

USO DE FRIJOL TERCIOPELO (*Mucuna pruriens*) EN RACIONES PARA POLLOS DE ENGORDE

Artículo científico presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el grado
académico de Licenciatura

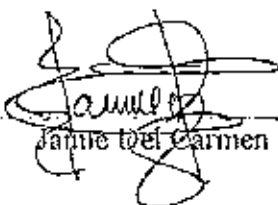
presentado por

Jaime Del Carmen Hanón

Zamorano-Honduras

Abril, 1998

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



Janine del Carmen H.

Zamorano-Honduras
Abril, 1998

BIBLIOTECA WILSON POPENOM
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

DEDICATORIA

A mi hermano José Antonio Del Carmen, por ser hermano, amigo, consejero y padre. Gracias por ayudarme a ser lo que hoy en día soy... Gracias José!!

AGRADECIMIENTOS

Primeramente quisiera agradecer a Dios por nunca haberme desamparado en todos los momentos difíciles de toda mi carrera.

A mi familia, a mi Mamá, a mi Papá y mi hermano Oscar por haberme apoyado tanto emocionalmente como económicamente en toda mi carrera, por todas las lágrimas y problemas que junto pasamos. Gracias... los quiero mucho.

Un agradecimiento muy especial a mis hermanos José Antonio y Oscar por ser mis hermanos mayores y por ser tan especiales y por quererme tanto, José ... muchas gracias!!!

Al Dr. Abel Gernat por su amistad, sinceridad, apoyo en los momentos duros y paciencia en mi trabajo.

Al Ing. Gerardo Murillo por sus consejos, sentido de amistad y por brindarme toda su ayuda posible en el desarrollo de mi tesis.

Al Dr. Marco Esnaola por su asesoría, conocimientos y correcciones dedicadas a mi tesis.

A mi compañero Julio Hlassing por todo su desempeño, trabajo, dedicación y apoyo brindado a lo largo de mi tesis... Gracias chino.

A mis compañeros de PLA : Carlos Bravo, Juan José Olachea, Joffree Arregui, Juan Diego Peñalierrea, Holmes Macías, Belinda Zelaya, Marco Haro, René Barrientos, Hermes Castillo por todos los momentos felices compartidos.

A los compañeros de la parvada: Juan Pérez, Juan Pagán, Karla, Paolina, Mauricio y Dorian.

Al personal de concentrados : Nayito, Rolando y el chele.

A los compañeros de la piara : Carlos Flores y Edison Jerez.

A mis compañeros y hermanos de la colonia nicaragüense del PLA : Pedro Vargas, Augusto César Terán , Guillermo Toruño, Francisco Orozco, Fausto Rodríguez, Néstor Plasencia, César Luna.

A la institución del Zamorano, por haberme brindado conocimientos y haber sido mi segundo hogar.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco a mis padres por haberme brindado apoyo financiero para continuar mis estudios en el programa de Ingeniería agronómica.

Agradezco al Zamorano por haberme ayudado económicamente en mis estudios en el programa de agrónomo.

RESUMEN

Del Carmen, Jaime 1998. Uso de frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) en raciones para pollos de engorde. Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 30p.

La industria avícola en los últimos años ha tenido una creciente búsqueda de fuentes alternas de alimento que sean eficientemente producidas en regiones tropicales, debido a los altos costos de alimentación y a la creciente inestabilidad en el precio del maíz. El frijol terciopelo *Mucuna pruriens* es una leguminosa que crece abundantemente en regiones tropicales, es una buena fuente de proteína vegetal (21-25%). Con el objetivo de evaluar el valor proteico de mucuna para pollos de engorde se realizaron dos experimentos. En el primero se utilizaron 992 pollos de la raza Peterson x Hubbard, distribuidos aleatoriamente en 16 corrales

Los tratamientos aplicados fueron el tratamiento control (T1), 10%, 20%, y 30% de frijol mucuna crudo (T2, T3 y T4, respectivamente). Los cuatro tratamientos fueron distribuidos en un diseño de bloques completamente al azar, analizados con el paquete estadístico SAS y se determinaron diferencias con un ($P > .05$). Las variables medidas fueron peso corporal (g), consumo de alimento (g), índice de conversión alimenticia, mortalidad (%), peso en canal (g) y rendimiento en canal (%). Para la variable peso corporal se observaron diferencias ($P = 0.0001$) entre T1 y los demás tratamientos. El consumo de alimento de T4 fue el único diferente al control. El tratamiento 3 y T4 mostraron diferencias en la conversión alimenticia comparados con el control. No se encontraron diferencias significativas en la mortalidad. Todos los tratamientos presentaron diferencias significativas en peso en canal comparados al control. El tratamiento 3 y T4 fueron los que mostraron diferencias a T2 y T1 en el rendimiento en canal. En el segundo experimento se utilizó un total de 1020 pollos de la misma línea, distribuidos en 15 corrales experimentales. Los tratamientos aplicados fueron el tratamiento control (T1), 10% frijol mucuna crudo (T2), 10%, 20%, y 30% de frijol mucuna tostado (T3, T4 y T5 respectivamente). Las variables medidas fueron las mismas que el experimento anterior. No hubo diferencia significativa entre el T3 y el control en el peso corporal. El tratamiento 4 y T5 fueron los que presentaron diferencias con el tratamiento control en el consumo. El tratamiento 5 fue el único que presentó diferencias en la conversión alimenticia. No hubo diferencias en la mortalidad. El tratamiento 3 no presentó diferencias significativas con el control en el peso en canal. No hubo diferencias significativas en el rendimiento en canal. Se concluyó que el tratamiento con 10% de frijol mucuna tostado daba iguales productividades en aves comparado al tratamiento control.

Palabras claves : tostado, crudo, frijol terciopelo.

FRIJOL TERCIOPELO : UNA ALTERNATIVA EN LA ALIMENTACIÓN EN POLLOS DE ENGORDE.

Los costos de alimentación en pollos de engorde aumentan día con día, las materias primas se hacen escasas y sus precios aumentan a una velocidad exponencial. Debido a lo anterior, la industria avícola busca fuentes alternas capaces de sustituir al maíz y a la soya para bajar los costos y obtener mayores ingresos. Se ha venido buscando cultivos que posean características similares, que se adapten a las condiciones climáticas del ambiente tropical. Se encontró que el frijol terciopelo posee características nutricionales muy similares a las de la soya, con un costo muy bajo y una adaptación ambiental excelente.

En años recientes, la práctica de abono verde ha recibido una atención considerable por parte de granjeros mexicanos y centroamericanos. Es reportado que los cultivos de cobertura tuvieron un incremento considerable en la década de los ochentas, creciendo a una tasa aproximada del 5% por año y siendo sembrado casi por los dos tercios de los campesinos en el Atlántico de Honduras a principio de los noventas. (Buckles, 1995)

El presente trabajo, realizado en la sección de aves de Zamorano, tuvo como objetivo evaluar el valor proteico de frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) en la alimentación de pollos de engorde y determinar cuales serían los mejores niveles de utilización bajo condiciones crudas y de tostado.

El frijol terciopelo posee factores antinutricionales que bajan la capacidad de asimilación de los nutrientes en pollos de engorde. Por lo cual se hizo dos experimentos, uno en condiciones crudas y otro bajo condiciones de tostado, ya que se había descubierto con anterioridad que el calor desaparecía los factores antinutricionales previamente mencionados.

El primer experimento se usó mucuna cruda como ingrediente fijo en la dieta, en concentraciones del 10%, 20% y 30% respectivamente. En el segundo experimento se usaron los mismos niveles, pero en condiciones de tostado, a una temperatura promedio de 121°C por un tiempo de 30 minutos y se incluyó el mejor resultado del primer experimento para observar su desempeño en comparación a los tratamientos de frijol terciopelo tostados.

En los resultados se encontró que el tratamiento con 10% de frijol terciopelo tostado no afectó las ganancias de peso, las conversiones alimenticias, la mortalidad y los rendimientos de la canal. Se observó que el tratamiento térmico proporcionado al frijol mejoró todos los parámetros productivos en comparación al frijol terciopelo crudo utilizado en el experimento 1.

La decisión de utilizar frijol terciopelo dependerá del precio del maíz y la soya en el mercado para justificar su utilización.

Se podría realizar diversos estudios relacionados con frijol terciopelo, ya que es indiscutible su potencial bajo condiciones de nuestro ambiente en el desarrollo de pollos de engorde.

CONTENIDO

	Página
Portadilla	i
Autoría	ii
Página de Firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Agradecimiento a patrocinadores	vi
Resumen	vii
Nota de prensa	viii
Contenido	x
Índice de cuadros	xii
Índice de anexos	xiv
 1 INTRODUCCIÓN	 1
 2 MATERIALES Y MÉTODOS	 5
 Experimento 1	
2.1 Localización	5
2.2 Tratamientos	5
2.3 Selección de animales	5
2.4 Diseño experimental	5
2.5 Análisis estadístico	6
 Experimento 2	
2.1 Localización	6
2.2 Tratamientos	6
2.3 Selección de animales	6
2.4 Diseño experimental	7
2.5 Análisis estadístico	7
2.6 Variables medidas	9

3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
	Experimento 1	
3.1.	Peso corporal	13
3.2.	Consumo	13
3.3.	Conversión alimenticia	14
3.4.	Mortalidad	15
3.5.	Peso en canal	16
3.6.	Rendimiento en canal	16
	Experimento 2	
3.1.	Peso corporal	17
3.2.	Consumo	18
3.3.	Conversión alimenticia	18
3.4.	Mortalidad	19
3.5.	Peso en canal	20
3.6.	Rendimiento en canal	20
3.7.	Análisis económico	21
4.	CONCLUSIONES	23
5.	RECOMENDACIONES	24
6.	BIBLIOGRAFÍA	25
7.	ANEXOS	27

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1 Tratamientos (Experimento 1)	5
2 Tratamientos (Experimento 2)	6
3 Composición química de la mucuna cruda	8
4 Composición química de la mucuna tostada	9
5 Composición de las dietas. Mucuna cruda	11
6 Composición de las dietas. Mucuna tostada	12
7 Efecto de Mucuna cruda en la ganancia de peso en pollos de engorde (Experimento 1)	13
8 Efecto de Mucuna cruda en el consumo en pollos de engorde (Experimento 1)	14
9 Efecto de Mucuna cruda en el Índice de Conversión alimenticia en pollos de engorde (Experimento 1)	15
10 Efecto de Mucuna cruda en la mortalidad en pollos de engorde (Experimento 1)	16
11 Efecto de Mucuna cruda en el peso en canal (Experimento 1)	16
12 Efecto de Mucuna cruda en el rendimiento en canal (Experimento 1)	17
13 Efecto de Mucuna tostada en la ganancia de peso en pollos de engorde (Experimento 2)	17
14 Efecto de Mucuna tostada en el consumo en pollos de engorde (Experimento 2)	18

15	Efecto de Mucuna tostada en el Índice de Conversión Alimenticia en pollos de engorde (Experimento 2)	19
16	Efecto de Mucuna tostada en la mortalidad en pollos de engorde. (Experimento 2)	19
17	Efecto de Mucuna tostada en el peso en canal (Experimento 2)	20
18	Efecto de Mucuna tostada en el rendimiento en canal (Experimento 2)	20
19	Análisis económico (Experimento 1)	21
20	Análisis económico (Experimento 2)	22

INDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1 Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para consumo de alimento y peso corporal en la sexta semana (Experimento 1)	27
2 Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para conversión alimenticia y mortalidad en la sexta semana (Experimento 1)	27
3 Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso en canal y rendimiento de la canal en la sexta semana (Experimento 1)	28
4 Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para consumo de alimento y peso corporal en la sexta semana (Experimento 2)	28
5 Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para conversión alimenticia y mortalidad en la sexta semana (Experimento 2)	29
6 Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso en canal y rendimiento de la canal en la sexta semana (Experimento 1)	29
7 Estado de resultados	30

I. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de fuentes nuevas de proteínas ha sido una preocupación importante para muchos investigadores alrededor del mundo, especialmente desde que la mala relación proteína-caloría está siendo considerada como uno de los problemas mayores relacionados a la salud pública en países desarrollados.

La carne de pollo en los últimos años ha tenido una creciente demanda debido a que representa una fuente de alimento baja en grasas y de alto contenido proteico, teniendo en cuenta que uno de los factores limitantes es el alto costo de las materias primas y escasez de las mismas.

Debido a lo anterior se deben buscar fuentes alternas de alimento que sean eficientemente producidas en regiones tropicales.

En años recientes, la práctica de abono verde ha recibido una atención considerable por parte de granjeros mexicanos y centroamericanos. Es reportado que los cultivos de cobertura tuvieron un incremento considerable en la década de los ochentas, creciendo a una tasa aproximada del 5% por año y siendo sembrado casi por los dos tercios de los campesinos del Atlántico de Honduras a principio de los noventas. (Buckles, 1995).

La búsqueda de opciones agroecológicas que permitan el uso prudente de los recursos naturales, que favorezcan una producción agropecuaria aceptable y estimulen el desarrollo de los pequeños productores es de interés creciente. En este sentido en el sureste de México se ha promovido el uso del frijol terciopelo *Mucuna sp.* en el sistema agrícola de roza tumba y quema de los campesinos debido a ciertos atributos productivos y protectivos que posee la planta.

El frijol terciopelo es originario de Asia. Sin embargo, su cultivo se ha extendido en varias regiones tropicales y subtropicales, en lugares con una precipitación pluvial en el rango de 650 a 2500 mm anual (Kiff *et al.*, 1996). Se adapta a un amplio tipo de suelos, incluyendo los arcillosos, tolera los ligeramente, se ha observado creciendo en suelos profundos y fértiles, así como en los someros y pedregosos. Se reporta que el frijol terciopelo es una leguminosa de día corto; el tiempo desde la siembra hasta la cosecha puede ser de 180 a 270 días (Duke, 1981).

El cultivo de frijol terciopelo puede ayudar a resolver algunos de los problemas agroecológicos en regiones difíciles.

a) Como cultivo de cobertura o abono verde puede ejercer control sobre las malezas (Meneses, 1997). El cultivo de *Mucuna* en el sureste de Benin asociado con maíz o sorgo ayuda a controlar la alta incidencia del pasto *Imperata cylindrica* (Meneses, 1997).

Rotboelia cochinchinensis (Buckles ,1995) , *Cyperus spp.*, *Cynodon dactylon* y otras (García *et al.*, 1992).

b) Mejora las características del suelo y conserva la humedad del mismo (Triomphe,1993) ofreciendo un alto aporte fijador de N al suelo, habiéndose encontrado hasta 340 g de nódulos por m² (Flores ,1995).

c) Potencial digno de producción de grano que puede ser de 1680 a 3360 kg/ha de grano (Anón,sf).

Uno de los indicadores que se usa como herramienta básica en el estudio de los alimentos es la composición química. Josephine y Janadharnan (1992) señalan que el perfil de aminoácidos de la semilla en tres especies contienen un nivel elevado de todos los aminoácidos esenciales, excepto los azufrados.

Es reportado que los frijoles secos son una buena fuente de proteína vegetal con una composición promedio de 21-25% proteína cruda, poseen una composición total de carbohidratos en promedio de 60-65% y son principalmente complejos estructurales complejos (Bazel y Anderson,1994).

El contenido de grasas es muy bajo, oscilando entre 0.8-1.5%, con excepción del maní y la soya. Además son una buena fuente de vitaminas hidrosolubles, especialmente tiamina, riboflavina, niacina y folacina. (Bazel y Anderson, 1994).

A pesar del atractivo valor nutritivo de éste frijol se indica que contiene algunas sustancias antinutricionales. En 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 tales como: Inhibidores de tripsina, lectinas y taninos .

Se ha encontrado que los principales factores antinutricionales en el frijol terciopelo son :

L-DOPA , Inhibidores de tripsina , Lectinas , Taninos y Ácido fítico.

L-DOPA : Las semillas del género *Mucuna* muestran una alta concentración de L-DOPA en estado libre. L-DOPA en estado libre (3,4 - Dehidroxi Fenil Alanina) que es bien conocida como una droga usada para el tratamiento de la enfermedad de Parkinson en humanos, ha sido encontrada en el embrión (incluyendo los cotiledones) de seis especies de frijol *Mucuna*, en concentraciones que varían de 5.9 a 9 % (Feeny *et al.*, 1973) y sugiere que L-DOPA cumple una función protectora en semillas de frijol *Mucuna* evitando el ataque de insectos y pequeños mamíferos. L-DOPA es una sustancia biológicamente activa bien conocida como precursor de dopamina que es un neurotransmisor (Fuji *et al.*,1992).

Inhibidores de tripsina : 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 (Flores, 1997) . Hathcock reporta que los inhibidores de tripsina poseen un efecto hipertrófico e hiperplásico en los mecanismos

Taninos : Taninos y otros compuestos fenólicos pueden producir efectos antinutricionales quelando minerales como el hierro e inactivando enzimas digestivas (Bazel y Anderson, 1994). Pollos alimentados con 0.5% de ácido tánico han mostrado una depresión en la tasa de crecimiento (Hayden, 1997). Otro problema que se le atribuye a los taninos son que causan un daño en 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)

Acido fítico : Interfiere con la bioavilidad de minerales, principalmente cobre, manganeso y zinc. Reduce la absorción de calcio de el tracto gastrointestinal (Hayden, 1997) Se piensa que el calor destruye la actividad del ácido fítico (Bazel y Anderson, 1994).

Existen pocas experiencias sobre el uso de frijol terciopelo en la alimentación animal, sin embargo se sugiere que el grano se puede usar para fabricar alimento u ofrecerlo en forma directa a los animales cuando se remoja en agua por 24 horas o se muele para hacer harina. Experiencias locales en Yucatán, México han revelado que se puede usar niveles de 20% del frijol cocido sin cáscara (Duque, 1993) ó inclusive con la cáscara (Castillo, 1997) y hasta 33% sin la cáscara en pollos de finalización (Castillo, 1997).

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 (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 pollo de engorde reducen significativamente las ganancias de peso ($P < 0.01$) 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.

Flores (1997) observó 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).

Existe actualmente una escasez de estudios relacionados al valor nutricional del frijol terciopelo como fuente de alimento en aves y otros animales, por tanto los objetivos preliminares en este estudio fueron :

- Evaluar el efecto de *Mucuna pruriens* en la alimentación para pollos de engorde.
- Determinar los niveles óptimos de utilización de *Mucuna pruriens* bajo condiciones crudas y de tostado.
- Elaborar un análisis económico para determinar su factibilidad en los sistemas de producción en la industria avícola.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

Experimento 1.

2.1 LOCALIZACIÓN :

El experimento se llevó a cabo en la sección de aves, localizada en el departamento de Zootecnia, en la Escuela Agrícola Panamericana, la cual se localiza a 800 msnm, con una temperatura promedio de 24°C, en el departamento de Francisco Morazán, ubicado a 32 km al este de Tegucigalpa, Honduras.

2.2 TRATAMIENTOS :

Fueron un total de 4 tratamientos, donde el primer tratamiento fue el testigo que estaba constituido por una dieta a base de maíz y harina de soya. El segundo tratamiento fue el uso de *Mucuna* cruda al 10% como ingrediente fijo en la dieta. El Tratamiento 3 fue al 20% y el Tratamiento 4 fue al 30%. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos (Experimento 1)

Tratamiento 1	Dieta convencional (control)
Tratamiento 2	10% de <i>Mucuna</i> cruda como ingrediente fijo en la dieta.
Tratamiento 3	20% de <i>Mucuna</i> cruda como ingrediente fijo en la dieta.
Tratamiento 4	30% de <i>Mucuna</i> cruda como ingrediente fijo en la dieta.

2.3 SELECCIÓN DE ANIMALES :

Se utilizó un total de 992 pollos machos de la línea Peterson x Hubbard. Los cuales fueron aleatoriamente distribuidos y alojados en 16 corrales experimentales de una dimensión de 2 x 3 m, con un total de 62 pollos por corral a una densidad de 10.3 pollos por m². Los pollos recibieron alimento y agua *ad libitum* y fueron sometidos a un programa de luz de 24 horas en un galpón con ventilación natural.

2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL :

El diseño del experimento fue bloques completamente al azar.

En este experimento se llevó a cabo con un total de 4 bloques con 4 tratamientos y repeticiones por tratamiento.

2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de ambos experimentos se utilizó el programa SAS "Statistical Analysis System" usando la prueba de SNK (Student-Newman-Keuls).

Experimento 2.

2.1 LOCALIZACIÓN.

Igual al Experimento 1.

2.2 TRATAMIENTOS.

Se escogió el mejor resultado dentro de los tratamientos del Experimento 1, el cual fue el 10% de frijol mucuna cruda, y se le denominó Tratamiento 2. El testigo siguió ocupando el lugar del Tratamiento 1. En éste experimento se procedió a tostar la materia prima con un tiempo y una temperatura estandarizada de 130 °C por 30 min. Se usó un tostador cilíndrico calentado con biogas. Se usó el 10% de frijo mucuna tostada como ingrediente fijo en la dieta en el Tratamiento 3. Subsecuentemente se usó el 20% para el Tratamiento 4 y 30% para el Tratamiento 5 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tratamientos (Experimento 2)

TRATAMIENTO 1	Dieta convencional (testigo).
TRATAMIENTO 2	Mejor resultado del experimento 1.
TRATAMIENTO 3	Mucuna tostada al 10% como ingrediente fijo en la dieta.
TRATAMIENTO 4	Mucuna tostada al 30% como ingrediente fijo en la dieta.
TRATAMIENTO 5	Mucuna tostada al 30% como ingrediente fijo en la dieta.

2.3 SELECCIÓN DE ANIMALES

Se utilizó un total de 1020 pollos machos de la raza Peterson x Hubbard. Los cuales fueron aleatoriamente distribuidos y alojados en 15 corrales experimentales de una dimensión de 2 x 3 m , con un total de 68 pollos por corral a una densidad de 11.3 pollos por m² . Los pollos recibieron alimento y agua *ad libitum* y fueron sometidos a un programa de luz de 24 horas en un galpón con ventilación natural.

2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño del experimento fue bloque completamente al azar. Se llevó a cabo con un total de 3 bloques con 5 tratamientos y con 3 repeticiones por tratamiento.

2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Igual al Experimento 1.

El aporte nutricional de las dietas utilizadas se muestran en el Cuadro 3 y 4. Las dietas fueron formuladas de acuerdo a las tablas de requerimiento de la línea utilizada, (Cuadro 5 y 6).

Cuadro 3. Composición química de la mucuna cruda.

	(%)
Materia seca ¹	92.2
Proteína cruda ¹	21.0
Fibra cruda ¹	4.1
Cenizas ¹	3.1
Grasa ¹	4.9
Aminoácidos ²	
Lisina	1.50
Metionina	0.22
Cistina	0.27
Valina	1.12
Isoleucina	1.03
Leucina	1.54
Histidina	0.46
Arginina	1.71
Triptófano	0.07
Treonina	1.04
L-Dopa ¹	4.76

¹ Laboratorio de nutrición de la Universidad de Vermont,
Burlington, Vermont, USA.

² Laboratorio de bromatología Degussa, Hanau, Alemania.

Cuadro 4. Composición química de la Mucuna tostada.

	(%)
Materia seca ¹	91.5
Proteína cruda ¹	21.8
Fibra cruda ¹	7.4
Cenizas ¹	3.5
Grasa ²	3.5
Aminoácidos ²	
Lisina	1.23
Metionina	0.23
Cistina	0.28
Valina	0.98
Isoleucina	0.93
Leucina	1.44
Histidina	0.44
Arginina	1.17
Triptófano	0.23
Treonina	0.81
L-Dopa ²	4.61

¹ Laboratorio de Bromatología, Zamorano, Honduras.

² Laboratorio de la Universidad de Vermont, Burlington, USA.

2.6 VARIABLES MEDIDAS.

Las variables medidas fueron tomadas de igual manera en ambos experimentos.

2.6.1 Peso corporal (g)

Fue medida en gramos y se tomaron semanalmente pesos del 25% de la población por cada corral. El muestreo fue al azar.

2.6.2 Consumo de alimento (g/ave)

El alimento fue medido semanalmente en todos los corrales. La cantidad de alimento ofrecida fue pesada semanalmente y el rechazo se midió semanalmente para sacar el consumo promedio por pollo.

2.6.3 Conversión alimenticia

Se calculó en base a la relación entre ganancia de peso y consumo de alimento, por tanto las medidas fueron semanales.

2.6.4 Mortalidad (%)

Se midió diariamente en todos los corrales en registros llevados independientemente por cada corral, en los cuales se anotaban los muertos para llevar control de la población total.

2.6.5 Peso en canal (g)

Se tomaron pesos del 25% de la población por cada corral, las cuales fueron medidas el día de su sacrificio.

2.6.6 Rendimiento en canal (%)

El rendimiento del canal se calculó dividiendo el peso vivo sobre el peso después del sacrificio sin incluir los menudos (hígado, molleja, corazón y cuello).

Cuadro 5. Composición de las dietas (Experimento 1)

Ingredientes y análisis.	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
					(%)							
Maíz	52.70	44.00	35.30	26.50	60.00	51.30	42.60	33.90	64.70	56.00	47.40	38.70
Harina de Soya 48% PC	39.10	36.20	33.30	30.40	31.70	28.70	25.80	22.90	27.80	24.80	21.90	19.00
Mucuna	0.00	10.00	20.00	30.00	0.00	10.00	20.00	30.00	0.00	10.00	20.00	30.00
Carbonato de Calcio	1.80	1.80	1.70	1.70	1.60	1.60	1.60	1.60	1.50	1.50	1.50	1.50
Biofos	1.30	1.20	1.20	1.10	1.10	1.10	1.00	1.00	1.10	1.10	1.00	1.00
Sal	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Premezcla mineral vitamínica ¹	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Aceite vegetal	4.30	5.90	7.60	9.30	4.80	6.40	8.10	9.70	4.00	5.60	7.20	8.90
Sumax 25 ⁶²	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Coban 60 ⁶³	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
D-L metionina	0.10	0.10	0.20	0.20	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.20	0.20
L-Lisina	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.20	0.20
Análisis calculado												
Energía metabolizable Kcal/kg	3100	3100	3100	3100	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Proteína cruda %	23.00	23.00	23.00	23.00	20.00	20.00	20.00	20.00	18.50	18.50	18.50	18.50
Calcio %	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.80	0.80	0.80	0.80
Fósforo disponible %	0.50	0.50	0.50	0.50	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Lisina %	1.40	1.39	1.40	1.50	1.10	1.20	1.20	1.30	1.10	1.10	1.10	1.10
Metionina %	0.45	0.45	0.48	0.48	0.45	0.45	0.45	0.45	0.43	0.43	0.43	0.43

¹ La premezcla mineral-vitamínica provee las siguientes cantidades por kg de la dieta: Vitamina A, 45347.826.09 UI; Vitamina D3, 15086.956.52 UI; Vitamina E, 4347.83 UI; Vitamina K3, 869.57 mg; Tiamina, 434.78 mg; Riboflavina, 2173.91 mg; Niacina, 15217.39 mg; D-Pantotato de calcio, 108.695.65 mg; 4347.83 mg; Piridoxina, 434.78 mg; Biotina, 21.74 mg; Ácido fólico, 326.09 mg; Vitamina B12, 5.22 mg; Cloruro de Colina, Manganeso, 30.434.78; Hierro, 13.043.48 mg; Zinc, 21.739.13 mg; Cobre, 4347.83 mg; Yodo, 652.17 mg; Cobalto, 65.22; Vehículo C.S.P. 15000.000.00 mg.

² Sumax[®] Antibiótico avilamicina, 18.2 gr / 100 lb de alimento.

³ Cobán 60[®] Prevención de coccidiosis en pollos de engorde, 25 gr / 100 lb de alimento.

Cuadro 6. Composición de las dietas (Experimento 2)

Ingredientes y análisis	T1					T2					T3					T4					T5				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
	(%)																								
Maíz	52.70	44.00	45.00	37.20	29.40	60.00	51.30	51.30	44.80	36.70	64.70	56.00	56.90	49.10	41.30										
Harina de Soya 48% PC	39.10	36.20	35.50	31.80	28.10	31.70	28.70	28.00	24.30	20.70	27.80	24.80	24.10	20.40	16.80										
Mieuna	0.00	10.00	10.00	20.00	30.00	0.00	10.00	10.00	20.00	30.00	0.00	10.00	10.00	20.00	30.00										
Carbonato de Calcio	1.80	1.80	1.80	1.80	1.90	1.60	1.60	1.60	1.70	1.70	1.50	1.50	1.60	1.60	1.60										
Biofos	1.20	1.20	1.20	1.10	1.00	1.10	1.10	1.10	1.00	0.90	1.10	1.10	1.10	1.00	0.90										
Sal	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.32	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30										
Premezcla mineral vitamínica ¹	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30										
Ácido vegetal	4.30	5.90	5.80	7.20	8.70	4.30	6.40	6.20	7.70	9.20	4.00	5.60	5.50	7.00	8.40										
Surfact 25 ²	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04										
Coban 60 ³	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08										
D-L-metionina	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.20	0.20										
L-Lisina	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	0.10	0.10										
Análisis calculado	3100	3100	3100	3100	3100	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200										
Energía metabolizable Kcal/kg	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	18.50	18.50	18.50	18.50	18.50										
Proteína cruda %	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80										
Calcio %	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40										
Fósforo disponible %	1.40	1.39	1.40	1.30	1.30	1.10	1.20	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10										
Lisina %	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43										

¹ La premezcla mineral-vitamínica provee las siguientes cantidades por kg de la dieta: Vitamina A, 432.09 UI; Vitamina D₃, 15086.956.32 UI; Vitamina E, 4.347.83 UI; Vitamina K₃, 669.57 mg; Tiamina, 434.78 mg; Riboflavina, 2.173.91 mg; Nicotina, 15.211.30 mg; D-Pantoténico de calcio, 108.693.63 mg;

4.347.83 mg; Piridoxina, 434.78 mg; Biotina, 21.74 mg; Ácido fólico, 356.09 mg; Vitamina B₁₂, 5.22 mg; Cloruro de Cobalto, Manganeso, 30.424.78;

Elletio, 13.043.48 mg; Zinc, 21.739.13 mg; Cobalto, 4.347.83 mg; Yodo, 652.17 mg; Cobalto, 65.22; Vitamínico C.S.P. 15000.000.00 mg.

² Surfact[®] Antibiótico enriquecido, 18.2 gr / 100 lb de alimento.

³ Coban 60[®] Prevención de esclerosis en pollos de engorde, 25 gr / 100 lb de alimento.

3.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1 :

3.1 Peso corporal.

Los resultados de los pesos se expresaron por semana y se aprecian en el Cuadro 7 respectivamente. En el primer experimento podemos observar con un alto grado de significancia ($P=0.0001$) que el tratamiento control produjo pesos finales y ganancias superiores a los demás tratamientos en que se utilizó frijol mucuna. Podemos observar en el Cuadro 7 que todos los tratamientos de frijol mucuna cruda se encuentran muy por debajo del tratamiento control, a lo cual podemos atribuirle una alta incidencia de factores antinutricionales. Harms *et al.*, (1961) determinó que un incremento en el frijol mucuna a 4 niveles (12.5, 25, 37.5 y 50 %) dio como resultado en una mayor depresión en el crecimiento.

Cuadro 7. Efecto de mucuna cruda en la ganancia de peso en pollos de engorde (Experimento 1)

Parámetros	T1	T2	T3	T4
Peso vivo (g)				
Día 7	120.0 ^a	105.1 ^b	91.1 ^c	77.00 ^d
Día 14	254.2 ^a	208.8 ^b	167.9 ^c	113.5 ^d
Día 21	463.0 ^a	249.0 ^a	320.0 ^b	186.1 ^c
Día 28	920.6 ^a	842.1 ^a	594.7 ^b	351.8 ^c
Día 35	1411.9 ^a	1259.8 ^b	951.1 ^c	483.5 ^d
Día 42	1888.6 ^a	1716.1 ^b	1327.0 ^c	735.4 ^d

T1 = Tratamiento control

T2 = 10% mucuna cruda como ingrediente fijo.

T3 = 20% mucuna cruda como ingrediente fijo.

T4 = 30% mucuna cruda como ingrediente fijo.

^{a-d} Medias con una diferencia significativa ($P<0.001$).

3.2 Consumo.

Los resultados del consumo se encuentran tabulados por semana en el Cuadro 8 respectivamente. Se puede observar en el Cuadro 8 que sólo existe diferencia

significativa ($P=0.0001$) con el tratamiento del 30% de Mucuna cruda, la cual se comienza a ver desde la primera semana. Esta baja en el consumo puede ser atribuible a los factores antinutricionales presentes en la semilla.

Flores (1997) observó en cerdos en crecimiento que hubo diferencias altamente significativas entre el tratamiento control y los tratamientos en los que incluyó frijol terciopelo. Olaboro *et al.*, (1991) observó que un nivel del 20% de frijol mucuna no afectó el consumo comparada con una dieta control en base a soya.

Cuadro 8. Efecto de mucuna cruda en el consumo en pollos de engorde (Experimento 1)

Parámetros	T1	T2	T3	T4
Consumo (g)				
Día 7	118.4 ^a	117.4 ^a	108.9 ^a	85.3 ^b
Día 14	365.5 ^a	355.6 ^a	321.0 ^a	235.4 ^b
Día 21	800.0 ^a	787.7 ^a	720.9 ^a	478.2 ^b
Día 28	1594.7 ^a	1533.6 ^a	1368.4 ^a	951.5 ^b
Día 35	2469.4 ^a	2404.1 ^a	2197.0 ^a	1324.7 ^b
Día 42	3578.9 ^a	3414.9 ^a	3144.9 ^a	2073.6 ^b

T1 = Tratamiento control.

T2 = 10% Mucuna cruda como ingrediente fijo.

T3 = 20% Mucuna cruda como ingrediente fijo.

T4 = 30% Mucuna cruda como ingrediente fijo.

^{a,b} Medias con diferencia significativa ($P<0.001$).

3.3 Conversión alimenticia .

Como podemos observar en el Cuadro 9, no hubo diferencia entre el tratamiento control y el tratamiento con el 10% de Mucuna cruda. En cambio los otros dos tratamientos mostraron una amplia diferencia ($P=0.0001$), en comparación al control. Estas diferencias son atribuibles a la baja ganancia de peso que obtuvieron los pollos a lo largo de su ciclo. Olaboro *et al.*, (1991) observó que no hubo diferencia significativa con pollos alimentados con un 20% de frijol mucuna. Flores (1997) observó que las dietas de frijol terciopelo en cerdos en crecimiento fueron inferiores a las comparadas con el control.

Cuadro 9. Efecto de mucuna cruda en el índice de conversión alimenticia en pollos de engorde (Experimento 1)

Parámetros	T1	T2	T3	T4
ICA				
Día 7	0.98 ^b	1.11 ^{ab}	1.19 ^a	1.10 ^{ab}
Día 14	1.44 ^c	1.70 ^b	1.91 ^{ab}	2.07 ^a
Día 21	1.73 ^c	1.83 ^c	2.26 ^b	2.57 ^a
Día 28	1.74 ^c	1.84 ^c	2.30 ^b	2.71 ^a
Día 35	1.75 ^c	1.91 ^c	2.31 ^b	2.74 ^a
Día 42	1.90 ^c	1.99 ^c	2.37 ^b	2.81 ^a

T1 = Tratamiento control

T2 = 10% de mucuna cruda como ingrediente fijo.

T3 = 20% de mucuna cruda como ingrediente fijo.

T4 = 30% de mucuna cruda como ingrediente fijo.

^{ab} Medias con diferencia significativa ($P < 0.001$).

ICA= Índice de Conversión Alimenticia

3.4 Mortalidad.

Los datos de mortalidad se midieron diariamente y se presentan a continuación en el Cuadro 10. El Tratamiento 2 muestra una mortalidad un poco más elevada en comparación al testigo (6.3%), en cambio el Tratamiento 4 presentó una mortalidad bien elevada (11.3%). Las causas principales de éste alto porcentaje se pudieron deber al bajo consumo mostrado a lo largo de su ciclo de vida, lo cual trajo como consecuencia mucho estrés, cierto grado de canibalismo debidos a la depresión en el metabolismo ocasionados por los factores antinutricionales encontrados en el grano de mucuna. Olaboro *et al.*, (1991) reporta bajas mortalidades en sus experimentos y no las relaciona a ningún tratamiento dietético relacionado al frijol terciopelo.

Cuadro 10. Efecto de la mucuna cruda en la mortalidad de pollos de engorde (Experimento I)

Parámetros	T1	T2	T3	T4
Mortalidad (%)				
Día 7	0.40	1.16	0.20	0.09
Día 14	1.16	1.46	0.51	1.50
Día 21	1.16	1.46	0.51	4.91
Día 28	1.16	2.92	1.06	6.47
Día 35	1.16	3.86	2.16	7.63
Día 42	2.63	6.30	2.38	11.35

T1 = Tratamiento control.

T2 = 10% de mucuna cruda como ingrediente fijo.

T3 = 20% de mucuna cruda como ingrediente fijo.

T4 = 30% de mucuna cruda como ingrediente fijo.

3.5 Peso en canal

Se puede apreciar que el tratamiento control supera en peso en canal a los demás tratamientos con una diferencia altamente significativa ($P=0.0001$). El Tratamiento 2 no presenta diferencia significativa con respecto al Tratamiento 3. El Tratamiento 4 debido a su bajo peso no se pudo sacrificar. Estas diferencias se encuentran relacionadas con el bajo peso vivo alcanzado a lo largo de su ciclo de vida.

Cuadro 11. Efecto de mucuna cruda en el peso en canal (Experimento I)

Peso canal (g)	T1	T2	T3	T4
Día 42	1293.9 ^a	1163.0 ^b	827.1 ^c	*

T1 = Tratamiento control.

T2 = 10% de Mucuna cruda como ingrediente fijo.

T3 = 20% de Mucuna cruda como ingrediente fijo.

T4 = 30% de Mucuna cruda como ingrediente fijo.

^{a-c} Medias con diferencia significativa ($P<0.001$).

* Muy pequeño para sacrificio.

3.6 Rendimiento en canal

Podemos observar comparativamente que no existe diferencia significativa entre el Tratamiento 1 y 2, en cambio podemos observar que sí existe diferencia con el Tratamiento 3 y respectivamente con el Tratamiento 4, con una diferencia de medias ($P=0.0044$), el tratamiento 4 no se llevó a sacrificio por su bajo peso vivo

alcanzado, lo cual es atribuible a su bajo consumo de alimento a lo largo del ciclo de producción.

Cuadro 12. Efecto de Mucuna cruda en el rendimiento en canal (Experimento 1)

Rendimiento en canal (%)	T1	T2	T3	T4
Día 42	68.5 ^a	67.8 ^a	65.6 ^b	*

T1 = Tratamiento control.

T2 = 10% de Mucuna cruda como ingrediente fijo.

T3 = 20% de Mucuna cruda como ingrediente fijo.

T4 = 30% de Mucuna cruda como ingrediente fijo.

^{a,b} Medias con diferencia significativa ($P < 0.001$).

* Muy pequeño para sacrificio.

Experimento 2 :

3.1 Peso corporal

El Cuadro 14 muestra que no existió diferencia significativa entre el tratamiento control y el tratamiento tratado con mucuna tostada al 10%, pero en los demás tratamientos hubo diferencia significativa ($P=0.0001$) comparado al control. Un caso muy interesante es el presentado en el Cuadro 14, en el cual podemos ver que no hubo diferencia significativa entre el Tratamiento 3 y el control, observamos un incremento considerable entre los tratamientos de mucuna tostada en comparación a los de mucuna cruda. Debido a esto podemos afirmar que el proceso de tostado baja las concentraciones de los factores antinutricionales que alteran el peso en los tratamientos, tales como los inhibidores de tripsina, ácido fítico, lectinas y dopaminas. Josephine y Janadharnan (1992) encontraron en estudios realizados que todos los factores antinutricionales son termolábiles, exceptuando la L-Dopa.

Cuadro 13. Efecto de mucuna tostada en la ganancia de peso en pollos de engorde (Experimento 2)

Parámetros	T1	T2	T3	T4	T5
Peso vivo(g)					
Día 7	136.4 ^a	130.3 ^a	133.3 ^a	115.2 ^b	100.0 ^c
Día 14	342.0 ^a	298.6 ^b	313.3 ^b	254.2 ^c	233.0 ^c
Día 21	708.2 ^a	602.3 ^c	662.8 ^b	578.1 ^a	457.0 ^d
Día 28	1250.0 ^a	1084.7 ^b	1098.7 ^b	923.1 ^c	747.6 ^d
Día 35	1852.3 ^a	1661.6 ^b	1673.7 ^b	1371.1 ^c	1050.2 ^d
Día 42	2133.8 ^a	1957.2 ^b	2043.0 ^{ab}	1725.2 ^c	1402.4 ^d

T1 = Tratamiento control.

T2 = 10% Mucuna cruda como ingrediente fijo.

T3 = 10% Mucuna tostada como ingrediente fijo.

T4 = 20% Mucuna tostada como ingrediente fijo.

T5 = 30% Mucuna tostada como ingrediente fijo.

^{a,d} Medias con diferencia significativa ($P < 0.001$)

3.2 Consumo

En cambio, podemos observar en el Cuadro 14 que a pesar del aumento en consumo en comparación al Experimento 1, los tratamientos con el 20 y 30 % de mucuna tostada fueron los más bajos ($P=0.0001$) en el Experimento 2.

Olaboro *et al.*, (1991) observó que el frijol mucuna tratado a 121°C en un autoclave mejoró el consumo en pollos de engorde en un 40.7 % comparándolo al no tratado

Cuadro 14. Efecto de mucuna tostado en el consumo en pollos de engorde (Experimento 2)

Parámetros	T1	T2	T3	T4	T5
Consumo(g)					
Día 7	141.1 ^a	142.43 ^a	136.8 ^a	124.8 ^a	104.4 ^b
Día 14	502.7 ^a	496.8 ^a	492.6 ^a	406.9 ^b	344.9 ^c
Día 21	1037.8 ^a	1038.8 ^a	997.7 ^a	884.7 ^b	767.8 ^c
Día 28	1911.4 ^a	1873.8 ^a	1832.1 ^a	1677.8 ^b	1343.9 ^c
Día 35	2960.1 ^a	2885.7 ^a	2802.7 ^{ab}	2640.6 ^b	2073.5 ^c
Día 42	3835.9 ^a	3832.3 ^a	3721.3 ^{ab}	3444.1 ^b	2873.9 ^c

T1 = Tratamiento control

T2 = Tratamiento 10% mucuna cruda como ingrediente fijo.

T3 = Tratamiento 10% mucuna tostada como ingrediente fijo.

T4 = Tratamiento 20% mucuna tostada como ingrediente fijo.

T5 = Tratamiento 30% mucuna tostada como ingrediente fijo.

^{a-d} Medias con diferencia significativa ($P<0.001$).

3.3 Conversión alimenticia

El efecto del tostado se observa claramente al mejorar las conversiones alimenticias de los Tratamientos 4 y 5 respectivamente. Esto se debe principalmente al aumento en peso y la mejora en el consumo comparado al Experimento 1. Podemos observar como el 10% de Mucuna tostada supera a los demás tratamientos ($P=0.0001$), mejorando de 1.96 (10% crudo) a 1.82 (10% tostada). Esta mejora se debe primordialmente al aumento en peso y consumo, ya que entre el T3 y el T1 no hubo diferencia significativa en peso ni consumo. Olaboro *et al.*, (1991) observó que usando frijol mucuna tostado mejoraba la conversión alimenticia en un 13.5% comparado al crudo.

Cuadro 15. Efecto de mucuna tostado en el Índice de Conversión Alimenticia en pollos de engorde (Experimento 2)

Parámetros	T1	T2	T3	T4	T5
ICA					
Día 7	1.04 ^a	1.09 ^a	1.03 ^a	1.08 ^a	1.04 ^a
Día 14	1.47 ^a	1.69 ^a	1.57 ^a	1.6 ^a	1.48 ^a
Día 21	1.46 ^b	1.72 ^a	1.51 ^b	1.53 ^b	1.68 ^a
Día 28	1.53 ^b	1.73 ^b	1.67 ^b	1.82 ^a	1.79 ^a
Día 35	1.60 ^b	1.74 ^b	1.68 ^b	1.93 ^a	1.97 ^a
Día 42	1.80 ^b	1.96 ^b	1.82 ^b	1.99 ^b	2.05 ^a

T1 = Tratamiento control

T2 = Tratamiento 10% mucuna cruda como ingrediente fijo.

T3 = Tratamiento 10% mucuna tostada como ingrediente fijo.

T4 = Tratamiento 20% mucuna tostada como ingrediente fijo.

T5 = Tratamiento 30% mucuna tostada como ingrediente fijo.

^{a,b} Medias con diferencia significativa ($P < 0.001$).

ICA=Índice de Conversión Alimenticia.

3.4 Mortalidad

Es claro observar que el tratamiento térmico proporcionado a la semilla de mucuna disminuyó la mortalidad, manteniendo los tratamientos en un óptimo nivel de mortalidad. Harris *et al.*, (1961) encontró que los niveles de mortalidad suben sólo usando niveles de 50% de frijol mucuna en la dieta.

Cuadro 16. Efecto de mucuna tostada en la mortalidad de pollos de engorde (Experimento 2)

Parámetros	T1	T2	T3	T4	T5
Mortalidad(%)					
Día 7	0.96	0	0	0.65	1.31
Día 14	1.63	0.16	0.96	0.65	1.97
Día 21	1.63	0.96	1.32	0.96	3.27
Día 28	2.81	1.22	1.92	2.81	3.64
Día 35	3.67	2.81	2.6	3.67	3.96
Día 42	5.65	2.81	3.95	5.33	3.95

T1 = Tratamiento control

T2 = Tratamiento 10% mucuna cruda como ingrediente fijo.

T3 = Tratamiento 10% mucuna tostada como ingrediente fijo.

T4 = Tratamiento 20% mucuna tostada como ingrediente fijo.

T5 = Tratamiento 30% mucuna tostada como ingrediente fijo.

3.5 Peso en canal

Se puede ver claramente que el Tratamiento 3, (10% Mucuna tostada) no presenta diferencias significativas con el tratamiento control. Fue el mejor de los tratamientos tratados con mucuna tostada. En cambio los demás tratamientos presentan diferencias significativas ($P=0.0001$) la cual se ve relacionada con el bajo peso vivo alcanzado a lo largo del ciclo de vida.

Cuadro 17. Efecto de mucuna tostada en el peso en canal (Experimento 2)

Peso canal (g)	T1	T2	T3	T4	T5
Día 42	1543.6 ^a	1392.3 ^b	1447.8 ^{ab}	1175.3 ^c	948.4 ^d

T1 = Tratamiento control.

T2 = 10% de Mucuna cruda como ingrediente fijo.

T3 = 10% de Mucuna tostada como ingrediente fijo.

T4 = 20% de Mucuna tostada como ingrediente fijo.

T5 = 30% Mucuna tostada como ingrediente fijo.

^{ab} Medias con diferencia significativa ($P<0.001$).

3.6 Rendimiento en canal

Se puede apreciar que los rendimientos en canal aumentaron en todos los tratamientos sin haber diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 18. Efecto de Mucuna tostada en el rendimiento en canal (Experimento 2)

Rendimiento en canal (%)	T1	T2	T3	T4	T5
Día 42	72	71	71	68	67

T1 = Tratamiento control.

T2 = 10% de Mucuna cruda como ingrediente fijo.

T3 = 10% de Mucuna tostada como ingrediente fijo.

T4 = 20% de Mucuna tostada como ingrediente fijo.

T5 = 30% Mucuna tostada como ingrediente fijo.

^{ab} Medias con diferencia significativa ($P<0.001$).

Experimento 1.

7. Análisis económico.

El análisis económico se realizó en base a un estado de resultados en el cual se compara el total de ingresos, el total de costos variables, el margen de contribución, costos totales, utilidades de operación y rentabilidad de costos del tratamiento control versus los demás tratamientos. En los ingresos sólo encontramos el ingreso de carne, la cual se vendió a 11 L. la libra (Anexo 7), los costos variables incluían el costos de los pollitos y el del alimento, los costos fijos fueron de 437.4 L. para todos los tratamientos (Anexo 7).

7.1 Resultados del análisis económico.

El precio del alimento disminuía a medida que aumentaba la porción de mucuna en la dieta debido a que bajaba la cantidad de maíz y soya en la dieta. Como podemos apreciar (Cuadro 20) los costos totales mayores fueron los del tratamiento control debido a que la inclusión de mucuna en la dieta disminuían en un 8%, 14% y un 40% los costos del alimento en los Tratamientos 2, 3 y 4, respectivamente.

En cambio podemos observar que los ingresos disminuían a medida que aumentaba la concentración de frijol mucuna en la dieta. El Tratamiento 2 disminuye un 13%, el Tratamiento 3 un 33% y el Tratamiento 4 no nos proporciona ingresos debido a que no fueron sacrificados.

Al igual que los ingresos, la rentabilidad disminuía al aumentar la concentración de frijol mucuna. El Tratamiento 2 nos proporciona un 10% menos de rentabilidad que el Tratamiento control, el Tratamiento 3 un 32% y el Tratamiento 4 no nos proporciona rentabilidades debido a que no fueron sacrificados.

Cuadro 19. Análisis económico (Experimento 1)

	T1	T2	T3	T4
Ingresos totales (L.).	7691.75	6,622.35	5,177.01	0
Costos totales (L.).	2,478.57	4,383.53	4,500.08	3,129.54
Rentabilidad (%).	47.54	37.37	15.04	*

T1 = Tratamiento control.

T2 = 10% de Mucuna cruda como ingrediente fijo.

T3 = 20% de Mucuna cruda como ingrediente fijo.

T4 = 30% de Mucuna cruda como ingrediente fijo.

* Muy pequeño para sacrificio.

Experimento 2.

7. Análisis económico.

Igual al realizado en el Experimento 1.

7.1 Resultados del análisis económico

Es claro observar en el cuadro 21, que es más rentable darle un tratamiento térmico al frijol Mucuna aumentando las rentabilidades, los ingresos y disminuyendo los costos comparandolo con el Experimento 1. Los ingresos disminuyen en un 13% en el Tratamiento 2, en un 6% en el Tratamiento 3, en un 19% en el Tratamiento 4 y en un 39% en el Tratamiento 5 comparados con el Tratamiento control. Los costos totales bajaron en un 8% en el Tratamiento 2, en un 4% en el Tratamiento 3, en un 12% en el Tratamiento 4 y en un 25% en el Tratamiento 5 comparándose con el control.

Las rentabilidades bajaron en un 10% en el Tratamiento 2, en un 3% en el Tratamiento 3, en un 22% en el Tratamiento 4 y en un 30% en el Tratamiento 5.

Se puede notar que el Tratamiento control fue mejor, pero el Tratamiento 3 fue casi igual al control diferenciando en sólo un 3% con las rentabilidades del control.

Cuadro 20. Análisis económico (Experimento 2)

	T1	T2	T3	T4	T5
Ingresos totales(L).	7217.87	6,622.35	6,769.99	5,496.19	4,388.78
Costos totales(L).	4,464.24	4,383.53	4,270.97	3,934.96	3,332.79
Rentabilidad(%).	61.68	37.37	58.51	39.68	31.68

T1 = Tratamiento control.

T2 = 10% de Mucuna cruda como ingrediente fijo.

T3 = 10% de Mucuna tostada como ingrediente fijo.

T4 = 20% de Mucuna tostada como ingrediente fijo.

T5 = 30% Mucuna tostada como ingrediente fijo.

4.CONCLUSIONES.

1. En dietas para pollos de engorde es posible incluir en la dieta hasta un 10% de frijol mucuna tostado, sin que afecte el peso, la conversión alimenticia, la mortalidad y el rendimiento de la canal.
2. Con un 20% de frijol mucuna no se detectó diferencia significativa en consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, peso y rendimiento en canal; mientras que con el peso corporal hubo diferencia.
- 3.Existió diferencia en peso corporal, consumo y peso en canal utilizandose 30% de frijol mucuna tostado, siendo comparativamente mejor que el 30% de frijol mucuna cruda utilizado en el Experimento 1.
4. Se obtiene una rentabilidad casi similar con un 10% de frijol mucuna tostado en comparación a la dieta convencional.
5. El tratamiento térmico proporcionado al frijol mucuna en el Experimento 2 mejoró todos los parámetros productivos en comparación al frijol mucuna crudo utilizado en el Experimento 1.
6. Con niveles de 20% y 30% de frijol mucuna crudo se obtuvieron bajos pesos corporales, conversiones alimenticias altas, bajos pesos y rendimientos en canal.
7. Las concentraciones de L-Dopa no bajaron con el tratamiento térmico aplicado en el segundo Experimento, pero si aumentaron los parámetros productivos, por lo cual podemos afirmar que L-Dopa no es el principal factor antinutricional en el frijol mucuna.
8. La decisión de utilizar frijol mucuna dependerá del precio del maíz y la soya en el mercado para justificar su utilización.

5.RECOMENDACIONES

1. Se podría usar hasta un 10% de frijol mucuna tostado como ingrediente fijo en la dieta.
2. Podríamos incorporar un 10% de frijol mucuna cruda en las dietas para pollos de engorde logrando obtener buenas conversiones alimenticias, buenos consumos, buenos rendimientos en canal, aunque los pesos corporales y en canal se encuentren por debajo de la dieta convencional.
3. No se recomienda el uso del 20% y 30% de frijol mucuna crudo debido a su baja rentabilidad y al efecto negativo en el desempeño de los pollos de engorde.
4. No se recomienda el uso del 20% y 30% de frijol mucuna tostado, a pesar de haber mejorado la rentabilidad y su efecto en el desempeño en pollos de engorde en comparación al crudo.
5. Se recomienda realizar otro experimento con diferentes tiempos de tostado y aumentar lisina y metionina que son los aminoácidos que se encuentran en bajas concentraciones en el frijol mucuna.

6.BIBLIOGRAFÍA

- ANÓN. (sf). Velvet bean *Mucuna pruriens* (L), DC. var *utilis* (Wall ex Wight) Barker ex Burck.
- BUCKLES, D. 1995. A new plant with a history. Economic Botany. New York, USA. pp 13-25.
- BUNCH, R. 1995. Principles of agriculture for the humid tropics " An Odyssey of discovery ". ILEIA newsletter, pp 18-19.
- BAZEL, J. y ANDERSON, E.L. 1994. Nutritional and anti-nutritional characteristics of mucuna bean seeds. Plenum press. New York. USA. pp 76-78.
- CASTILLO, F. 1997. Documento en preparación. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México.
- DUQUE, A. D. 1993. Evaluación del frijol terciopelo *Stizolobium deerengianum* en el control de malezas en cítricos y como fuente proteica en la ración para pollos de engorde. Tesis de maestría. Ciencia animal. Instituto tecnológico agropecuario No. 2. SEP. SEIT. DGETA. Conkal, Yucatán, México.
- DUKE, J. A. 1981. Handbook of the legumes of world economic importance. Plenum press. New York, USA. pp 170-173.
- FAO. 1993. Tropical feed. Oxford computer journals Ltd.
- 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 Guílliams, Francisco Hernández y Hernán Espinoza. Science (181).81-82.
- FLORES, M. 1995. Prácticas de manejo para trabajar con frijol terciopelo. Noticias sobre cultivos de cobertura. Honduras. CIDICCO No.5. Seg. Edición:1-6.
- FLORES, L. A. 1997. Efecto del frijol terciopelo *Mucuna pruriens*, como fuente de proteína en la alimentación de cerdos en crecimiento. Tesis de ingeniería. Zamorano, Honduras. pp 27...
- FUJII, Y., SHIBUYA, T. and YASUDA, T. 1992. Allelopathic velvet beans. Its discrimination and identification of L-DOPA as a candidate of allelopathic

- GARCÍA, E. R., QUIROGA, R. and GRENADOS, N. 1992. Agroecosistemas de productividad sostenible de maíz, en las regiones cálida húmedas de México. Paper presented at the international workshop on slash/mulch. Turrialba, Costa Rica. Octubre. pp 12-16.
- HATHCOCK, J. N. 1991. Nutritional and toxical consequences of food processing. Plenum press. New York. USA.
- HARMS, R. H., CHARLES, F. and WALDROUP, P. W. 1961. Influence of feeding various levels of velvet beans to chicks and laying hens. Department of poultry science and veterinary science. University of florida, Gainesville, Florida, USA. pp 127-131
- HAYDEN, M. 1997. Initial research concerning velvet beans as poultry feed. Research intern, Judson college. pp. 2-3.
- JOSEPHINE, R. M. and JANADHARNAN, K. 1992. Studies on chemical composition and antinutritional factors in three germoplasm seed materials of the tribal pulse, *Mucuna pruriens* (L.)DC. Food chemistry. 43: 1. 13-18.
- KIFF, L., POUND, B. and HOLDSWORTH, R. 1996. Covercrops. A review and database for field users. Natural resources institute. Overseas development administration.
- MENESES C. L E. 1997. Evaluación del potencial alelopático de *Canavalia ensiformis* (L.) D.c. y *Mucuna deeringianum* D.C. sin *Stizolobium sp.*, como controladoras de arvenses en el estado de Yucatán, México. Tesis de licenciatura de biología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Mérida, Yucatán, México.
- 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.
- 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 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.
- 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.

7. ANEXOS

Anexo 1. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para consumo de alimento y peso corporal en la sexta semana (Experimento 1)

FUENTE	G.L.	CONSUMO	PESO
Tratamiento	3	1822156.5	1045755.29
Bloque	3	81851.81	17772.35
Error	9	71689.31	4874.071
C.V.		8.81	4.93
R ²		0.89	0.98
Valor F (trat)		25.42	214.55
Probabilidad		0.0001	0.0001

Anexo 2. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para conversión alimenticia y mortalidad en la sexta semana (Experimento 1).

FUENTE	G.L.	CONVERSION	MORTALIDAD
Tratamiento	3	0.6812	0.0315
Bloque	3	0.0014	0.0068
Error	9	0.021	0.012
C.V.		6.4	48.01
R ²		0.92	0.51
Valor F (trat)		32.69	2.61
Probabilidad		0.0001	0.1156

Anexo 3. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso en canal y rendimiento de la canal en la sexta semana (Experimento 1).

FUENTE	G.L.	PESO EN CANAL	RENDIMIENTO EN CANAL
Tratamiento	3	186447.95	0.001
Bloque	3	3059.11	0.0013
Error	9	2178.05	0.0001
C.V.		4.21	0.84
R ²		0.97	0.94
Valor F (trat)		85.6	15.36
Probabilidad		0.0001	0.0044

Anexo 4. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para consumo de alimento y peso corporal en la sexta semana (Experimento 2)

FUENTE	G.L.	CONSUMO	PESO
Tratamiento	4	494069.47	258918.31
Bloque	2	4776.9	14474.87
Error	8	13738.45	4091.67
C.V.		3.31	3.45
R ²		0.95	0.97
Valor F (trat)		35.96	63.28
Probabilidad		0.0001	0.0001

Anexo 5. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para conversión alimenticia y mortalidad en la sexta semana (Experimento 2).

FUENTE	G.L.	CONVERSION	MORTALIDAD
Tratamiento	4	0.04	0
Bloque	2	0.02	0
Error	8	0.01	0.02
C.V.		4.41	61.45
R ²		0.76	0.1
Valor F (trat)		5.15	0.15
Probabilidad		0.02	0.96

Anexo 6. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso en canal y rendimiento de la canal en la sexta semana (Experimento 2).

FUENTE	G.L.	PESO EN CANAL	RENDIMIENTO EN CANAL
Tratamiento	4	171648.17	0
Bloque	2	2244.23	0
Error	8	3790.42	0
C.V.		4.73	2.32
R ²		0.96	0.66
Valor F ² (trat)		45.28	2.96
Probabilidad		0.0001	0.09

Anexo 7. Estado de resultados.

Parametro	CONTROL 1	10% MUCUNA CRUDA	20% MUCUNA CRUDA	30% MUCUNA CRUDA	CONTROL 2	10% MUCUNA TOSTADA	20% MUCUNA TOSTADA	30% MUCUNA TOSTADA
Total de ingresos	7,691.75	6,622.35	5,177.01	*	7,217.87	6,769.99	5,496.19	4,388.78
Total de costos variables	4,775.78	4,383.53	4,062.68	2,692.14	4,026.84	3,833.57	3,497.56	2,895.39
Total de costos fijos	437.4	437.4	437.4	437.4	437.4	437.4	437.4	437.4
Rentabilidad de costos (%)	47.54	37.37	15.04	**	61.68	58.51	39.68	31.68

* No se llevó al rubrico por bajo peso corporal

** La rentabilidad fue negativa (no hubo ingresos).