

**ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

**EFFECTO DEL FRIJOL TERCIOPELO *Mucuna pruriens*, COMO FUENTE DE  
PROTEÍNA EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN CRECIMIENTO**

**Tesis presentada como requisito parcial para optar al  
título de Ingeniero Agrónomo en el grado  
académico de licenciatura**

**Por:**

**Luis Alfredo Flores Ortega**

**Honduras, 26 de abril de 1997**

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

Luis Alfredo Flores Ortega

Honduras, 26 de abril de 1997

Efecto del frijol terciopelo *Mucuna pruriens*, como fuente de proteína en la alimentación de cerdos en crecimiento.

Por:

Luis Alfredo Flores Ortega

Aprobada:

---

Marco Esnaola, Ph.D  
Asesor principal

---

Ing. Angel Suazo  
Coordinador PIA

---

Abel Gernat, Ph.D  
Asesor

---

Daniel Meyer, Ph.D  
Jefe de Depto.

---

Gladys Flores, M.Sc  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph.D  
Decano Académico

---

Keith Andrews, Ph.D  
Director

## DEDICATORIA

A DIOS, todopoderoso por guíarme siempre por el camino del bien.

A mí madre: Concepción Florinda Ortega Baquedano, por ser la persona que más a apoyado mi superación con mucho AMOR y paciencia. **Gracias mamá la quiero mucho.**

A mis hermanas: Karla Waleska e Iris Gabriela, por estar siempre a mi lado dandome su aliento.

A mi tía Marina Ortega, mi abuelita Francisca Baquedano por todos los años de su vida que dedicó a cuidarme, GRACIAS.

A mis primos especialmente a Diana Garcia por toda la dedicación y perseverancia en busca de solucionar problemas.

A José Trinidad Montoya Sierra y Fidelina Alcerro vda. De Colindres por su apoyo y desinteresada colaboración en la culminación de mis estudios. Gracias por hacer posible que llegara a este lugar.

## AGRADECIMIENTOS

A DIOS, todopoderoso por guíarme siempre por el camino del bien.

A mis asesores: Marco Antonio Esnaola Lewis, Ph.D, por su paciencia y dedicada colaboración en la elaboración de este trabajo.

Gladys Flores, M.Sc., por su asesoría, consejos y amistad. Gracias por escucharme.

Abel Guillermo Gernat Ph.D, por su asesoría, paciencia y amistad.

Agradezco también al Ing. Rogel Omar Castillo, por sus consejos oportunos y apoyo durante el tiempo que se desarrolló el experimento y la amistad brindada.

Un agradecimiento especial a José Trinidad Montoya y Fidelina Alcerro vda. De Colindres.

A la familia Trujillo López, por sus oraciones y apoyo moral de siempre.

A los maestros y todo el personal del Departamento de Zootecnia.

A mis compañeros de IV año gracias por su apoyo y amistad, cuenten todos con un amigo.

A los Ingenieros colegas: Mirko Gámez, Carlos Alvarado y Sandra Panting, gracias por su apoyo y colaboración.

## INDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Portadilla.....	i
Derechos de autor.....	ii
Aprobación.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Indice.....	vi
Indice de cuadros.....	vii
Indice de gráficos.....	viii
Indice de anexos.....	ix
RESUMEN.....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>2</b>
1. Frijol terciopelo como cultivo.....	2
2. Razones por las que se usa el frijol terciopelo.....	3
3. Factores antinutricionales en las leguminosas.....	4
4. Factores antinutricionales en las semillas.....	4
4.1 L-DOPA.....	4
4.2 Inhibidores de tripsina.....	5
4.3 Lectinas.....	6
4.4 Taninos.....	6
5. Efecto de los factores antinutricionales en monogástricos.....	7
6. Uso del frijol terciopelo en la alimentación humana.....	7
7. Frijol terciopelo en dietas de monogástricos.....	8
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
1. Localización.....	9
2. Animales.....	9
3. Alojamiento.....	9
4. Tratamientos experimentales.....	9
5. Variables medidas.....	11
5.1. Ganancia diaria de peso.....	11
5.2. Consumo de alimento.....	11
5.3. Conversión alimenticia.....	11
6. Diseño experimental.....	11
7. Análisis químicos.....	11
8. Análisis post-mortem.....	12
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>13</b>

1. Análisis químicos del frijol terciopelo.....	13
1.1. Composición química proximal.....	13
1.2. Análisis de L-DOPA.....	13
2. Ganancias diarias de peso y pesos finales.....	14
3. Consumo de alimento y conversión alimenticia.....	15
4. Análisis de sangre.....	17
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>19</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>20</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>21</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>24</b>

**INDICE DE CUADROS**

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Medidas de actividad de la tripsina (AT) y quimotripsina (AQT) a nivel del Ileón, de cerdos alimentados con dietas de distintos niveles antitripticos .....	6
2. Efecto mayor en monogástricos de granja (aves y cerdos) de FAN presentes en semillas de leguminosas .....	7
3. Formulación y aporte nutricional de las dietas de cada tratamiento .....	10
4. Composición química proximal de la harina de soya y de las harinas de frijol terciopelo bajo distintos tratamientos .....	13
5. Contenido de L-DOPA del frijol terciopelo bajo diferentes tratamientos .....	14
6. Pesos iniciales, finales y ganancias diarias de peso de cerdos alimentados con frijol terciopelo bajo distintos tratamientos .....	14
7. Consumo de alimento y conversión alimenticia de los cerdos alimentados con frijol terciopelo bajo distintos tratamientos .....	15
8. Resultados de análisis de sangre .....	18



**INDICE DE GRÁFICOS**

<b>GRÁFICO</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Efecto del tiempo de cocido (agua a 100°C) sobre la cantidad de L-DOPA en el frijol terciopelo .....	5
2. Relación entre ganancias diarias de peso y consumo de alimento de cerdos alimentados con frijol terciopelo sometido a diferentes tratamientos .....	16

**INDICE DE ANEXOS**

<b>ANEXO</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Contenido de aminoácidos del frijol terciopelo estandarizados a 88% de materia seca .....	24
2. Análisis de varianza de ganancias diarias de peso..... 25	
3. Análisis de varianza de pesos finales .....	
25	
4. Análisis de varianza de conversión de alimento .....	25
5. Análisis de varianza de consumo de alimento .....	26

## RESUMEN

Se realizó un experimento de alimentación con el objetivo de evaluar el grano de frijol terciopelo, como fuente de proteína en raciones de cerdos en crecimiento. Se utilizaron 60 cerdos híbridos comerciales (30 hembras y 30 machos castrados), cruces de las razas Landrace x Yorkshire x Duroc; con un peso inicial promedio de 28 Kg, que fueron distribuidos, de acuerdo al sexo y peso inicial en 15 grupos experimentales de 4 cerdos cada uno (2 hembras y 2 machos castrados). Los cerdos se asignaron en 3 grupos experimentales por tratamiento. Las dietas estudiadas fueron: 1) Dieta control a base de maíz más harina de soya como fuente principal de proteína. Reemplazo del 100% de la harina de soya por: 2) Harina de frijol terciopelo tostado; 3) Harina de frijol terciopelo cocido; 4) Harina de frijol terciopelo remojado; 5) Harina de frijol terciopelo crudo. Las dietas fueron formuladas basados en los requerimientos del NRC, (1988), con 15% de proteína cruda y los cerdos fueron alimentados *ad libitum*. Se realizaron controles de peso y consumo de alimento cada 14 días. Las variables estudiadas fueron: ganancias diarias de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. Los resultados se evaluaron de acuerdo a un diseño de Bloques Completamente al Azar. Se observó que a pesar de que los tratamientos de tostado, cocido y remojado redujeron entre 30 a 36% los niveles de L-Dopa con respecto al nivel del frijol crudo (3.99%), las ganancias diarias de peso, consumos de alimento y conversión alimenticia, de los diferentes tratamientos de frijol terciopelo fueron muy pobres y significativamente ( $P < 0.0000$ ), muy inferiores a las alcanzadas con el tratamiento control de maíz y soya. Se concluye que el cerdo es un animal muy sensible a los compuestos tóxicos del frijol terciopelo y que de los tratamientos empleados ninguno es recomendable para ser usado en la alimentación de cerdos en crecimiento.



**ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

**EFEECTO DEL FRIJOL TERCIOPELO *Mucuna pruriens*, COMO FUENTE DE  
PROTEÍNA EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN CRECIMIENTO**

**Tesis presentada como requisito parcial para optar al  
título de Ingeniero Agrónomo en el grado  
académico de licenciatura**

**Por:**

**Luis Alfredo Flores Ortega**

**Honduras, 26 de abril de 1997**

## I. INTRODUCCIÓN

La producción de cerdos en los últimos años está teniendo un aumento creciente debido a que representa una fuente de alimento proteico importante para la alimentación humana. Para poder mantener esta tendencia es necesario ser eficientes en su explotación y uno de los factores que representa los mayores costos es el alimento. Por eso se deben buscar fuentes alternativas de alimento que sean producidas con eficiencia en el trópico, especialmente las que aporten proteína a la dieta ya que estas son particularmente escasas.

El frijol terciopelo, *Mucuna pruriens* puede ser una fuente alternativa de proteína que posiblemente pueda sustituir la harina de soya en la dieta de cerdos. Esto debe ser investigado, ya que se sabe que contiene una serie de factores antinutricionales que limitan su uso en la alimentación tanto animal como humana.

Existen alrededor de 1500 especies de leguminosas que se han encontrado en estado silvestre en México y áreas de Mesoamérica. Estas pueden representar un fuerte potencial como fuente de proteína (De la Vega *et al.*, 1981); a pesar de que existen algunos estudios, el potencial de las leguminosas no se explota aún. Es necesario seguir investigando para determinar los diferentes tratamientos que podrían hacerse al grano de las leguminosas para que lo puedan consumir humanos y animales sin que sufran efectos negativos.

La experiencia que existe sobre el valor nutricional del frijol terciopelo para los cerdos y otros animales es muy escasa. Por ello los objetivos de éste experimento preliminar fueron:

- Determinar el efecto de la inclusión del frijol terciopelo en dietas de cerdos en crecimiento sobre la ganancia de peso, consumo de alimento y eficiencia de conversión.

- Determinar que tipo de tratamiento se debe aplicar al grano de frijol terciopelo para que se produzca la mejor respuesta en el desarrollo de los animales.

- Evaluar el efecto de distintos procesos térmicos y de remojo, sobre el valor nutricional del frijol terciopelo y sobre la presencia de uno de los factores antinutricionales principales que posee como L-DOPA.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 1. FRIJOL TERCIOPELO COMO CULTIVO.

El frijol terciopelo, es una leguminosa trepadora de origen asiático (China, Malasia o India), que en la actualidad sobresale entre las plantas que están siendo promovidas para usarse como abonos verdes o cultivos de cobertura en el trópico húmedo (Buckles, 1995).

Usado como cultivo de cobertura, en suelos poco fértiles y con alta pendiente, produce un efecto importante al proteger el suelo y aumentar el rendimiento del cultivo de maíz, con el que generalmente es asociado en fincas de pequeños agricultores. El aumento de los costos de harina de soya, que actualmente es la principal fuente de proteína usada en la formulación de raciones para cerdos, hace más interesante la posibilidad de que el frijol terciopelo se convierta en una fuente alternativa de proteína para ser usada en alimentación de cerdos y otros animales. Con ello se aprovecharía la disponibilidad que estos productores tienen de este frijol y de ésta manera se lograría que en un futuro no se siga dependiendo de las altas importaciones de harina de soya, que representan un alto costo en la ración.

El frijol terciopelo es una de las especies más populares, ya que es usada en la mayoría de los sistemas de agricultura de ladera tradicionales de Mesoamérica, así como en programas formales de investigación. Algunas de las razones por la que es popular: es una de las leguminosas que fija más nitrógeno, controla mejor las malezas, crece muy bien en suelos ya deteriorados y resiste bastante bien la sequía. También es resistente al exceso de lluvia (siempre y cuando haya buen drenaje) y se adapta a suelos ácidos con pH bajo, de menos de 4.5 (Flores, 1995).

Los cultivares de frijol terciopelo que son usados por los agricultores de Centro América, se caracterizan por ser una planta trepadora bastante agresiva, por lo cual cuando se asocia con maíz, debe podarse una a dos veces y no se puede asociar con cultivos de menor estatura.

Algunas de las condiciones en las que los pequeños agricultores explotan la tierra de ladera en Centro América son: el acceso limitado a la tierra, escasez de recursos económicos, fuertes pendientes y suelos frágiles. Bajo estas condiciones el uso de frijol terciopelo permite implementar sistemas de producción más sostenibles que son deseables desde el punto de vista del agricultor. Para ello los mismos agricultores han venido desarrollando y adoptando masivamente una rotación de maíz / frijol terciopelo que parece cumplir con los principales requisitos, para que se califique como un sistema de producción sostenible. Entre los efectos positivos que se logra con este sistema están: un mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo, así como de todas las interacciones favorables entre todos estos componentes (Triomphe, 1993).

Con todas estas ventajas orgánicas que presenta el cultivo de frijol terciopelo, se hace necesario investigar el uso potencial que el grano de frijol terciopelo pueda tener como alimento para los animales de la finca en general y los cerdos en particular.

## 2. RAZONES POR LAS QUE SE USA FRIJOL TERCIOPELO.

Entre las razones del por qué su cultivo se ha vuelto tan popular en sistemas de laderas de pequeños agricultores están el bajo costo para la conservación y enriquecimiento del suelo, su capacidad para controlar malezas y de mejoramiento de las condiciones físicas del suelo al aportar materia orgánica. También porque ofrece un alto aporte fijador de N al suelo, habiéndose encontrado hasta 340 g de nódulos por m<sup>2</sup> en campos de frijol terciopelo bien establecidos. Esto daría una aportación de 60 Kg de N fijado por hectárea. En este sentido datos de Brasil reportan rendimientos de 6800 Kg/ha de maíz utilizando como única fuente de N, abono verde de frijol terciopelo (Flores, 1995).

Los cultivos de cobertura son también una alternativa para reducir el uso de herbicidas, cuyo abuso provoca daños ecológicos considerables (Flores, 1993a). Esta característica puede ser el beneficio más importante que, en el corto plazo, podrán apreciar los agricultores que por primera vez cultivan esta leguminosa. Otra es la no aparición de plagas en el cultivo de maíz o en el mismo frijol terciopelo y ambos serán factores para motivarles a seguir usando la tecnología, hasta que más adelante se den cuenta o se investigue las demás ventajas que puedan poseer.

Una de las plagas sobre la que el frijol terciopelo tiene efectos negativos son los nemátodos presentes en suelo. García *et al.*, (1992) dicen que a pesar que la población de nemátodos puede aumentarse en ambientes de frijol terciopelo, el daño causado por la enfermedad decrece debido a: un mayor vigor de la planta que se asocia con el frijol y habilidad para resistir la enfermedad. Estos mismos autores en otro estudio sobre rotación de frijol terciopelo y maní demostraron que el frijol puede disminuir la población de nemátodos patógenos a las plantas.

Flores (1995) indica que el frijol terciopelo es ampliamente utilizado en asociación con cultivos de maíz. Para Honduras, las épocas de siembra, densidades y número de siembras probables o efectivas durante el año pueden variar de acuerdo a la zona y la experiencia obtenida con el uso de estas plantas.

### 3. FACTORES ANTINUTRICIONALES EN LAS LEGUMINOSAS.

La mayoría de las leguminosas crudas o mal procesadas, han sido un problema grave para los productores de cerdos, aves y peces debido a la presencia de factores antinutricionales (Maynard y col., 1981).

En leguminosas los factores antinutricionales (FAN) más importantes son: Inhibidores de tripsina, lectinas y taninos. Los FAN pueden ser clasificados de diferentes formas, en base a sus efectos sobre el valor nutritivo de alimentos y la respuesta biológica del animal se pueden clasificar en: (van Weerden and Huisman, 1989).

1.- Factores que tienen un efecto depresivo sobre la digestión y utilización de proteína (inhibidores de tripsina y quimotripsina, lectinas, compuestos polifenólicos y saponinas).

2.- Factores que tienen un efecto negativo en la digestión de carbohidratos, (inhibidores de amilasa, compuestos polifenólicos, factores de gases).

3.- Factores que tienen un efecto negativo en la utilización de minerales (glucosinolatos, ácido oxálico, gossypol).

4.- Factores que inactivan las vitaminas o causan un incremento en el requerimiento de éstas por el animal.

Los FAN en general tienen un efecto negativo en el crecimiento, eficiencia de conversión alimenticia y/o salud. Sin embargo, no existen valores límite definidos de FAN que distintos animales puedan consumir sin causarle un efecto negativo. Según Fukuda y col., (1982) la presencia de factores antinutricionales en el frijol común, *Phaseolus vulgaris* crudo limitan su consumo y utilización, además de causar mortalidad en ratas. La sensibilidad a los FAN es específica entre las especies animales. En plantas y semillas estos FAN sirven como agentes protectores, ya que actúan como biopesticidas, contra el ataque de hongos, bacterias y pájaros (Birk, 1987 citado por van Weerden and Huisman, 1989).

### 4. FACTORES ANTINUTRICIONALES EN LAS SEMILLAS.

Los niveles de FAN varían mucho entre especies de leguminosas y las semillas en particular pueden tener más de un factor antinutricional. Para el caso del frijol terciopelo tenemos:

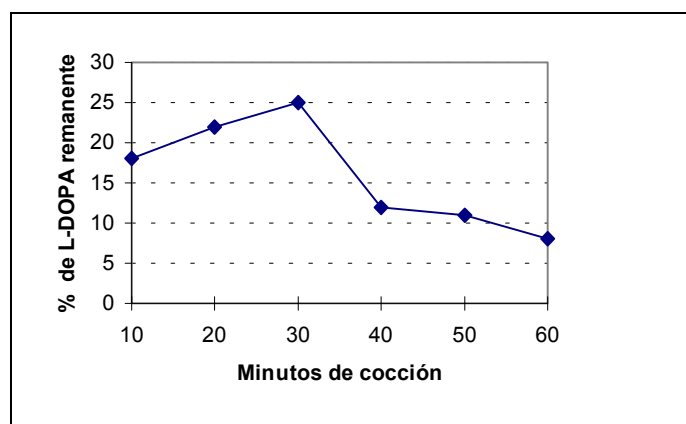
- L-DOPA
- Inhibidores de tripsina
- Lectinas
- Taninos



**4.1. L-DOPA**, (3,4 - Dehidroxi Fenil Alanina), es una sustancia biológicamente activa bien conocida como precursor de dopamina que es un neurotransmisor (Fujji *et al.*, 1992). En dosis controladas se usa en medicina humana para tratar el mal de Parkinson, pero en cantidades excesivas puede causar un estado confusional tóxico (Buckles, 1995). Debido a los altos niveles de L-DOPA encontrados en muchos cultivares de frijol terciopelo su utilización en la alimentación debe implementarse cuidadosamente, por lo que se han desarrollado métodos convencionales de procesamiento, como la cocción del grano (Ravindran and Ravindran, 1988).

Entre los procedimientos sugeridos para eliminar L-DOPA se encuentra el cocido con agua hirviendo. Pero (Rajaram and Janardhanan, 1991) dicen que la L-DOPA no es eliminada con tratamiento de calor. Sin embargo, Myrhman (1997) encontró que los niveles de L-DOPA se reducen a medida que se aumenta el tiempo de cocción del grano como lo demuestra el Gráfico 1.

Gráfico 1. Efecto del tiempo de cocción (agua a 100°C) sobre la cantidad de L-DOPA en el frijol terciopelo (Myrhman, 1997).



El compuesto L-DOPA presenta un efecto alelopático con el que suprime el crecimiento de plantas de hojas anchas y de algunas gramíneas (Fujji *et al.*, 1992). Las semillas de frijol terciopelo tiene una marcada inmunidad al ataque de insectos que se alimentan con ellas; Fenny y col. (1973) encontraron que al agregar polvo de L-DOPA pura a dietas artificiales para alimentar larvas de gusano soldado sureño, *Prodenia eridania*, estos gusanos presentaron una mayor mortalidad, así como formación de pupas y adultos anormales.

**4.2. Inhibidores de Tripsina, (IT).** Este factor provoca una reducción de la digestión y absorción de la proteína, lo que da como resultado una pérdida de peso y eficiencia de conversión alimenticia (Schulze *et al.*, 1993). Su activación induce a las células endocrinas en la mucosa a producir más de la hormona colicistoquinina (CCK), que estimula al páncreas a producir más enzimas digestivas, análogos de tripsina, quimotripsina y amilasa (Birk 1989, citado por van Weerden and Huisman, 1989).

Schulze *et al.*, (1993) en dietas elaboradas con harina de soya como fuente de proteína encontraron que al agregar 2.4 g IT/kg (dieta B) y 7.2 g IT/Kg (dieta C), se reducía el crecimiento de los cerdos en un 13% y 32% respectivamente, comparados con la dieta control (dieta A) que no se le agregó IT. También determinaron una reducción en la actividad enzimática al incluir 7.2 g IT/Kg de dieta comparada con la dieta control. La inclusión de 2.4 g IT/Kg de dieta aumenta significativamente ( $P < 0.05$ ) la actividad quimotripsina en la digesta a nivel del ileón. Estos resultados se muestran en el Cuadro 1 donde los valores están dados en unidades de tripsina activas por gramo de muestra.

**Cuadro 1. Medias de actividad de la tripsina (AT) y quimotripsina (AQT) a nivel del ileón, de cerdos alimentados con dietas de distintos niveles antitripticos.**

DIETAS	A	B	C
	Control	2.4 g IT/Kg	7.27 g IT/Kg
AT	167.8 a	89.5 ab	3.0 b
AQT	55.0 a	145.0 b	21.3 a

Sin embargo no todos los inhibidores de tripsina son nocivos, ya que el calostro contiene uno muy potente que evita la digestión de las inmunoglobulinas que el lechón absorbe sin alterar su estructura y por lo tanto su efectividad (Maynard y col., 1981).

**4.3. Lectinas, (Hemaglutininas).** Son sustancias que tienen la habilidad de aglutinar los glóbulos rojos. Se sospecha que son los responsables de la liberación de lipasas y amilasas causando que esas enzimas digestivas se liberen en las heces, resultando una baja eficiencia en el uso de alimento y por lo tanto en crecimiento (Maynard y col., 1981). En casi todos los casos las hemaglutininas se desnaturalizan con el calor (FAO, 1990).

**4.4. Taninos.** A pesar de que no se entiende completamente su acción en los animales, se cree que forman complejos con las proteínas y los carbohidratos, además con las enzimas digestivas. Por ello su presencia afecta la actividad enzimática y la digestibilidad de los nutrimentos decrece. Otro problema que se le atribuye a los taninos son que causan un daño a la pared intestinal, su toxicidad radica en que se absorben por la pared intestinal e interfieren con la absorción de algunos minerales (van Weerden and Huisman, 1989).

## 5. EFECTO DE LOS FAN EN MONOGÁSTRICOS.

El efecto negativo producido por los FAN de las leguminosas en el animal, generalmente no puede ser atribuido, a uno solo de estos. Varios de estos FAN tienen efecto específico como se muestra en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Efecto mayor en monogástricos de granja (cerdos y aves) de FAN presentes en semillas de leguminosas.**

<b>FAN</b>	<b>Efecto mayor</b>
Lectinas	- Lesiones al lumen del intestino - Reacción inmunológica - Toxicidad metabólica
Inhibidores de proteasas Inhib. de tripsina y quimotripsina	- Reducción de la actividad quimotripsina - Hipertrofia del páncreas - Decrece la digestión
Inhibidor de alfa amilasa jugo	- Forma complejo con amilasa de saliva y pancreático - Reduce viabilidad de almidón
Compuestos de taninos y polifenoles	- Forma complejo con enzimas o proteínas del alimento. - Reduce digestibilidad de la proteína
Proteínas antigénicas	- Daño de la mucosa del intestino - Respuesta inmune
Acido fítico proteína	- Forma complejo con minerales y - Decrece absorción de minerales

Tomado de: (van Weerden and Huisman, 1989).

## **6. USO DEL FRIJOL TERCIOPELO EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA.**

El frijol terciopelo es una fuente importante de proteína, sin embargo contiene factores antinutricionales (FAN), por lo que es poco utilizado en la alimentación de humanos (Olaboro *et al.*, 1991).

En Honduras se ha reportado el uso de frijol terciopelo, para preparar café como bebida. Al respecto Flores (1993b), señaló que la dosis letal de L-DOPA para humanos es de 582 mg/Kg de peso, por lo tanto para que una persona de 60 Kg de peso llegue a la dosis letal tendría que tomar unos 270 vasos de café de frijol terciopelo.

A medida que se eleva la dosis de L-DOPA consumida por humanos, de una hora a hora y media después de la ingestión el centro de vómito se activa. Se cree que la sensación de náusea que se produce al consumir frijol terciopelo no se debe a un problema de dificultad para digerirlo, sino a la presencia de cantidades no identificadas de L-DOPA en el organismo que causan una baja de la presión arterial. Las reacciones y síntomas de toxicidad varían en cada individuo pero pueden ser sueño, vómito, baja presión arterial, dolor de cabeza, movimientos involuntarios de la cara o extremidades (Flores, 1993b).

## **7. FRIJOL TERCIOPELO EN DIETAS DE MONOGÁSTRICOS.**

Los trabajos realizados con frijol terciopelo en la alimentación de monogástricos, especialmente en cerdos, son pocos y se realizaron muchos años atrás. Algunos de estos trabajos no han sido conducidos con un rigor científico lo que complica su interpretación.

Para estudiar otros FAN, como inhibidores de tripsina, se incluyó hasta 20 % de harina de frijol terciopelo tostado en la dieta de pollos de engorde sin que tuviera efecto significativo sobre la ganancia de peso, consumo de alimento y eficiencia de conversión, comparada con la dieta control de soya (Olaboro *et al.*, 1991).

Se sostiene que en pollos de engorde se puede llegar a suplementar hasta un 15% de frijoles de terciopelo en la ración sin afectar la productividad, además se dice que los cerdos no deben consumir grandes cantidades de frijoles de terciopelo ni en forma de forraje ni como semilla, en general no toleran más del 25% de la ración (FAO, 1993).

Olaboro *et al.*, (1991), encontraron que frijoles de terciopelo cocidos a 121 °C por 30 minutos en autoclave y usados como suplemento proteico en dietas de pollos de engorde (17.6% de la ración), reducen significativamente las ganancias de peso ( $P \leq 0.01$ ) comparado con la dieta control de soya. Repitiendo este mismo tratamiento, pero eliminando la cáscara se observó el mismo efecto sobre la ganancia de peso. Con esto se puede decir que el factor que reduce la eficiencia en el uso del alimento está en el cotiledón.

En estudios conducidos por Lindsey and Beals, (1920) en la Estación Experimental Agrícola de la Florida usaron maíz y frijol terciopelo quebrado en varias proporciones comparado contra maíz solo, en la alimentación de cerdos. En todos los casos los cerdos crecieron más rápido y a un menor costo con maíz y frijol que con maíz solo. Estos mismos autores en otro estudio donde usaron maíz y frijol remojado para alimentar tres cerdos, incrementando gradualmente la proporción de frijol en el alimento encontraron ganancias de peso satisfactorias y además que este alimento producía cerdos con grasa más dura.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 1. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.

El experimento se realizó en la Sección de Producción Porcina del Departamento de Zootecnia, de la Escuela Agrícola Panamericana, en el valle de Yeguaré (Zamorano), Francisco Morazán.

#### 2. ANIMALES.

Se utilizaron 60 cerdos híbridos comerciales (30 hembras y 30 machos castrados), de la raza Landrace, Yorkshire y Duroc, con un peso inicial promedio de 27 Kg. Los cerdos se distribuyeron en 15 grupos de 4 cerdos cada uno de forma homogénea de acuerdo a su peso inicial y sexo (2 hembras y 2 machos castrados).

#### 3. ALOJAMIENTO.

Los cerdos se mantuvieron en 15 corrales de 5mx1.5m (7.5 m<sup>2</sup>) con piso de concreto y una área de piso ranurado con viguetas para la defecación y orina de los animales. Cada corral estaba provisto de comederos de tolva y de tubo y bebederos de tazón.

#### 4. TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES.

Se evaluaron 5 dietas con tres repeticiones cada una. El tratamiento control se formuló en base a maíz y harina de soya. Las demás eran dietas formuladas con maíz y harina de frijol terciopelo bajo los diferentes tratamientos de procesamiento empleados. En todos los tratamientos con frijol terciopelo sustituyó en un 100% a la harina de soya. El detalle de los procesos empleados para cada dieta se presenta a continuación:

TRATAMIENTO	DIETA
1	Control a base de maíz y harina de soya, sin frijol terciopelo.
2	En base a maíz y harina de frijol terciopelo tostado por 30 min a 130°C. Se usó un tostador cilíndrico calentado con biogas.
3	En base a maíz y harina de frijol terciopelo cocido con agua calentada a vapor por 30 min después de empezar a hervir y se secó en silo a una temperatura de 60°C hasta llegar a un 13% de humedad.

4	En base a maíz y harina de frijol terciopelo
remojado	por 48 horas, haciendo cambio de agua a las
24 horas	para evitar fermentación y se secó en silo
metálico a	una temperatura de 60 °C hasta llegar a un
13 % de	humedad.
5	En base a maíz y harina de frijol terciopelo crudo.

Las dietas fueron formuladas de acuerdo a las tablas de requerimientos del National Research Council (NRC, 1988). La composición porcentual y el aporte nutricional de las dietas utilizadas se muestran en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Formulación y aporte nutricional de las dietas de cada tratamiento.**

<i>Componentes</i>	<i>Control</i>	<i>Tostado</i>	<i>Cocido</i>	<i>Remojado</i>	<i>Crudo</i>	
Maíz	68.3*	40.0	36.9	39.9	38.9	
H. de soya	15.5	--	--	--	--	
H. de frijol terciopelo	--	43.9	47.0	44.0	45.0	
H. de carne y hueso	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	
CaCO <sub>3</sub>	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	
Melaza	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	
Sal común	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
Vit. Cerdos	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	
<b>APORTE</b>						<b>Requerimiento (NRC, 1988)</b>
%PC	15	15	15	15	15	15
EM Kcal/Kg	3100	3100	3100	3100	3100	3100
Calcio	0.90	0.89	0.91	0.91	0.91	0.60
P. disponible	0.41	0.39	0.41	0.40	0.40	0.23
Lisina	0.82	0.84	0.95	0.97	0.94	0.73
Metionina	0.27	0.22	0.23	0.23	0.23	-----
Metionina+Cistina	0.56	0.43	0.44	0.44	0.44	0.41
Tryptófano	0.19	0.14	0.15	0.15	0.14	0.12

\* Todos los valores están dados en porcentaje.

## **5. VARIABLES MEDIDAS.**

### **5.1 Ganancia diaria de peso.**

Los cerdos fueron pesados individualmente cada catorce días a partir de la fecha de inicio del experimento por un período de 6 semanas.

### **5.2 Consumo de alimento.**

El alimento en todos los tratamientos fue ofrecido diariamente *ad libitum*. El consumo se midió cada dos semanas tomándose la diferencia entre lo ofrecido con el sobrante.

### **5.3 Conversión alimenticia.**

Se calculó en base a la relación entre ganancia de peso y consumo de alimento.

## **6. DISEÑO EXPERIMENTAL.**

Para las ganancias diarias de peso se usaron los datos individuales para cada cerdo, los que fueron analizados de acuerdo a un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), con 5 tratamientos con 16 repeticiones para cada tratamiento. En el caso del consumo y relaciones ganancia diaria de peso/consumo, se usó como unidad experimental el dato de consumo promedio por corral analizándose en este caso como BCA con 5 tratamientos con 3 repeticiones por tratamiento. Para el análisis estadístico se usó el programa MSTAT (Michigan State University, versión 4.0, EM).

## **7. ANÁLISIS QUÍMICOS.**

Las muestras de cada tratamiento de frijol terciopelo (FT) fueron analizadas en cuanto a su composición química proximal AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). Estos análisis se hicieron en el Laboratorio de Nutrición de la Escuela Agrícola Panamericana. La composición de aminoácidos del frijol terciopelo fue hecha en el ANALYSTISCHES LABOR TIERERNÄHRUNG en Alemania y los resultados se presentan en el Anexo 1. Basado en estos datos se formularon las raciones, que se analizaron por proteína cruda. L-DOPA, fue analizada por el Dr. Rolf Myrhman del Judson College, Illinois.

## **8. ANÁLISIS POST-MORTEM.**

Debido a los pobres resultados obtenidos en los tratamientos con el F.T. y con el propósito de observar si hubo algún daño hepático en los animales, se hicieron análisis de sangre en dos cerdos por tratamiento. Los parámetros medidos fueron: AST (aspartato amino transferasa), GPT (transaminasa glutámico-piruvica), bilirrubina y hematocrito (porcentaje del volumen de sangre ocupado por eritrócitos). Estos análisis se hicieron en el laboratorio médico del Hospital Militar. Al sacrificio de los cerdos se hizo observaciones macroscópico de los hígados y del intestino delgado.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. ANÁLISIS QUÍMICOS DE FRIJOL TERCIOPELO.

#### 1.1 Composición química proximal.

En el Cuadro 4, se presenta el análisis proximal del (F.T.) y de la harina de soya. Puede observarse que la soya posee el doble de proteína cruda comparado al frijol terciopelo bajo los diferentes tratamientos.

**Cuadro 4. Composición química proximal de la harina de soya y de las harinas de frijol terciopelo bajo los distintos tratamientos, en base fresca.**

<b>Frijol</b>	<b>M.S.</b>	<b>P.C.</b>	<b>F.C.</b>	<b>Cenizas</b>	<b>Ca</b>	<b>P</b>
Harina de soya	90.15	48.00	6.28	5.73	0.25	0.60
F.T. tostado	92.65	22.31	6.16	3.48	0.14	0.35
F.T. cocido	88.45	22.10	5.63	3.16	0.14	0.36
F.T. remojado	89.16	21.90	6.16	3.27	0.16	0.36
F.T. crudo	88.98	21.77	4.69	3.17	0.17	0.42

MS: Materia seca, PC: Proteína cruda, FC: Fibra cruda, Ca: Calcio, P: Fósforo.

Las cantidades de fibra cruda y materia seca no son diferentes entre la soya y los frijoles de terciopelo. El contenido de Cenizas de la harina de soya son ligeramente mayores lo que indica un mayor contenido de minerales. Esto se ve reflejado en las cantidades de Ca y P. La mayor diferencia en cuanto a composición química está en su contenido de PC, ya que la harina de soya contiene 48% que es más del doble de la PC presente en el frijol terciopelo.

#### 1.2 Análisis de L-DOPA.

El contenido de L-DOPA para cada tratamiento de frijol terciopelo se detallan en el Cuadro 5.

**Cuadro 5. Contenido de L-DOPA del frijol terciopelo de diferentes tratamientos.**

<i>Frijol</i>	<i>% L-DOPA</i>	<i>% de reducción</i>
F.T. crudo	3.99	0
F.T. tostado	2.76	31
F.T. cocido	2.58	35
F.T. remojado	2.55	36

Fuente : Rolph Myrhman, (1997)

Puede observarse que los niveles de L-DOPA para tratamientos de tostado, remojado y cocido no presentan una diferencia tan grande entre si, en cambio el crudo contiene un nivel un poco mayor a estos tres tratamientos. Tomando como 100% el contenido (3.99%) del frijol terciopelo crudo, los porcentajes de reducción de L-DOPA en el grano con los tratamientos de tostado, cocinado y remojado fueron de 31, 35 y 36% respectivamente.

## 2. GANANCIAS DIARIAS DE PESO Y PESOS FINALES.

Los resultados de ganancias diarias de peso y pesos finales se indican en el Cuadro 6. Se muestra con un alto grado de significancia ( $P < 0.0000$ ), que el tratamiento control de maíz y harina de soya produjo pesos finales y ganancias muy superiores a las dietas con maíz y las diferentes harinas de frijol terciopelo.

**Cuadro 6. Pesos iniciales, finales y ganancias diarias de peso, de cerdos alimentados con frijol terciopelo bajo diferentes tratamientos.**

DIETAS	1	2	3	4	5
	Maíz/soya	F. tostado	F. cocido	F. remojado	F. crudo
No. de cerdos	12	12	12	11	12
Peso inicial Kg	27.75	27.67	27.63	27.63	28.25
Peso final Kg	53.0 a	37.9 b	28.9 c	28.5 c	26.7 c
Ganancia de peso g/día/cerdo	602 a	244 b	30 c	cd	-31.7 d

Pesos finales ( $P < 0.0000$ ), CV=11.65

Ganancia de peso ( $P < 0.0000$ ), CV=32.66

Se observa también en el Cuadro 6 que el comportamiento de los cerdos alimentados con frijol terciopelo es en general muy pobre y sólo el tratamiento de tostado produce ganancias que son aproximadamente un tercio de las alcanzadas por el control (602 g/día vs 244 g/día). Las ganancias de peso con frijol cocido (30 g/día) son muy inferiores a las del tratamiento de tostado. Esto pudo deberse a que el tratamiento de cocción fue muy corto y no se logró eliminar gran parte de los FAN. Zepeda y Janssen, (1997) en observaciones experimentales a nivel de campo donde alimentaron cuatro cerdos con maíz + frijol terciopelo cocido (1:1) obtuvieron ganancias de 358 g/día y en otro estudio que alimentaron cuatro cerdos con maíz o maicillo + frijol terciopelo cocido (1:1) se observaron ganancias de 353 g/día. Las ganancias más bajas fueron obtenidas con el frijol remojado y el frijol crudo, observándose en este último pérdidas de peso. Está claro por lo tanto que ninguno de los tratamientos eliminó los factores antinutricionales del frijol terciopelo y más aún comprueba el alto grado de toxicidad que éste tiene para los cerdos. Los análisis estadísticos se presentan en los Anexos 2 y 3.

### 3. CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA.

Los datos de consumo y conversión se presentan en el Cuadro 7. Se observa que los consumos de los tratamientos con frijol terciopelo fueron de nuevo muy inferiores a los del tratamiento control. Se observa también que los consumos siguen una tendencia muy parecida a las de las ganancias diarias de peso y que de los tratamientos de frijol terciopelo el tostado fue el que tuvo mayor consumo. No se observó diferencias muy marcadas entre los tratamientos de cocido, remojado y crudo (Ver Gráfico 2.) Para la variable consumo de alimento se observó diferencias altamente significativas ( $P < 0.0000$ ), entre el tratamiento control y los tratamientos en los que se incluyó FT.

**Cuadro 7. Consumo de alimento y conversiones alimenticias de los cerdos alimentados con frijol terciopelo bajo diferentes tratamientos.**

DIETAS	1	2	3	4	5
	Maíz/soy a	F. tostado	F. cocido	F. remojado	F. crudo
Consumo			0.85		
Kg/cerdo/día	2.08 a	1.22 b	cd	0.95 c	0.74 d
Conversión					
ganancia/aliment o	0.289 a	0.200 b	0.035 c	0.006 d	-0.042 d

Consumo ( $P < 0.0000$ ), CV=5.29

Conversión ( $P < 0.0000$ ), CV=33.2

Gráfico 2. Relación entre ganancias de peso y consumo de alimento de cerdos alimentados con frijol terciopelo sometido a diferentes tratamientos.

**Error! Not a valid embedded object.**

Con el tratamiento de frijol cocido se obtuvieron consumos de 0.85 Kg/día, contrario a lo encontrado por Zepeda y Janssen, (1997) que cuatro cerdos con un peso promedio inicial de 17 Kg, alimentados con maíz + frijol terciopelo cocido a relación de 1:1 consumieron 3 Kg/día. Esto puede deberse a que con el tratamiento de cocido no eliminó los FAN por haber sido muy corto el tiempo de cocción y no se mejoró la palatabilidad del alimento. Fukuda, (1982) igualmente muestra que el frijol común *Phaseolus vulgaris*, cocido a 121°C, 15 p.s.i., durante 20 minutos, muestra un valor nutricional bajo debido a la presencia de remanentes de FAN que estarían afectando la digestibilidad de la proteína. Estos resultados de consumo de las dietas con FT se asemejan a los obtenidos en CATIE, cuando se ofreció a cerdos frijol canavalia cocido, donde igualmente se registraron consumos muy bajos (Esnaola, 1997).

Según Myrman, (1997) no existe una gran diferencia en contenido de L-DOPA para los distintos tratamientos, lo que puede descartar que este factor sea el causante de la reducción del consumo en los tratamientos con FT. Se determinó el consumo de L-DOPA/día para cada uno de los tratamientos y se obtuvo que los cerdos alimentados con frijol tostado, cocinado, remojado y crudo, consumieron 15, 10, 11 y 13 g/día respectivamente.

La canavalia que es otra leguminosa con uso potencial en la alimentación humana y animal, pero también posee FAN; en este caso el de mayor importancia es la L-canavanina que reduce el consumo de alimento por lo tanto afecta las ganancias diarias de peso. En estudios hechos por Enneking *et al.* (1993), donde se agregó 100% del contenido (2329 mg/kg) de L-canavanina, del grano 38% (885 mg/Kg) a la ración de cerdos en base a harina de soya como fuente de proteína, se observó una marcada reducción en el consumo de alimento a 0.33 Kg/día, con respecto al control y entre ambos niveles el que redujo más el consumo fue el de 100%. La forma de defensa usada frecuentemente por los animales ante los componentes tóxicos es reducir el consumo del alimento que los contiene (Enneking *et al.*, 1993).

En cuanto a la eficiencia de conversión alimenticia en el Cuadro 7, se observa que las dietas de frijol terciopelo fueron significativamente inferiores ( $P < 0.0000$ ), a la del control. Sólo el frijol tostado presentó un 69% de eficiencia comparado con el control. El tratamiento de frijol tostado presentó una conversión superior ( $P < 0.0000$ ), a la de los demás tratamientos del frijol (cocido, remojado y crudo). Los datos de eficiencia de conversión alimenticia nuevamente muestra que el proceso de tostado fue el que produjo el mejor resultado en el comportamiento del animal. Los análisis estadísticos se presentan en los Anexos 4 y 5.

#### 4. ANÁLISIS DE SANGRE.

Con el propósito de determinar si se había dado algún daño fisiológico especialmente del hígado se hicieron análisis de AST (aspartato amino transferasa), GPT (transaminasa glutámico-piruvica), bilirrubina y hematocrito, para ver el efecto que los tóxicos pudieron tener sobre el tejido hepático ya que el hígado es el órgano que cumple con los procesos de detoxificación. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 8.

La función de la AST es cambiar la molécula de aspartato a un grupo amino para que pueda ser absorbido por el animal, la GPT cambia el ácido glutámico a piruvato de igual manera para que el animal lo absorba, la bilirrubina es la que le da el color a la orina y a las heces y el hematocrito es el % de volumen de sangre ocupado por eritrocitos. Si el funcionamiento del hígado no está normal estas enzimas elevan sus niveles en el torrente sanguíneo.

**Cuadro 8. Resultados de análisis de sangre.**

<i>Muestra</i>	<i>AST U. Sigma-Frankel/ml</i>	<i>GPT U. Sigma-Frankel/ml</i>	<i>Bilirrubina total mg/100 ml</i>	<i>Hematocrito %</i>
Control	23	35	0.20	48
Tostado	57	40	0.68	48
Cocido	102	92	0.73	41
Remojado	93	81	0.65	40
Crudo	85	69	0.60	38
Niveles aceptables	15-45	20-35	0-0.4	32-50

En el Cuadro 8, se observa que sólo el hematocrito parece no haber sido afectado severamente por los tóxicos presentes en el frijol terciopelo. Pero el AST, GPT y bilirrubina los resultados obtenidos en las dietas de frijol terciopelo se salen de los niveles aceptables lo que nos indica que hubo problema de toxicidad. Al haber daño hepático la bilirrubina no pasa por el hígado por lo que se libera a la sangre de forma no conjugada y provoca anemia. Estos resultados indican que hubo muerte de hepatocitos (Hepatitis tóxica aguda), la tendencia fue confirmada por el análisis macroscópico de los hígados (Hincapié, 1997, com. Per.). Se pudo observar que los hígados tenían la parte central de los lobulillos congestionada (color de la sangre), la zona periférica amarilla debido a la tumefacción celular, grasa o la necrosis (Jones y Hunt, 1983).

## V. CONCLUSIONES

Basado en estos resultados y considerando que estos datos son de carácter preliminar se puede concluir que:

1. La sustitución total de la harina de soya por la harina de frijol terciopelo bajo cualquier tratamiento reduce significativamente las ganancias diarias de peso, disminuyendo el consumo y la conversión alimenticia.
2. De los tratamientos empleados el tostado fue el que presentó las mejores ganancias diarias de peso, consumo y conversión alimenticia. Sin embargo los niveles alcanzados de comportamiento siguen siendo muy inferiores al tratamiento control.
3. De todas las harinas de frijol terciopelo, la que no fue sometida a ningún tratamiento (cruda), fue la que tuvo el mayor efecto negativo sobre el desempeño de los animales, ya que estos animales mostraron pérdidas de peso.
4. En ninguno de los casos se vió que un reemplazo del 100% de la proteína de la soya por la proteína de frijol terciopelo sea biológicamente viable.
5. Los tratamientos de tostado, cocinado y remojado redujeron del 31-36% el nivel de L-DOPA, por lo tanto las bajas en consumo de alimento y ganancias de peso no se pueden atribuir a la presencia de esta toxina.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 1.** Continuar las investigaciones con los procesos de tostado y cocinado controlando mejor los tiempos de aplicación de temperatura y calor y suministrarlos a diferentes niveles dentro de la ración para determinar que nivel de sustitución de la harina de soya por frijol terciopelo es capaz de mejorar los desempeños obtenidos en este estudio.
- 2.** Continuar con estudios de niveles de niveles de L-DOPA y de otros FAN en distintos ecotipos y cultivares de frijol terciopelo, con el propósito de encontrar alguno que contenga menos niveles toxicológicos.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- BUCKLES, D. 1995. A "new" plant with a history. *Economic Botany*. New York, USA. pp 13-25.
- ENNEKING, D., GILES, L. and TATE, M. 1993. L-canavanine: A natural feed-intake inhibitor for pigs (isolation, identification and significance). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. USA. No. 61:315-325.
- ESNAOLA, M. 1997. Ph.D. Comunicación personal.
- FAO. 1993. Tropical feed. Version 4.0 software ©. Oxford computer journals Ltd.
- FAO. 1990. Utilización de alimentos tropicales: frijoles tropicales. Estudio FAO. Alimentación y nutrición 47/4. pp 17-18.
- FEENY, P. P., JANSEN, D. H. and REHR, S. S. 1973. L-DOPA in legume seeds a chemical barrier to insect attack. Traducido por George Guilliams, Francisco Hernandez y Hernán Espinoza. *Science* (181).81-82.
- FLORES, M. 1993a. Informe breve sobre el impacto de los cultivos de cobertura en la agricultura de pequeños productores hondureños. Informe técnico. Honduras. CIDICCO. No. 4 seg. Edición: 1-4.
- FLORES, M. 1993b. La utilización del frijol abono como alimento humano. Informe técnico. Honduras. CIDICCO No. 8:1-4.
- FLORES, M. 1995. Prácticas de manejo para trabajar con frijol terciopelo. Noticias sobre cultivos de cobertura. Honduras. CIDICCO No.5 Seg. Edición:1-6.
- FUJII, Y., SHIBUYA, T. and YASUDA, T. 1992. Allelopathic velvet beans. Its discrimination and identification of L-DOPA as a candidate of allelopathic substances. Ibaraki, Japan. National Institute of Agro-environmental Sciences, Tsukuba. 25(4):238- 247.
- FUKUDA, G., ELÍAS, L. G. y BRESSANI, R. 1982. Significado de algunos factores antifisiológicos y nutricionales en la evaluación biológica de diferentes cultivares de frijol común. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Guatemala, Guatemala. v. 32 no. 4, pp 945-960.



- GARCIA, E. R., QUIROGA, R. and GRENADOS, N. 1992. Agroecosistemas de productividad sostenible de maíz, en las regiones cálido húmedas de México. Paper presented at the international workshop on slash/mulch. Turrialba, Costa Rica. Octubre. pp 12-16.
- HINCAPIÉ, J. J. 1997. M.V.Z. Comunicación personal.
- JONES, T. C. y HUNT, R. D. 1983. Patología veterinaria. Hepatitis tóxica aguda. Traductor Carlos Lightowler. Quinta edición. Uruguay. Editorial hemisferio sur. Vol. 3. pp 1438-1440.
- LINDSEY, J. B. and BEALS, C. L. 1920. The nutritive value of cattle feeds. Velvet beans seeds for feed stock. Massachusetts Agricultural Experiment Station. Amherst, Mass. U.S.A. No. 197: 62.
- MAYNARD, L. A., LOOSLI, J. K., HINTZ, H. F. and WARNER, R. G. 1981. Nutrición animal. Digestión y absorción de compuestos nitrogenados en los no rumiantes. Traducido por Alfonso Ortega Said M.V.Z. México. Prensa técnica. 640 p.
- MYRHMAN, R. 1997. Resultados de análisis de L-DOPA. Comunicación personal.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1988. Nutrients requeriments of swine. Ninth edition. Washington, D.C. Natinal academic press. pp 49-51.
- OLABORO, G., OKOT, M. W., MUGERWA, J. S., and LATSHAWA, J. D. 1991. Growth-depressing factors in velvet beans fed to broilers chicks. East African Agricultural and Forestry Journal. Uganda. 57(2):103-110.
- RAVINDRAN, V. and RAVINDRAN, G. 1988. Nutritional and antinutritional characteristics of mucuna bean seeds. Journal of the Science of Food and Agriculture. USA. 46(1):262-263.
- RAJARAM, N. and JANARDHANAN, K. 1991. The biochemical composition and nutritional potential of the tribal pulse, *Mucuna gigantea* (Willd) DC. Plant foods for human nutrition. India. 41:45-51.

- VAN WEERDEN, E. J. and HUISMAN, J. 1989. Nutrition and digestive physiology in monogastric farm animals. Antinutritional factors (ANF's) in the nutrition of monogastric farm animals. Reviews presented at the symposium on the occasion of the retirement of Dr. E.J. van Weerden. Wageningen, Netherlands. Ed. Pudoc wageningen. pp 17-35.
- SCHULZE, H., VERSTEGEN, M.W., HUISMAN, J., VAN LEEUWEN, P and VAN DEN BERG, J. W. O. 1993. Nutritional effects of isolated soya trypsin inhibitor (sTI) on pigs. Wageningen Agricultural University, Department of Animal Nutrition. pp 195-199.
- TRIOMPHE, B. 1993. Frijol abono. Una clave para que la agricultura de ladera sea sostenible?. Ponencia preparada para el primer congreso universitario agroecológico. Centro Universitario Regional del Norte, Universidad Nacional Autónoma de Honduras. La Ceiba, Honduras. 10 p.
- VEGA, F. DE LA, GIRAL, F. and SOTELO A. 1981. Nutritional evaluation of the velvet bean, *Stizolobium cinerium*, alone and supplemented with methionine or wheat flour. Nutrition reports internationals. México. Vol. 24 No. 4:817-822.
- ZEPEDA, R. y JANSSEN, M. 1997. El frijol abono como alimento para cerdos criollos. Manual de cultivos de cobertura y abonos verdes. Honduras. pp 1-5.

## ZAMORANO

## VIII. ANEXOS

**Anexo 1. Contenido de aminoácidos del frijol terciopelo estandarizados a 88 % de materia seca.**

<i>Aminoácido</i>	<i>Crudo</i>	<i>Remojado</i>	<i>Cocinado</i>	<i>Tostado</i>
Metionina	0.19	0.22	0.20	0.23
Cistina	0.26	0.29	0.27	0.28
Metionina+Cistina	0.45	0.51	0.46	0.51
Lisina	1.08	1.29	1.16	1.23
Treonina	0.70	0.80	0.74	0.81
Arginina	0.97	1.22	1.06	1.17
Isoleucina	0.77	0.93	0.83	0.93
Leucina	1.17	1.40	1.26	1.44
Valina	0.84	0.99	0.89	0.98
Histidina	0.38	0.46	0.40	0.44
Fenilalanina	0.82	0.97	0.87	0.96
Glicina	0.83	0.94	0.89	0.97
Serina	0.76	0.89	0.80	0.87
Prolina	0.83	1.01	0.90	0.96
Alanina	0.63	0.71	0.64	0.70
Acido aspártico	1.95	2.30	2.09	2.33
Acido Glutámico	1.91	2.30	2.03	2.32
Total (libre deNH <sub>3</sub> )	14.10	16.73	15.03	16.64
Amonia	0.31	0.38	0.35	0.37
Total	14.41	17.11	15.38	17.01

**Anexo 2. Análisis de varianza de ganancias diarias de peso.**

	GL	SC	CM	Valor F	Prob.
Tratamientos	4	3271953.1	817988.3	254.51	0.0000
Repetición	11	50639.86	4603.63	1.43	0.1928
Error	44	141415.43	3213.99		
Total	59	3464008			

CV=32.66

GL: Grados de libertad.

SC: Suma de cuadrados.

CM: Cuadrado medio.

**Anexo 3. Análisis de varianza de pesos finales.**

	GL	SC	CM	Valor F	Prob.
Tratamientos	4	1450.05	362.513	50.26	0.0000
Repetición	2	2.1	1.048	0.23	0.7981
Error	8	36.13	4.516		
Total	14	1488.28			

CV=11.65

GL: Grados de libertad.

SC: Suma de cuadrados.

CM: Cuadrado medio.

**Anexo 4. Análisis de varianza de conversión de alimento.**

	GL	SC	CM	Valor F	Prob.
Tratamientos	4	0.20	0.051	38.36	0.0000
Repetición	2	0.02	0.008	6.20	0.0237
Error	8	0.01	0.001		
Total	14	0.23			

CV=33.55

GL: Grados de libertad.

SC: Suma de cuadrados.

CM: Cuadrado medio.

**Anexo 5. Análisis de varianza de consumo de alimento.**

	GL	SC	CM	Valor F	Prob.
Tratamientos	4	3.53	0.881	230.25	0.0000
Repetición	2	0.06	0.028	7.39	0.0153
Error	8	0.03	0.004		
Total	14	3.62			

CV=5.29

GL: Grados de libertad.  
SC: Suma de cuadrados.  
CM: Cuadrado medio.

# ANEXOS

