28.72549
III T3 – T2	<p>1Costos Adicionales Alimento con 10% de inclusión: C\$45.537206</p> <p>2-IngresosReducidos Venta de cerdos en pie alimentados con 5% de inclusión: C\$ 155.5785</p> <p>1+2 = C\$ 201.1157</p>	<p>3- Ingresos Nuevos Venta de cerdos en pie alimentados con 10% de inclusión: C\$ 159.7365</p> <p>4-Costos Reducidos Alimentados con 5% de inclusión: C\$ 39.361754</p> <p>3+4 = C\$ 199.09825</p>	B - A =C\$ -2.01745

En el cuadro anterior (19) podemos observar que para el primer análisis, el cual es la sustitución del tratamiento uno por el tratamiento dos se obtiene una utilidad positiva de C\$ 30.74 por cerdo, lo que indica que se pueden llevar los cerdos destetados(45días) a la etapa de crecimiento y alimentarlos con una dieta con 5% de inclusión de la semilla de canavalia. Es decir, que resulta llevar a efecto la sustitución del tratamiento uno por el tratamiento dos.

En cuanto al análisis 2 tenemos sustitución del tratamiento 0% por el tratamiento 3, al igual que el análisis anterior se obtuvo una utilidad positiva de C\$ 28.72 por cerdo por lo que se deduce que esta dieta (T1) puede ser sustituida por la dieta del tratamiento 3 que sé esta introduciendo. Sin embargo las utilidades obtenidas son menores al ser comparadas con la obtenida con el tratamiento 2.

En el tercer análisis; la dieta con 5 por ciento de inclusión de canavalia (T2) es sustituida por la dieta con 10% de inclusión (T3). Dio resultados negativos, es decir, utilidades de -2.01745, determinando que dicha sustitución (T2 por T3) no resulta llevarla a efecto ya que no genera ganancias a favor del centro.

## **V CONCLUSIONES**

Después de evaluar los diferentes tratamientos en la etapa de crecimiento se llegó a las siguientes conclusiones.

- Al suministrar niveles de 5% y 10% de inclusión del grano de canavalia, se obtuvieron mejores ganancias de pesos ( $P < 0.05$ ) que al suministrar dieta base (tratamiento 1).
- Al suministrar niveles de 5% de inclusión se obtuvo mejor Conversión Alimenticia.
- Los menores costos por alimento se obtuvieron con el tratamiento base + 5% de inclusión de canavalia en la etapa de crecimiento.
- Que las leguminosas constituyen una alternativa en mejorar la alimentación de los cerdos para pequeños productores y principalmente para el Centro de Capacitación Vivian Hernández para el cual está dirigido el presente trabajo.

## **VI RECOMENDACIONES**

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

- Realizar estudios en la etapa de desarrollo y engorde utilizando el grano de canavalia con una dieta base de alto contenido protéico.
- Determinar los niveles máximos de inclusión de canavalia ensiforme en raciones para cerdos en crecimiento y desarrollo, así como compararlas con otras fuentes proteicas comerciales.
- Aplicar sistemas de tratamientos previos al grano de canavalia como cocción y tostado eliminando la cáscara de la semilla para evitar su efecto tóxico.

## VII BIBLIOGRAFIA

- ALEMAN, R.; FLORES, M. 1993. Algunos datos sobre Canavalia ensiformis. Centro Internacional de Información sobre cultivos de cobertura (CIDISCO, Honduras). no.10: 1 - 4.
- ALIMENTACION DEL CERDO DE HOY; Distinta Proporción de Minerales. 1978. Centro de Investigación y Desarrollo para la Agricultura en el estado de Ohio (CIDAIO). Revista Agricultura de las Américas (EU) 27 (11) : 28-34.
- ALZATE, H.L A. 1976. LOS CERDOS 1Ed. Bogotá - Colombia, Editorial 2000. No pág. 127.
- BLANDINO, R. 1994. Nutrición y Alimentación del Cerdo. Facultad de Ciencia Animal. U.N.A. Managua, Nicaragua. 60 p.
- CAJINA, A. Diagnóstico de la Situación de la ganadería e industrias afines en Nicaragua Managua, Nicaragua. Ministerio de Agricultura y Ganadería (M.A.G). 44 p.
- CAMPABADAL C.M.; Navarro, G.M 1994 Alimentación de Cerdos para Maximizar los Rendimientos Económicos. Asociación Americana de la Soya. (A.SA, México) no.132 : 1 - 12.
- CARROL, W. E.; KRIDER. J.L. 1967. Explotación del cerdo. Trad. por Andrés Suárez y Suárez. Zaragoza, España, Acribia. 475 p.
- CRIA Y ENGORDE de cerdos. 1996. Revista del campo los productores. (Nic.) no. 51: 45 - 52.
- CUNHA, T. J. 1960. Alimentación del cerdo. Trad. por Eduardo Zorita T. Acribia. España. p: 160 -161; 167 - 170.
- CUNHA, T. J. 1968. Resientes avances en nutrición del cerdo. Trad. por Pedro Ducar. Zaragoza, España, Acribia. 205 p.

- CUNHA, T. J; Wallace H. O. 1969. Porcino cultura tropical; Trad. por Eduardo Zorita. Zaragoza, España, Acribia. . 205 p.
- DIAS, R. 1965. Ganado Porcino. 3 ed. Salvat. Editores S.A. México. 663 p.
- ESCAMILLA, A, L. 1972. El Cerdo, su Cría y Explotación. 1 ed. Continental S.A México. 254 p.
- FERREIRO, M.M; Farinas, T. 1990. Guía técnica sobre alimentación del verano; Forrajes con potencial para alimentación de verano. Managua, Nicaragua, 23 p.
- FLORES, E.M. 1996. Práctica Aprobadas para la Producción Porcina. Trad. por Ramón Palazón. 1 Ed. Centro Regional de ayuda técnica (AID). México, Editorial Hermanos Herrera Scrs, S.A. 97 p.
- FLORES, M.J.A.; AGRAZ, G.A.A. 1981. Ganado porcino; Cría, Explotación, Enfermedades e industrialización. 3 ed. México, Nuñez, S.L. 1995. Crianza de cerdos.
- INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES. 1996. Servicio Metereológico Nacional, datos climáticos de la estación León. Informe anual Managua, Nicaragua. 12 p.
- INTEGRACION DE LEGUMINOSAS en sistemas locales de producción agropecuaria. 1993. PASOLAC, Guía Técnica. Managua, Nicaragua. 104 p
- JOERGENSON, E.M. 1966. Prácticas aprobadas para la producción porcina. Trad. por Ramón Palazón. 1 ed. Centro Regional de ayuda técnica (AID). México Editorial Hermanos Herrera Scrs, S.A. 97 p.
- JUERGENSON, G.C. ; Edwood, M. 1977. Practicas Aprobadas para la Producción Porcina. 6de. D.F, México, Herreros Hermanos Sucesores, S.A. 330 p.
- LUCAS, M. A. I.; Lodge, A.G. 1967. Alimentación de Lechones. Trad. Por Dr. Jaime Esain Escobar. Zaragoza, España, Acribia. 200 p.

- LY, J. 1996. -a Reseña Corta sobre Avances en Estudios de Procesos Digestivos en Cerdos Alimentados con dietas Tropicales no Convencionales. Revista computarizada de Producción Porcina(Cuba), 3(1) : 8-17.
- LY, J. 1996. -b Reseña Corta sobre Aspectos Fisiológicos de la Utilización en Cuba de Leguminosas en cerdos . Revista computarizada de Producción Porcina(Cuba), 3(3) : 1-11.
- MAIRENA, M. 1995. Crisis Porcina. Revista del Campo los productores. (Nic.). no. 40: 7-11.
- MICHAELIS, C.; Vanegas, O. 1986. Leguminosas Forrajeras en Nicaragua. UCA Managua, Nic. 386 p.
- MINSON, D.J.; Wilson, J.R. 1980 Comparative Digestibility of Tropical and Temperate Forage a Contrast between grasses and Legumes. Trad. por Jymme Membreño. Austr. Inst. Agric. Sci. 247-249 p.
- MORRISON, B. F. 1951. Alimento y alimentación del ganado; Fundamentos de la Nutrición animal. Trad. por José Luis de la Loma. 21 a. ed. D. F. México, Intercontinental S. A. 722 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1973. Nutrient requeriment of domestic animals: Swine. National Academy Science. Washington, D.C.
- NUÑEZ, S. L. 1995. Crianza de cerdo en Nicaragua; Alto costo, poca ganancia. Revista del campo los productores.(Nic.) no. 40: 12- 13
- NUTRICION DEL CERDO en Nicaragua. 1970. Managua, Nic. Ministerio de agricultura y Ganadería. 57 p.
- OSEGUEDA, M. E. 1970. Comparación de maíz opaco-2, maíz amarillo y sorgo en raciones para cerdos en crecimiento. Tesis. Managua, Nic, Universidad Nacional Agraria. 24 p.

- PADILLA, J.; ZAMORA, J.; Madriz, f. 1992. Caracterización de leguminosas nativas. Tesis. Estelí, Nicaragua, Escuela de agricultura y ganadería de Estelí (EAGE) 30 p.
- PALACIOS, A.R. 1997. Evaluación del Efecto de Incluir los granos de Leguminosas (*Canavalia ensiformis*, *Vigna sinensis* y *Stizolobium deeringianum*) en la Suplementación Concentrada de Vacas Lecheras. Tesis. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria (U.N.A). 62 p.
- PEDROZA, H. 1993. Fundamento de Experimentación Agrícola. Managua, Nicaragua. Editorial Arte. 204 p.
- POND, W.G.; Maner, J.H.. 1974. Producción de cerdos en climas templados y tropicales. Trad. por Pedro Ducar Malvenda. Zaragoza, España, Acribia. 875 p.
- PRODUCCION DE CERDOS. 1965. 3 ed. Ed. Centro Regional de Ayuda Técnica (CRAT) Trad. por Swine Production. México, Libros de México S.A 35 p.
- RAHWAT, N. J. 1993. Manual de veterinaria (Merk); Nutrición de los cerdos. 4 ed. Barcelona, España, Océano Centrum. 1436 - 1447 p.
- REYES, R. M. 1988. Fuentes Proteicas no Tradicionales para Alimentación de Cerdos en Crecimientos en Nicaragua. Tesis. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 45 p.
- RIVERA, D. A; Silva, G. A. 1996. Evaluación de la inclusión de yuca (Manihot esculenta Cranz) y Suero en la Alimentación de Cerdos en las Etapas de Desarrollo y Engorde. Tesis. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 65 p.
- RUIZ, J.A.; Vega, j.; Blanco, C.A. 1978. Situación Actual de la Producción Porcina en Nicaragua. Encuentro (Nic.) no.13: 31-35

SANCHEZ, M. ; Pérez, K. 1992. Principales Razas de Cerdos en Nicaragua; Aumento de Crianza y Matanza de cerdo en Nicaragua. Trabajo de Curso. Managua, Nicaragua, Recinto Universitario Carlos Fonseca Amador. 30 p.

SCARBOROUGH, C.C. 1965. Cría del Ganado Porcino. Trad. por Edsel J. Bixeler. Limusa. Méx. 317 p.

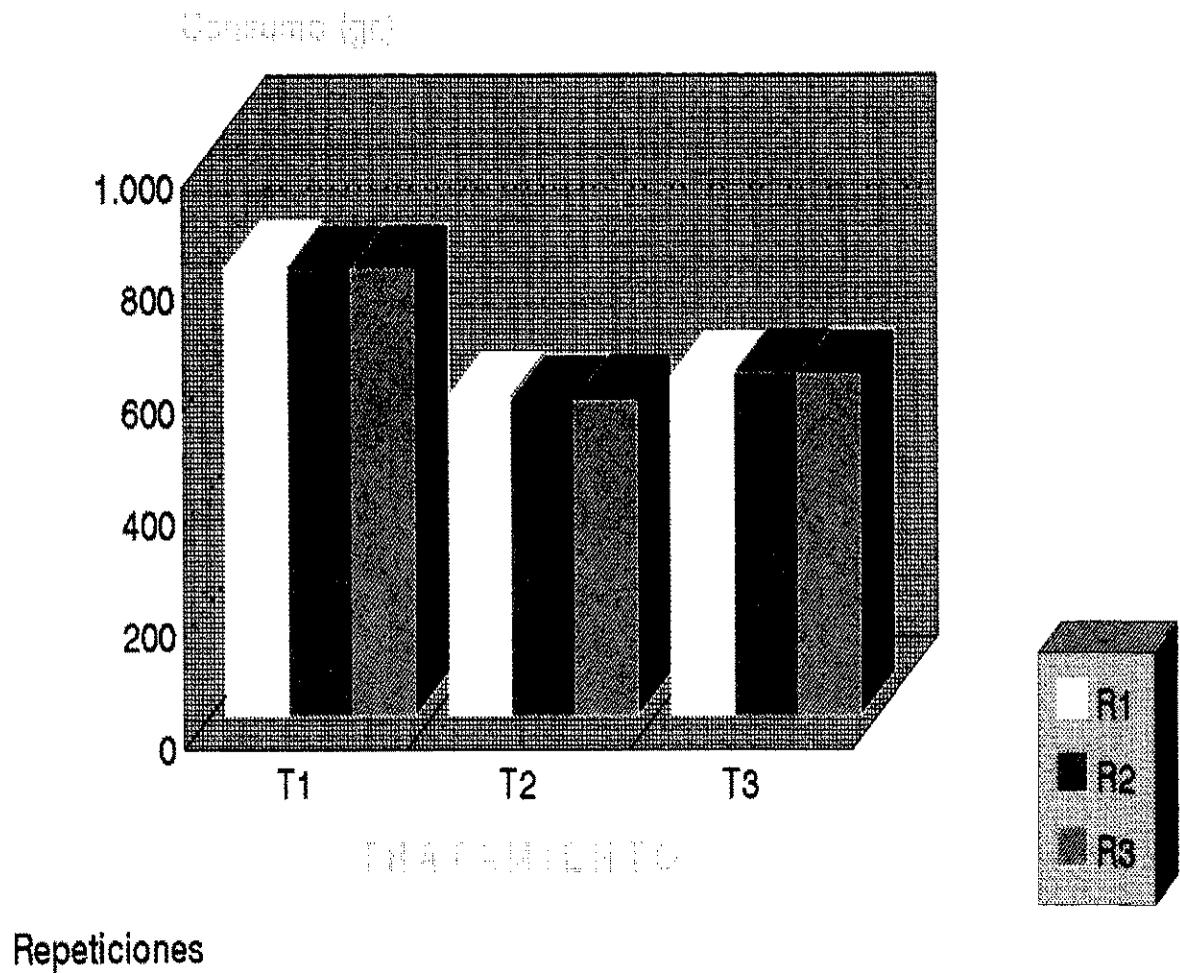
SEQUEIRA, F. H. 1975. Importancia de la Semolina en la Alimentación Porcina en Nicaragua. Tesis. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 91p.

SKERMAN, P. J. ; Cameron, D. G.; Riveros, F. 1991. Leguminosas Forrajeras Tropicales. Roma, Italia, F.A.O. 707 P.

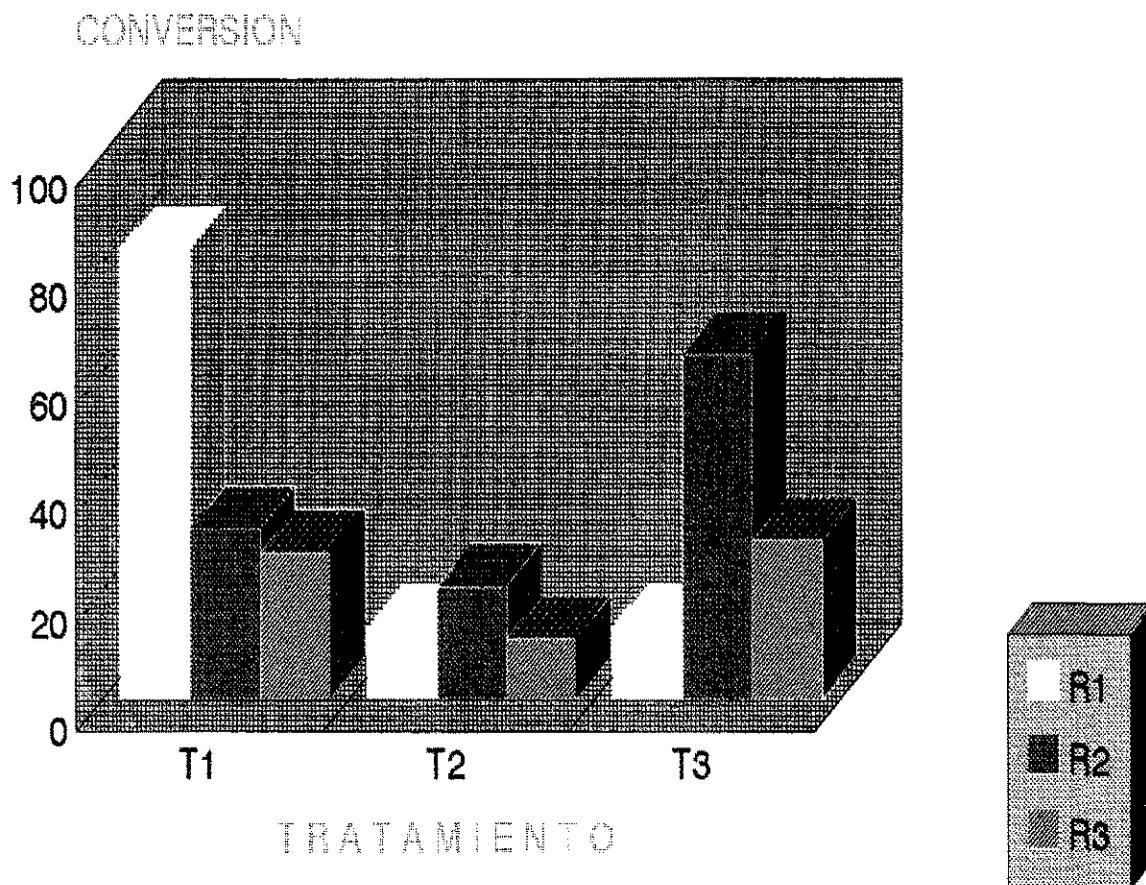
WHYTE, R.O.; Nilsson, G.; Trumble, H. C. 1967. Las leguminosas en la agricultura. La Habana, Cuba. 277 p.

# **VIII ANEXO**

# CONSUMO DE PIENSO EN 8 SEMANAS

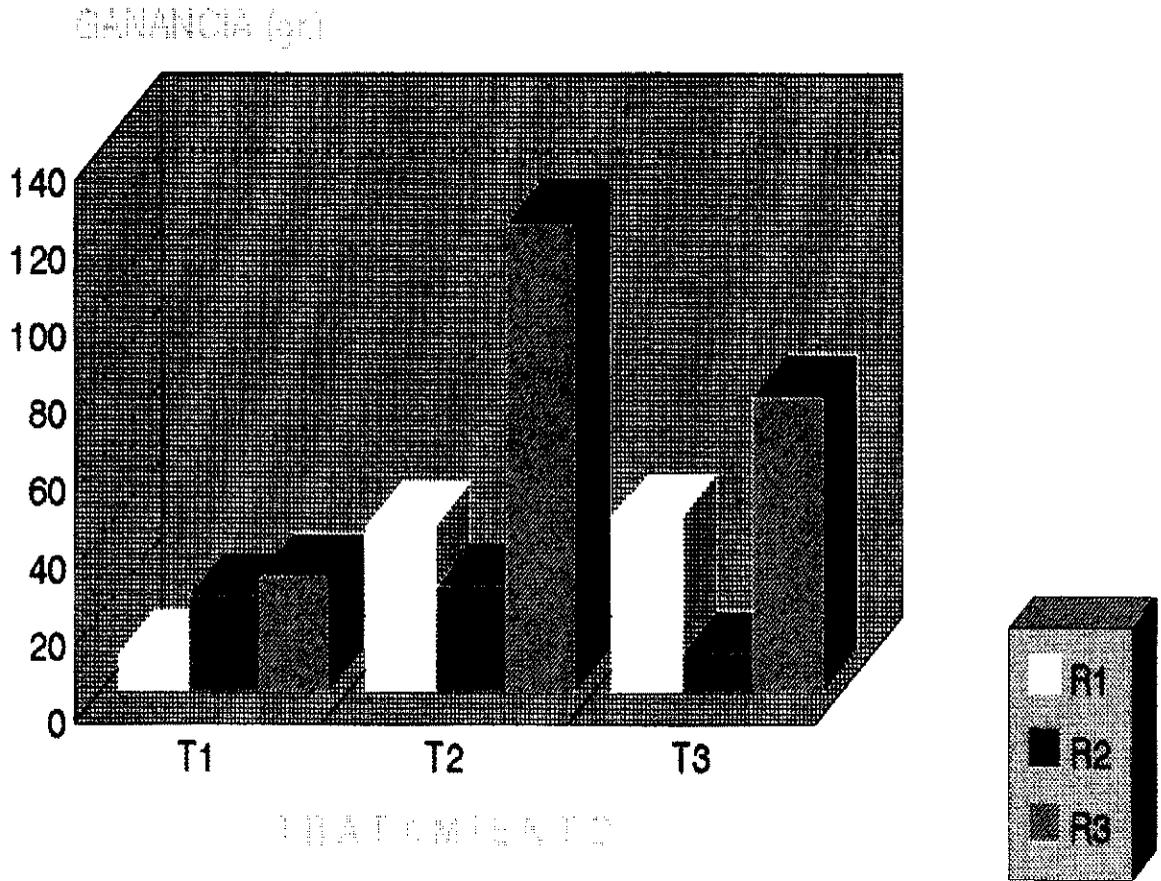


# CONVERSION ALIMENTICIA



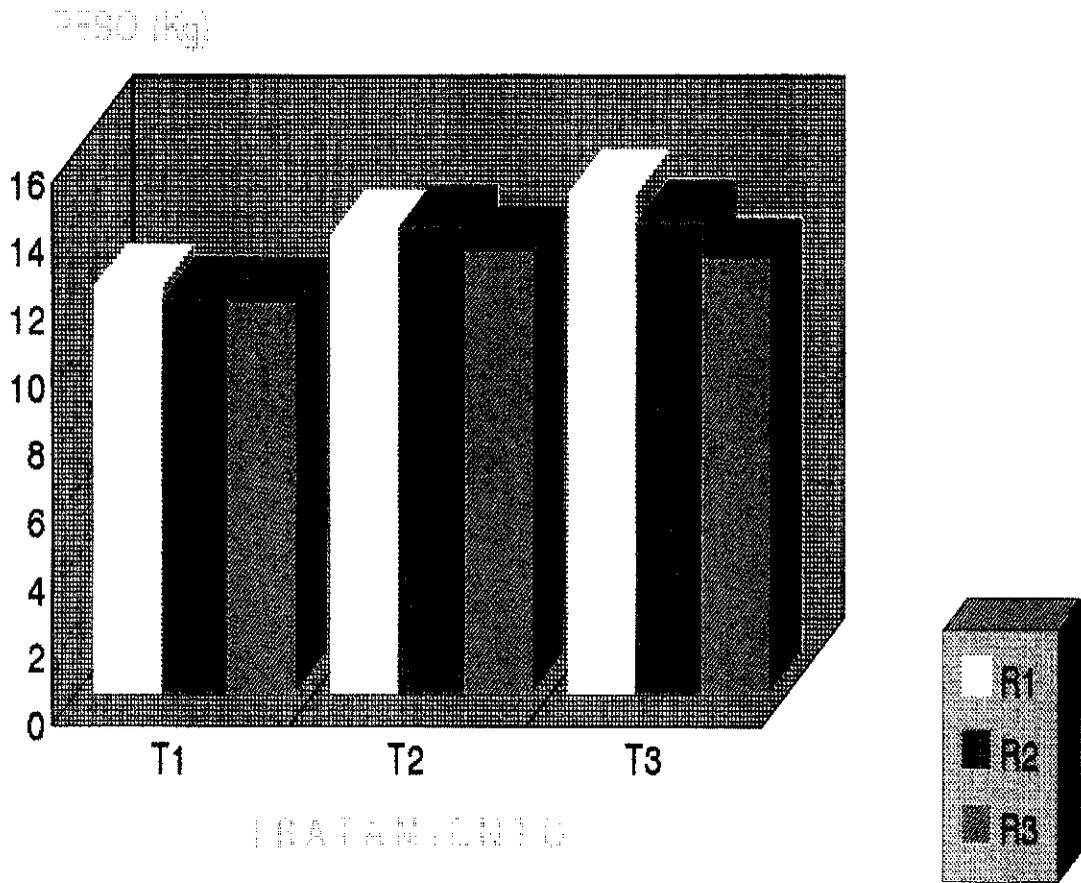
Repeticiones

# GANANCIA MEDIA DIARIA (gr.)



Repeticiones

# PESO VIVO (Kg.)



Repeticiones

### Consumo Total por Cerdo

$796.395\text{g} \times 56 \text{ días} = 44598.12\text{g} / 1000 = 44.59812 \text{ kg.}$

$563.304\text{g} \times 56 \text{ días} = 31545.024 / 1000 = 31.545024 \text{ kg.}$

$607.748\text{g} \times 56 \text{ días} = 34033.888 / 1000 = 34.033888 \text{ kg.}$

**Cuadro 2 A. Valor Total del Alimento Consumido por Cerdo**

Tratamientos	Valor 1Kg ración	Total de Alimento consumido	Costo Total
1	C\$ 1.121296	44.59812 Kg.	C\$ 50.007693
2	1.247796	31.545024 “	39.361754
3	1.337996	34.033888 “	45.537206

**Cuadro 3 A Valor del Peso Vivo Final**

Peso Promedio	Tratamiento	Valor 1 kg.	Total
11.73 kg.	1	C\$ 11.55	C\$ 135.4815
13.47 kg.	2	-	155.5785
13.83 kg.	3	-	159.7365

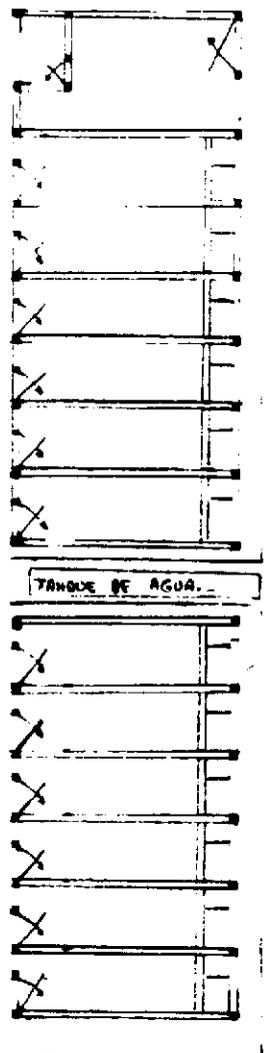
**Cuadro 1A El valor de un Kg. de la Ración.**

Ingredientes	Ración en Kg.				Costo de un Kg.			
	T1	T2	T3	Total	T1	T2	T3	Total
Sorgo	0.3	0.3	0.3	0.9	0.258984	0.258984	0.258984	0.776952
Maíz	0.3	0.25	0.25	0.8	0.297	0.2475	0.2475	0.792
Semolina	0.3	0.3	0.25	0.85	0.5148	0.5148	0.429	1.4586
Kult	0.085	0.085	0.085	0.255	0.04114	0.4114	0.04114	0.12342
Canavalia	-	0.05	0.1	0.15	-	0.176	0.352	0.528
Piedra Caliza	0.005	0.005	0.005	0.015	0.001232	0.001232	0.001232	0.003696
Sal Común	0.01	0.01	0.01	0.03	0.00814	0.00814	0.00814	0.02442
Total	1	1	1	3	C\$1.1212	1.247796	1.337996	3.707089





TOBOLERISPA



CUEICULO DIVIDIDO PARA EL EXPERIMENTO.

