

Evaluación del efecto del remojo, tostado y molido del frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) en raciones para pollos de engorde

Héctor Alberto Ferreira Sabillón

301053

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Diciembre, 2000

BIBLIOTECA WILSON POPENO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA HONDURAS

1177

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Evaluación del efecto del remojo, tostado y
molido del frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*)
en raciones para pollos de engorde**

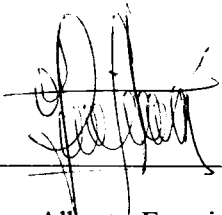
Tesis presentada como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el grado
académico de Licenciatura

Presentado por:

Héctor Alberto Ferreira Sabillón

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2000

El autor concede 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.



Héctor Alberto Ferreira Sabillón

Zamorano-Honduras
Diciembre, 2000

**Evaluación del efecto del remojo, tostado y molido del frijol terciopelo
(*Mucuna pruriens*) en raciones para pollos de engorde**

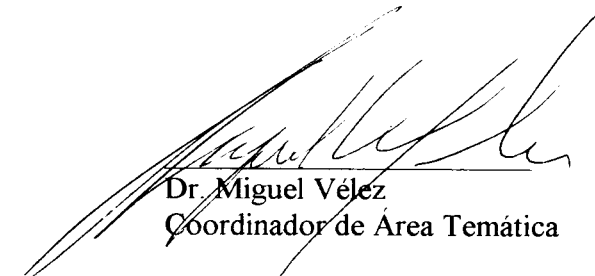
Presentado por

Héctor Alberto Ferreira Sabillón


Aprobado:



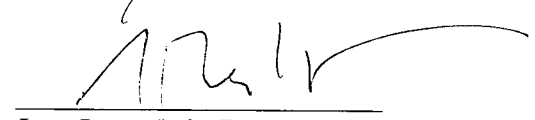
Dr. Abel Gernat
Asesor Principal



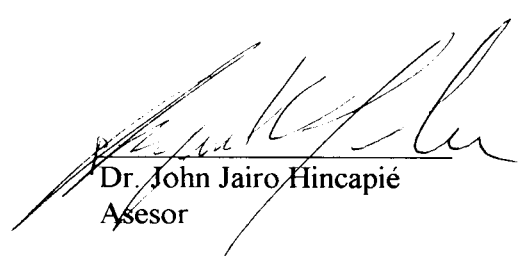
Dr. Miguel Vélez
Coordinador de Área Temática



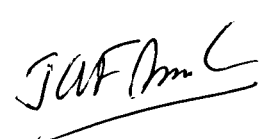
Ing. Gerardo Murillo
Asesor



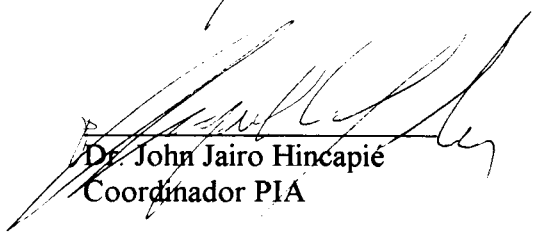
Ing. Jorge Iván Restrepo
Coordinador de la Carrera
de Ciencia y Producción
Agropecuaria



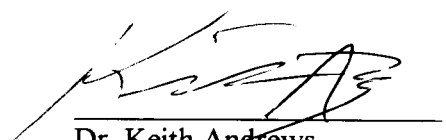
Dr. John Jairo Hincapié
Asesor



Dr. Antonio Flores
Decano Académico



Dr. John Jairo Hincapié
Coordinador PIA



Dr. Keith Andrews
Director

DEDICATORIA.

Le dedico este logro a Dios, mi Mamá, Mauricio (mi hermano incondicional), mi Papá, mi Nana, mi Tata y a todos los que han estado a mi lado en los buenos y duros momentos y que han confiado en mi sin pensar en lo que pueda pasar.

Le dedico este triunfo también a la familia Revilla, la familia Paz, Moises Fino y a todos los que han hecho posible este logro con su apoyo y confianza; también al Doctor Abel Gernat y su familia, Ingeniero Murillo, Doctor Hincapié, Doctor Vélez, Licenciado Berlioz, Ingeniero Moya, Ingeniero Alvarez y los que me ayudaron a salir adelante con este proyecto.

AGRADECIMIENTOS.

Le doy gracias a Dios por darme las fuerzas y las ganas para salir adelante con mi vida profesional, a mi Mamá por ser mi amiga, mi consejera y el amor de mi vida, a mi hermano por estar ahí siempre que lo he necesitado, a mi Papá que a pesar de que no este a mi lado siempre lo llevo presente en mis pensamientos, a mi Nana que ha sido mi confidente y mi tierna, a mi Tata por ser tan exigente y duro porque eso me ha ayudado a ser el hombre de bien que siempre había querido llegar a ser, a Rolando por ser el apoyo y la confianza de la mujer que mas amo en esta tierra (mi Mamá).

Gracias a mis sobrinos, Lucia y Fernando por haber llegado a darle alegría y sentido a mi vida, a mis primas por ser tan especiales conmigo y a mi tío Quique también.

A Monica por ser siempre sincera conmigo, por haber confiado en mí aún estando muy lejos de mi lado. A mis amigos y amigas por hacerme sentir querido y comprendido, siempre los llevaré en mis pensamientos y mi corazón, ustedes saben a quienes me refiero.

A mis dos familias en el Zamorano, los Revilla y los Paz, gracias por ser mis padres y hermanos cuando necesité de una familia con quien compartir momentos especiales y duros.

Al Doctor Abel Gernat por todas sus enseñanzas y buenos consejos que me ha dado para llegar a ser un gran profesional. Al Ingeniero Murillo, Licenciado Berlioz, Ingeniero Moya, Ingeniero Alvarez y Moisés Fino por ser mis amigos en las buenas y malas, siempre los tendré presentes.

A mis colegas que no menciono uno por uno porque si se me escapa uno se me resiente así que mejor que los que estuvieron conmigo sepan que están en mis oraciones y pensamientos

A mis compañeros de Aves que me ayudaron y estuvieron conmigo todo el año. María Castillo, Luis Morales, Luis Ponce, Luis López, Miguel Alvarado, Alberto Reynoso, Burbano y en especial a Cesar Monroy que también me tutoreo en este proyecto, los quiero y los extrañare mucho.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

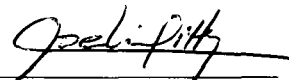
A mi familia muchísimas gracias por su apoyo y confianza, en especial a mi Mamá que siempre ha estado a mi lado aún estando en malos ratos, TE AMO MAMÁ!

RESUMEN

Ferreira, Héctor. 2000. Evaluación del efecto del remojo, tostado y molido del frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) en raciones para pollos de engorde. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras, 19 p.

La alimentación en la industria avícola es muy importante ya que usa la mayoría de los costos de producción. Por esta razón se están buscando fuentes más económicas de alimentación para sustituir las fuentes convencionales de las dietas. Se evaluaron cinco dietas con 20% de frijol terciopelo (FT) y un testigo sin FT. Las dietas con 20% de frijol terciopelo fueron: (1) FT crudo; (2) FT tostado antes de ser molido; (3) FT molido y tostado, primero fue molido y en forma de harina fue tostado; (4) FT remojado y tostado; (5) FT remojado y secado. El tostado fue a 130°C durante 30 minutos, el secado a 70°C durante 8 horas y el remojo consistió en tener el FT en agua durante 24 horas. Se utilizaron 73 pollos/corral de la línea Arbor Acres x Arbor Acres® de un día de edad, alojados en 24 corrales de 2 × 3 m, con cuatro réplicas por tratamiento. Las dietas se suministraron durante todo el ciclo de producción. Hubo diferencia significativa ($P=0.0001$) en consumo, peso corporal y peso en canal entre la dieta control y los demás tratamientos. Además hubo diferencia ($P=0.0245$) en conversiones alimenticias entre la dieta control y las demás dietas. También se observó que no hubo diferencia significativa en mortalidad y rendimiento en canal entre las dietas. Se recomienda la investigación más detallada de las temperaturas de tostado y secado del FT.

Palabras claves: Alimentación, conversión alimenticia, fuente protéica, frijol terciopelo.


Abelino Pitty, Ph.D.

NOTA DE PRENSA

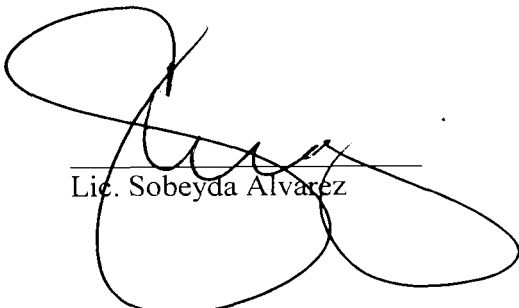
¿Es recomendable agregar 20% de Mucuna en las dietas de pollos de engorde?

Disminuir costos o maximizar la producción, es una de las preocupaciones que mayormente presentan todos los productores avícolas, esto se puede obtener, siempre y cuando se cuente con dietas alimenticias de calidad, que suplan los requerimientos nutricionales de la mejor manera posible para las aves.

Debido a estas preocupaciones, en la sección de aves del Departamento de Zootecnia en Zamorano, se llevó a cabo un estudio que duró seis semanas en el cual se engordaron mil setecientos veintiocho pollos de la línea Arbor Acres × Arbor Acres® utilizando seis dietas en las cuales se fue agregando mucuna y disminuyendo las cantidades de harina de soya. Se midió el peso corporal, consumo acumulado, conversión alimenticia, mortalidad, peso y rendimiento en canal.

Bajo las condiciones que se desarrolló este experimento, se encontró que usando dietas con 20% de mucuna en la producción de pollos de engorde, se obtienen diferencias bien marcadas con la dieta tradicional. Usando la dieta convencional se obtuvo la mayor cantidad de carne producida. También se pudo ver que utilizando 20% de mucuna en las dietas, las rentabilidades son más bajas ya que el pollo crece a una tasa mucho mas baja que el pollo que es alimentado con la dieta tradicional y esto trae un incremento en el número de días para que el pollo alcance su peso óptimo para poder entrar al mercado que cada vez es más exigente y competitivo.

Aunque los resultados no mostraron mejoras en la producción, este trabajo puede servir de guía para estudios futuros en esta área, con el fin de encontrar mejores respuestas que optimicen la utilización de recursos disponibles en la alimentación y aumentar los actuales índices de producción.



Lic. Sobeyda Álvarez

CONTENIDO

	Portadilla	i
	Autoría	ii
	Página de Firmas	iii
	Dedicatoria	iv
	Agradecimientos	v
	Agradecimientos a patrocinadores	vi
	Resumen	vii
	Nota de prensa	viii
	Contenido	ix
	Índice de Cuadros	xi
	Índice de Anexos	xii
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1	Localización	4
2.2	Selección de los animales	4
2.3	Tratamientos	4
2.4	Diseño experimental	8
2.5	Variables medidas	9
2.5.1	Peso corporal	9
2.5.2	Consumo de alimento	9
2.5.3	Conversión alimenticia	9
2.5.4	Porcentaje de mortalidad	9
2.5.5	Peso en canal	9
2.2.6	Rendimiento en canal	9
2.6	Análisis estadístico	9
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
3.1	Peso corporal	10
3.2	Consumo de alimento	11
3.3	Conversión alimenticia	11
3.4	Mortalidad	12
3.5	Peso y rendimiento en canal	13
4.	CONCLUSIONES	15
5.	RECOMENDACIONES	16

6.	BIBLIOGRAFÍA	17
7.	ANEXOS	19

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Composición del grano de frijol terciopelo sometido a varios procesos	5
2. Composición de la dieta de inicio	6
3. Composición de las dietas de crecimiento	7
4. Composición de las dietas de finalización	8
5. Efecto deL frijol terciopelo sobre el peso corporal.....	10
6. Efecto del frijol terciopelo sobre el consumo de alimento	11
7. Efecto del frijol terciopelo sobre la conversión alimenticia.	12
8. Efecto del frijol terciopelo sobre la mortalidad	12
9. Efecto del frijol terciopelo sobre el peso y rendimiento en canal	13

INDICE DE ANEXOS**Anexo**

1.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso corporal y consumo de alimento a los 42 días.....	19
2.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para la conversión alimenticia y mortalidad a los 42 días.....	19
3.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso y rendimiento canal a los 42 días.....	19

1. INTRODUCCIÓN

Aumentar la producción es el objetivo primordial de todas las explotaciones avícolas. Es importante la integración de todos los factores productivos como son la alimentación, el alojamiento y manejo, y las condiciones sanitarias para alcanzar este objetivo. Entre estos la alimentación es fundamental, ya que constituye el mayor porcentaje de los costos totales de producción (North y Bell, 1990). Para disminuir estos costos se están buscando nuevas fuentes de proteína.

Una de las fuentes de proteína y de energía para los animales de granja son las leguminosas tropicales (D'Mello y Devendra, 1995). El frijol terciopelo (*Mucuna spp.*; FT) fue la leguminosa más cultivada en los Estados Unidos a principios de siglo antes de que fuera reemplazado por la soya., con cerca de 2 millones de hectáreas (Coe, 1918). En países en desarrollo como Honduras, el FT esta siendo utilizado como cobertura en asociación con el maíz (Buckles, 1995).

El frijol terciopelo es originario de Asia; su cultivo se ha expandido bajo diferentes condiciones agroecológicas en varias regiones tropicales y subtropicales. Se adapta a una alta gama de suelos que van desde los arcillosos, profundos y fértiles hasta los suelos someros y pedregosos.

Como cultivo de cobertura o abono verde ejerce control sobre las malezas (Meneses, 1997). Mejora las características del suelo y conserva la humedad del mismo (Triomphe, 1993) ofreciendo un alto aporte fijador de Nitrógeno al suelo, habiéndose encontrado hasta 340 g de nódulos por m² (Flores, 1995). Tiene un potencial digno de producción de grano que puede ser de 1680 a 3360kg/ha de grano (Anón, sf).

Otra de las características del frijol terciopelo es que contiene factores anti-nutricionales que reducen la capacidad de asimilación de los nutrientes en pollos de engorde, a pesar del alto contenido de nutrientes que posee.

Los factores anti-nutricionales más importantes son:

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 pobre conversión alimenticia (Flores, 1997).

Taninos: Estos pueden tener efectos antinutricionales quelando minerales como el hierro e inactivando enzimas digestivas. (Bazel y Anderson, 1994). Otro de los problemas que es que se absorben por la pared intestinal e interfieren con la absorción de algunos minerales (van Weerden and Huisman, 1998).

Acido fitico: Este reduce la absorción de fósforo en el tracto gastrointestinal (Hayden, 1997) y se piensa que el calor destruye la actividad del ácido fitico (Bazel and Anderson, 1994).

L-DOPA: Las semillas del género *Mucuna* sp. muestran una alta concentración de L-DOPA en estado libre (3,4- Dehidroxi Fenil Alanina). L-Dopa es un precursor de la dopamina y es usada para el tratamiento de la enfermedad de Parkinson en humanos. (Fujii *et al.*, 1992). Ha sido encontrada en el embrión (incluyendo los cotiledones) de seis especies de frijol terciopelo en concentraciones que varían de 5.9 a 9%. L-DOPA cumple una función protectora de la semilla evitando el ataque de insectos y pequeños mamíferos (Feeny *et al.*, 1973). Del Carmen (1998) encontró que las concentraciones de L-Dopa no disminuyeron con el tratamiento térmico pero si se aumentaron los parámetros productivos en comparación al frijol terciopelo crudo, por lo cual asegura que L-Dopa no es el principal factor antinutricional en el frijol terciopelo.

Al alimentar aves con dietas que incluyen FT se ha encontrado que esta es tóxica, reflejándose en una reducción en el crecimiento, en los índices de conversión alimenticia y en la producción de huevos e incrementa la mortalidad (Harms *et al.*, 1961). Según la FAO (1993), en pollos de engorde se puede suplementar hasta un 15% de FT en la ración sin afectar la productividad.

Olaboro *et al.*, (1991), encontraron que frijoles 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 comparado con la dieta control de soya mientras que Del Carmen (1998) encontró que el tratamiento térmico al frijol terciopelo mejoró todos los parámetros productivos en comparación al frijol terciopelo crudo.

Hay pocos estudios sobre los efectos del frijol terciopelo en los procesos metabólicos y hormonales. En ratas se alteran los niveles de colesterol, lípidos y glucosa en la sangre (Pant *et al.*, 1968; Iauk *et al.*, 1989). 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).

Del Carmen (1998) encontró que es posible incluir 10% de frijol terciopelo tostado en las dietas sin que se afecte el peso, la conversión alimenticia, la mortalidad y el rendimiento en canal.

Se considera que el frijol terciopelo cocido puede ser usado en la alimentación del ganado bovino, en pollos y cerdos, aunque en pollos de iniciación es necesario investigar los factores que influyen en el pobre comportamiento (Duque, 1993).

Por lo anterior se decidió evaluar el efecto del remojo, tostado y molido del frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) en raciones de pollos de engorde.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en los galpones de la Sección de Aves de Zootecnia en Zamorano, que se localiza en el Departamento de Francisco Morazán, a 30 km de Tegucigalpa, Honduras, a una altura de 800 msnm, una temperatura promedio anual de 24°C y una precipitación media anual de 1100 mm.

2.2 SELECCIÓN DE LOS ANIMALES

Se utilizaron 1,728 pollos de engorde (machos) de la Línea Arbor Acres x Arbor Acres ® de un día de edad, los cuales se distribuyeron aleatorizadamente en 24 corrales experimentales con dimensiones de 2 x 3 m. Cada corral alojó 72 pollos con una densidad de 12 aves/m² y con ventilación natural.

2.3 TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron:

Tratamiento 1 (T1): Control

Tratamiento 2 (T2): 20% Mucuna, cruda.

Tratamiento 3 (T3): 20% Mucuna, tostada.

Tratamiento 4 (T4): 20% Mucuna, molida y tostada.

Tratamiento 5 (T5): 20% Mucuna, remojada y tostada

Tratamiento 6 (T6): 20% Mucuna, remojada y secada.

Para tostar el grano se calentó en un cilindro metálico calentado con gas propano que alcanzaba una temperatura promedio de 130°C durante 30 minutos.

Para remojar el grano se puso en una tina de agua durante 24 horas

Para secar el grano se hizo en una pantalla metálica con aire caliente a una temperatura promedio de 70°C durante 8 horas consecutiva.

Cuadro. 1 Composición del grano de frijol terciopelo sometido a varios procesos

Materiales y análisis ¹	M1	M2	M3	M4	M5
	------(%)-----				
Materia Seca	89.80	91.10	91.60	90.50	88.00
Cenizas	3.20	3.50	3.60	3.30	3.20
Proteína	22.70	23.70	24.00	24.50	24.20
Grasa	3.40	3.90	3.90	4.30	3.60
Fibra cruda	13.60	14.50	12.90	15.00	13.30
Aminoácidos					
Ac. aspártico	2.58	3.05	2.80	2.78	2.78
Treonina	0.86	0.91	0.91	0.93	0.92
Serina	0.90	0.98	0.96	0.98	1.00
Ac. Glutámico	2.59	3.03	2.87	2.86	2.81
Glicina	1.01	1.14	1.08	1.08	1.07
Alanina	0.82	0.93	0.89	0.90	0.87
Cistina	0.42	0.45	0.45	0.44	0.43
Valina	1.16	1.45	1.26	1.26	1.25
Metionina	0.36	0.41	0.40	0.40	0.37
Isoleucina	1.06	1.29	1.18	1.18	1.16
Leucina	1.54	1.81	1.69	1.71	1.69
Tirosina	0.96	1.40	1.03	1.05	1.05
Fenilalanina	1.02	1.20	1.11	1.12	1.11
Lisina	1.49	1.22	1.63	1.61	1.61
Histidina	0.54	0.62	0.59	0.59	0.58
Triptófano	0.15	0.25	0.14	0.16	0.15
Arginina	1.65	1.97	1.81	1.82	1.82
L-DOPA (%)	5.52	5.44	5.51	4.92	5.37
------(ppm)-----					
Fósforo	4447	4193	4496	4521	4233
Potasio	14251	11370	11248	11020	10486
Calcio	1036	968	1239	969	1318
Azufre	1445	1510	1721	1623	1617
Hierro	71.9	86.5	110	82.8	73.1

M1= Grano de mucuna crudo, M2= Grano de mucuna tostado, M3= Grano de mucuna molido-tostado, M4= Grano de mucuna remojado-tostado, M5= Grano de mucuna remojado-secado.

¹CEPS Central Analytical Laboratory Report, University of Arkansas, Arkansas, Estados Unidos, University of Arkansas Poultry Science Center L-209 Fayetteville, AR 72701.

Cuadro 2. Composición de las dietas de Inicio

Ingrediente y análisis	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	----- (%) -----					
Maíz	50.50	34.50	35.00	35.50	36.00	36.00
H. Soya (48%PC)	41.00	34.00	33.50	33.30	33.00	33.00
Mucuna	0.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Aceite Vegetal	4.50	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
Monofosfato dicálcico	1.10	1.10	1.15	1.15	1.15	1.15
Carbonato de calcio	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
Premezcla vitaminas y minerales ¹	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Sal (NaCl)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Oxitetraciclina ²	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Sacox ³	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Metionina	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.13
Análisis calculado						
Proteína cruda	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
EM kcal/kg	3100.00	3100.00	3100.00	3100.00	3100.00	3100.00
Fósforo disponible	0.38	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Calcio	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Metiona	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Lisina	1.42	1.46	1.41	1.47	1.45	1.46

La dieta de inicio se brindó durante las primeras tres semanas del ciclo.

T1= Dieta a base de maíz y soya, no se incluyó Mucuna; T2=Dieta con 20% de Mucuna cruda; T3=Dieta con 20% de Mucuna tostada; T4=Dieta con 20% de Mucuna molida y tostada; T5=Dieta con 20% de Mucuna remojada y tostada; T6=Dieta con 20% de Mucuna remojada y secada.

¹La premezcla de vitaminas y minerales provee las siguientes cantidades por kg de la dieta: Vitamina A, 10,000 UI; Colicarciferol, 2,500 UI; Vitamina E, 10 UI; Vitamina K3, 2 mg; Riboflavina, 5 mg; Niacina, 35 mg; Selenio, 0.19 mg; Antioxidante, 10 mg

²Oxitetraciclina, antibiótico, 3 g / 45.5 kg de alimento, Ascog Hamburg Germany.

³Sacox, prevención de coccidiosis en pollos de engorde, 10 g / 45.5 kg de alimento, Hoechst Marion Roussel.

Cuadro 3. Composición de las dietas de Crecimiento

Ingrediente y análisis	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	(%)					
Maíz	59.70	43.80	44.42	44.64	44.92	36.00
H. Soya (48%PC)	30.92	23.82	23.28	23.11	22.84	33.00
Mucuna	0.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Aceite Vegetal	5.76	8.77	8.68	8.63	8.60	7.50
Monofosfato dicálcico	1.13	1.13	1.16	1.16	1.16	1.15
Carbonato de calcio	1.70	1.69	1.69	1.67	1.69	1.75
Premezcla vitaminas y minerales ¹	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Sal (NaCl)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Oxitetraciclina ²	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Sacox ³	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Metionina	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.13
Análisis calculado						
Proteína cruda	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
EM kcal/kg	3250.00	3250.00	3250.00	3250.00	3250.00	3250.00
Fósforo disponible	0.34	0.26	0.26	0.26	0.25	0.26
Calcio	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Metiona	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
Lisina	1.12	1.15	1.10	1.16	1.15	1.15

La dieta de crecimiento se brindó durante las semanas cuatro y cinco del ciclo.

T1= Dieta a base de maíz y soya, no se incluyó Mucuna; T2=Dieta con 20% de Mucuna cruda; T3=Dieta con 20% de Mucuna tostada; T4=Dieta con 20% de Mucuna molida y tostada; T5=Dieta con 20% de Mucuna remojada y tostada; T6=Dieta con 20% de Mucuna remojada y secada.

¹La premezcla de vitaminas y minerales provee las siguientes cantidades por kg de la dieta: Vitamina A, 10,000 UI; Colicarciferol, 2,500 UI; Vitamina E, 10 UI; Vitamina K3, 2 mg; Riboflavina, 5 mg; Niacina, 35 mg; Selenio, 0.19 mg; Antioxidante, 10 mg

²Oxitetraciclina, antibiótico, 3 g / 45.5 kg de alimento, Ascog Hamburg Germany.

³Sacox, prevención de coccidiosis en pollos de engorde, 10 g / 45.5 kg de alimento, Hoechst Marion Roussel.

Cuadro 4. Composición de las dietas de Finalización

Ingrediente y análisis	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	----- (%) -----					
Maíz	59.70	43.80	44.42	44.64	44.92	36.00
Soya (48%PC)	30.92	23.82	23.28	23.11	22.84	33.00
Mucuna	0.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Aceite Vegetal	5.76	8.77	8.68	8.63	8.60	7.50
Monofosfato dicálcico	1.13	1.13	1.16	1.16	1.16	1.15
Carbonato de calcio	1.70	1.69	1.69	1.67	1.69	1.75
Premezcla vitamas + minerales ¹	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Sal (NaCl)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Oxitetraciclina	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Sacox	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Metionina	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.13
Análisis calculado						
Proteína cruda	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
EM kcal/kg	3250.00	3250.00	3250.00	3250.00	3250.00	3250.00
Fósforo disponible	0.34	0.26	0.26	0.26	0.25	0.26
Calcio	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Metionina	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
Lisina	1.12	1.15	1.10	1.16	1.15	1.15

La dieta Final se brindó durante la sexta semana del ciclo.

T1= Dieta a base de maíz y soya, no se incluyó Mucuna; T2=Dieta con 20% de Mucuna cruda; T3=Dieta con 20% de Mucuna tostada; T4=Dieta con 20% de Mucuna molida y tostada; T5=Dieta con 20% de Mucuna remojada y tostada; T6=Dieta con 20% de Mucuna remojada y secada.

¹La premezcla de vitaminas y minerales provee las siguientes cantidades por kg de la dieta: Vitamina A, 10.000 UI; Colicarciferol, 2,500 UI; Vitamina E, 10 UI; Vitamina K3, 2 mg; Riboflavina, 5 mg; Niacina, 35 mg; Selenio, 0.19 mg; Antioxidante, 10 mg

²Oxitetraciclina, antibiótico, 3 g / 45.5 kg de alimento, Ascog Hamburg Germany.

³Sacox, prevención de coccidiosis en pollos de engorde, 10 g / 45.5 kg de alimento, Hoechst Marion Roussel.

2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los 6 tratamientos se distribuyeron en los 24 corrales experimentales utilizando un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con cuatro repeticiones para cada tratamiento. El ensayo tuvo una duración de 42 días.

2.5 VARIABLES MEDIDAS

2.5.1 Peso corporal, para lo cual se pesó al final de cada semana una muestra de 30 pollos/corral, lo cual representó el 41% de la población.

2.5.2 Consumo de alimento, se calculó como la diferencia entre el peso del concentrado ofrecido y el rechazado de cada corral al final de cada semana.

2.5.3 Conversión alimenticia, se empleó el consumo acumulado y el peso corporal acumulado para obtener el cálculo semanal.

2.5.4 Mortalidad, se registró diariamente por corral.

2.5.5 Peso en canal, se pesó 15 pollos por corral (21 % de la población) después del sacrificio. Para el cálculo de esta variable no se incluyeron las vísceras.

2.5.6 Rendimiento en canal, la relación entre el peso en canal y el peso vivo. Para el cálculo de esta variable tampoco se incluyeron las vísceras.

2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA), utilizando el Modelo Lineal General (GLM) del paquete estadístico “Statistical Analysis System” (SAS[®], 1993). Los datos se analizaron en conjunto, ya que no se encontraron diferencias entre las repeticiones.

Los datos porcentuales de mortalidad y rendimiento en canal caliente se sometieron a corrección con la función arcoseno. Para la separación de medias de los tratamientos se usó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD) con una probabilidad de $P < 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 PESO CORPORAL

Al final del ciclo de engorde la dieta control mostró el peso corporal más alto ($P=0.0001$) de las demás dietas. En las dietas con mucuna no se presentaron diferencias (Cuadro 5). Los bajos pesos corporales se atribuyen al bajo consumo que pudo ser afectado por factores antinutricionales como L-Dopa que afecta el aparato gastrointestinal.

Del Carmen (1998) encontró al agregar de 10 a 30% de frijol terciopelo (FT) crudo una disminución en la ganancia de peso. Josephine y Janadharnan (1992) encontraron que todos los factores antinutricionales son termolábiles, exceptuando la L-Dopa.

Cuadro 5. Efecto del frijol terciopelo sobre el peso corporal

Días	T1	T2	T3	T4	T5	T6	P
	------(g)-----						
7	124.9 ^a	87.0 ^d	98.4 ^b	90.8 ^{cd}	92.7 ^{bcd}	94.6 ^{bc}	0.0001
14	278.1 ^a	162.7 ^b	168.4 ^b	168.4 ^b	170.3 ^b	170.3 ^b	0.0001
21	557.5 ^a	300.0 ^b	295.9 ^b	323.7 ^b	331.1 ^b	316.5 ^b	0.0001
28	996.6 ^a	506.9 ^d	525.5 ^{cd}	566.5 ^{bc}	562.5 ^{bc}	583.8 ^b	0.0001
35	1492.4 ^a	757.6 ^b	820.1 ^b	812.5 ^b	901.5 ^b	825.8 ^b	0.0001
42	2028.4 ^a	1085.2 ^b	1255.7 ^b	1227.3 ^b	1306.8 ^b	1198.9 ^b	0.0001

C.V.=8.02%

T1= Dieta a base de maíz y soya, no se incluyó Mucuna

T2=Dieta con 20% de Mucuna cruda

T3=Dieta con 20% de Mucuna tostada

T4=Dieta con 20% de Mucuna molido y luego tostada

T5=Dieta con 20% de Mucuna remojada y luego tostada

T6=Dieta con 20% de Mucuna remojada y luego secada

3.2 CONSUMO DE ALIMENTO

La adición de mucuna redujo el consumo de alimento ($P=0.0001$). La dieta con mucuna cruda tuvo los menores consumos lo que se atribuye a la acción de varios agentes antinutricionales que se encuentran en la semilla de la mucuna (cuadro 6).

Del Carmen (1998) encontró que el consumo disminuyó con 30% de FT crudo y también con 20 y 30% de FT tostado. Flores (1997) observó en cerdos en crecimiento diferencias altamente significativas entre el control y los tratamientos en los que se incluyó mucuna. Olaboro *et al.* (1991) observaron que 20% de mucuna no afectó el consumo comparada con una dieta control en base a soya, también que el frijol terciopelo tratado a 121°C mejoró el consumo en pollos de engorde en un 40.7% comparándolo con el no tratado. Pero en el presente estudio no hubo diferencias entre la dieta con frijol mucuna crudo y las dietas con frijol terciopelo tratado.

Cuadro 6. Efecto del frijol terciopelo sobre el consumo de alimento

Días	T1	T2	T3	T4	T5	T6	P
	(g)						
7	93.1 ^a	69.7 ^c	72.4 ^{bc}	70.3 ^c	73.1 ^{bc}	76.3 ^b	0.0001
14	355.3 ^a	224.9 ^b	232.3 ^b	235.2 ^b	231.1 ^b	250.5 ^b	0.0001
21	826.6 ^a	530.0 ^b	533.6 ^b	550.3 ^b	550.1 ^b	586.9 ^b	0.0001
28	1543.4 ^a	979.6 ^c	989.9 ^c	1052.3 ^c	1053.1 ^c	1142.1 ^b	0.0001
35	2552.4 ^a	1608.2 ^c	1653.9 ^c	1723.5 ^{bc}	1788.4 ^b	1832.3 ^b	0.0001
42	3496.3 ^a	2429.8 ^c	2442.5 ^c	2579.4 ^{bc}	2652.2 ^b	2638.3 ^b	0.0001

C.V.= 3.51%

T1= Dieta a base de maíz y soya, no se incluyó Mucuna

T2=Dieta con 20% de Mucuna cruda

T3=Dieta con 20% de Mucuna tostada

T4=Dieta con 20% de Mucuna molido y luego tostada

T5=Dieta con 20% de Mucuna remojada y luego tostada

T6=Dieta con 20% de Mucuna remojada y luego secada

3.3. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

La dieta control tuvo una conversión superior (0.0245) a las demás (Cuadro 7). Esta diferencia es atribuible a la baja ganancia de peso que obtuvieron los pollos con los últimos.

Olaboro *et al.*, (1991) no observaron diferencia de la conversión en pollos alimentados con un 20% de frijol mucuna, mientras que Flores (1997) observó en cerdos que las dietas de frijol terciopelo causaron un crecimiento inferior al control.

Olaboro *et al.*, (1991) observaron que tostado el frijol terciopelo mejoraba la conversión alimenticia en un 13% comparado al crudo. Del Carmen (1998) encontró que hubo un mejoramiento en la conversión en el frijol terciopelo cuando fue tostado, ya que obtuvo mayores pesos y consumos.

Cuadro 7. Efecto del frijol terciopelo sobre la conversión alimenticia

Días	T1	T2	T3	T4	T5	T6	P
	(%)						
7	0.75 ^{ab}	0.80 ^a	0.74 ^b	0.77 ^{ab}	0.79 ^{ab}	0.81 ^a	0.0146
14	1.28 ^b	1.39 ^{ab}	1.38 ^b	1.40 ^{ab}	1.36 ^{ab}	1.47 ^a	0.0415
21	1.48 ^b	1.77 ^a	1.81 ^a	1.70 ^a	1.67 ^a	1.86 ^a	0.0040
28	1.55 ^b	1.93 ^a	1.88 ^a	1.86 ^a	1.87 ^a	1.95 ^a	0.0001
35	1.71 ^b	2.13 ^{ab}	2.02 ^{ab}	2.18 ^a	1.99 ^{ab}	2.22 ^a	0.0359
42	1.73 ^b	2.26 ^a	1.95 ^{ab}	2.11 ^{ab}	2.04 ^{ab}	2.22 ^a	0.0245

C.V.= 10.07%

T1= Dieta a base de maíz y soya, no se incluyó Mucuna

T2=Dieta con 20% de Mucuna cruda

T3=Dieta con 20% de Mucuna tostada

T4=Dieta con 20% de Mucuna molido y luego tostada

T5=Dieta con 20% de Mucuna remojada y luego tostada

T6=Dieta con 20% de Mucuna remojada y luego secada

3.4. MORTALIDAD

Podemos observar que no hay diferencias entre los tratamientos (cuadro 8).

Olaboro *et al.* (1991) reporta bajas mortalidades en sus experimentos y no las relaciona a ningún tratamiento dietético relacionado al frijol terciopelo.

Del Carmen (1998) encontró que el tratamiento térmico en la semilla del frijol terciopelo ayudó a disminuir la mortalidad, pero en el presente estudio podemos observar que no hubo diferencia entre los distintos procesos en el frijol terciopelo.

Harms *et al.*, (1961) encontró que los niveles de mortalidad suben sólo usando niveles de 50% de frijol terciopelo.

Cuadro 8. Efecto del frijol terciopelo sobre la mortalidad

Días	T1	T2	T3	T4	T5	T6	P
	(%)						
7	1.37 ^{ab}	1.71 ^{ab}	0.00 ^b	0.34 ^{ab}	3.08 ^a	2.06 ^{ab}	0.0459
14	2.05	2.74	1.71	1.37	4.11	3.42	
21	2.40	3.08	2.74	1.71	4.80	3.77	
28	3.42	3.08	3.08	2.7	5.48	4.11	
35	4.45	3.43	3.08	3.43	5.48	4.80	
42	4.80	3.77	3.77	4.45	5.82	5.14	

C. V.= 67.26%

T1= Dieta a base de maíz y soya, no se incluyó Mucuna

T2=Dieta con 20% de Mucuna cruda

T3=Dieta con 20% de Mucuna tostada

T4=Dieta con 20% de Mucuna molido y luego tostada

T5=Dieta con 20% de Mucuna remojada y luego tostada

T6=Dieta con 20% de Mucuna remojada y luego secada

3.5 PESO Y RENDIMIENTO CANAL

El tratamiento control superó en peso en canal a los demás tratamientos ($P=0.0001$). Los tratamientos con frijol terciopelo no muestran ninguna diferencia entre ellos y se puede observar que los pesos son bien bajos (Cuadro 9).

Del Carmen (1998) no encontró diferencias entre el control y usar 10% de frijol terciopelo en la dieta.

El rendimiento en canal no mostró diferencias entre todos los tratamientos (cuadro 9). El rendimiento en canal en los tratamientos con FT fue bueno pero el tamaño de los pollos a la sexta semana no era adecuado para la venta. Estas diferencias en los rendimientos se debe a los bajos pesos alcanzados a la sexta semana por parte de los pollos alimentados con FT.

Del Carmen (1998) encontró que los rendimientos mejoran cuando se aplica un tratamiento térmico al frijol terciopelo, ya que no encontró diferencias con el control.

Cuadro 9. Efecto del frijol terciopelo sobre el peso y el rendimiento de canal

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	P
Peso en Canal (g)	1409.1 ^a	715.9 ^b	840.9 ^b	812.5 ^b	875.0 ^b	795.5 ^b	0.0001
Rendimiento en canal (%)	69.4	65.9	67.0	66.2	67.0	66.4	

C.V. para el Peso en canal = 9.35%

C.V. para Rendimiento en canal. = 2.02%

T1= Dieta a base de maíz y soya, no se incluyó Mucuna

T2=Dieta con 20% de Mucuna cruda

T3=Dieta con 20% de Mucuna tostada

T4=Dieta con 20% de Mucuna molido y luego tostada

T5=Dieta con 20% de Mucuna remojada y luego tostada

T6=Dieta con 20% de Mucuna remojada y luego secada

4. CONCLUSIONES

- 1.** Al agregar 20% de mucuna en las dietas para pollos de engorde se afecta negativamente el peso, consumo, la conversión alimenticia y el rendimiento en canal.
- 2.** Las concentraciones de L-Dopa no bajaron con el tratamiento térmico aplicado de modo que no podemos asegurar si el L-Dopa es el único factor antinutricional de importancia o no.
- 3.** Los procesos no tuvieron ningún efecto en el grano de mucuna.

5. RECOMENDACIONES

1. No se recomienda el uso del 20% de mucuna en las dietas debido al efecto negativo en el desempeño de los pollos de engorde.
2. Se recomienda realizar otro experimento con diferentes tiempos de tostado y remojado; como también el extruído, pregerminado y otros tratamientos que se están estudiando en la actualidad.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ANÓN. (sf), Velvet bean *Mucuna pruriens* (L), DC. Var utilis (Wall ex Wight) Baker ex Burck
- BOWEN, W.T. 1988. Screening legume green manures as nitrogen sources to succeeding non-legume crops. *Plant and Soil*. 111:75-80.
- DAKO, D.Y.; Hill, D.C. 1977. Chemical and biological evaluation of *Mucuna pruriens*. *Nutrition reports international*. 15(2): 1-4 p
- DEL CARMEN, J., GERNAT, A. G., MYHRMAN, R. and CAREW, L. B. 1999. Evaluation of Raw and Heated Velvet Beans (*Mucuna pruriens*) as Feed Ingredients for Broilers. Departamento de Zootecnia, Escuela Agrícola Panamericana, Tegucigalpa, Honduras, World Hunger Research Center, Judson College, Elgin, Illinois 60123, and Department of Animal Sciences, University of Vermont, Burlington, Vermont 05405. pp. 866- 872
- DUKE, J.A. 1981. Handbook of the legumes of world economic importance. New York, U.S.A, Plenum press. P 170-173
- D'Mello, J.P.F; Devendra, C. 1995. Under- utilized legume grains in non-rumiant nutrition. *In Tropical legumes in animal nutrition*. Wallingford, UK, Cab International. 283 p.
- FAO. 1993. Tropical feed. Oxford computer journals Ltd.
- FLORES, B. M. 1992. La utilización de leguminosas de cobertura en sistemas de cobertura tradicionales de centroamérica. Paper presented in the International Congress of M.I.P. El Zamorano, Honduras. Abril.
- 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.

GARCÍA, E. R., QUIROGA, R. and GRENADOS, N. 1992. Agroecosistemas de productividad sostenible de maíz, en las regiones cálidas húmedas de México. Paper presented at the international workshop on slash/mulch. Turrialba, Costa Rica. Octubre. pp 12-16

HANÓN, J.C. 1998. Uso de frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) en raciones para pollos de engorde. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 30 p

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). Food chemistry. 43: 1, 13-18.

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

Universidad de Yucatán. s.f. Potencial del frijol terciopelo en la alimentación animal. Mérida, Yucatán, México. p 5

Rockefeller Foundation. 2000. Food and feed from mucuna: current use, limitations and the way forward. U.S.A. p 21

SAS Institute. 1994. SAS® User's Guide Statistics. Version 6.04 Edition. SAS Institute Inc, Cary, NC.

4. ANEXOS

Anexo 1. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso corporal y consumo de alimento a los 42 días

Fuente	GL	Peso Corporal	Consumo de alimento
Tratamiento	5	463227.56 (0.0001)*	635077.08 (0.0001)*
Bloque	3	6457.91 (0.6553)*	1237.52 (0.94)*
Error	15	11724.39	9043.47
C.V		8.02	3.51
R ²		0.93	0.96

(*) representa las probabilidades

Anexo 2. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para la conversión alimenticia y mortalidad a los 42 días

Fuente	GL	Conversión alimenticia	Mortalidad
Tratamiento	5	0.15 (0.0245)*	0.002 (0.94)*
Bloque	3	0.019 (0.7265)*	0.001 (0.89)*
Error	25	0.043	0.007
C.V		10.07	42.13
R ²		0.56	0.11

(*) representa las probabilidades

Anexo 3. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso y rendimiento en canal a los 42 días

Fuente	GL	Peso en Canal	Rendimiento en Canal
Tratamiento	5	252272.34 (0.0001)	0.0008 (0.1270)
Bloque	3	5760.23 (0.5133)	0.0009 (0.1158)
Error	15	0.007	0.0004
C.V		42.08	2.02
R ²		0.11	0.54

(*) representa las probabilidades