

11621
23



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

PREDICCIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA Y
CONTENIDO DE ENERGIA METABOLIZABLE DE PASTA DE
SOYA EN GALLOS UTILIZANDO LA SOLUBILIDAD DE LA
PROTEINA EN HIDROXIDO DE POTASIO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
RENE ESTRADA VALENCIA

ASESOR Dr. GERARDO MARISCAL LANDIN

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

2003.

1

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
 FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES-CUAUTITLAN



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
 P R E S E N T E

DEPARTAMENTO DE

ATN: Q. M^{CA} del Carmen García Mijare,
 Jefe del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Predicción de la digestibilidad de la proteína y contenido de
energía metabolizable de pasta de soya en gallos utilizando la
solubilidad de la proteína en hidróxido de potasio.

que presenta al pasante: René Estreda Valencia
 con número de cuenta: 9117057-8 para obtener el título de :
Médico Veterinario Zootecnista.

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuaautitlán Izcalli, Méx a 22 de Octubre de 2003

PRESIDENTE	Dr. Ariel Ortiz Muñiz	<i>[Firma]</i>
VOCAL	U.E. Lillian Morfín Loyden	<i>[Firma]</i>
SECRETARIO	Dr. Gerardo Mariscal Landín	<i>[Firma]</i>
PRIMER SUPLENTE	MVZ. Víctor Manuel Petrone S.	<i>[Firma]</i>
SEGUNDO SUPLENTE	MVZ. Israel Hernández Avalos	<i>[Firma]</i>

2

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

DEDICATORIA

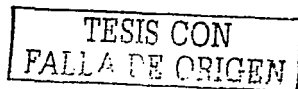
A mi mamá Guadalupe y a papá Laureano por creer y confiar en mi, por darme todo su apoyo y amor que fue lo que me dio fuerzas para culminar este gran paso

A mis hermanos Erick e Isabel por apoyarme

A Cecilia por estar conmigo y por todo lo que me ha dado

A Bruno para poder servirte de ejemplo

A mis familiares, profesores y amigos por compartir sus conocimientos y ayudar en mi formación profesional



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México

A la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan

Al INIFAP – CENIF, al personal que labora en el y en el laboratorio de Nutrición
Animal

A la Asociación Americana de la Soya por financiar el presente proyecto en
especial al MVZ. Raúl Cortes Coronado

A Hyline México por facilitarnos los animales

Al Dr. Gerardo Mariscal Landín por todo el apoyo que me dio durante la realización
de la presente investigación

Al MVZ. Rafael Pérez González por enterarme de la oportunidad de superarme

INDICE GENERAL

	página
Dedicatoria	I
Agradecimientos	II
Indice de cuadros	V
Indice de gráficas	VI
Resumen	VII
Revisión de literatura	1
Pasta de soya	1
Técnicas para valorar la calidad de la pasta de soya	2
Factores antinutricionales	2
Inhibidor de tripsina	3
Hemaglutininas	3
Goitrogénicos	4
Anti-vitaminas	4
Ácido fítico	4
Saponinas	4
Estrógenos	5
Factor de flatulencia	5
Lisinalanina	5

página

Alergénicos	6
Digestión	6
Digestibilidad	6
Hipótesis	8
Objetivos	8
Materiales	9
Localización	9
Materia prima	9
Animales	10
Metodología	11
Técnica de alimentación precisa en gallos	13
Análisis Estadístico	14
Resultados y discusión	15
Conclusiones	25
Referencias	26

INDICE DE CUADROS

	página
Cuadro 1. Factores antinutricionales presentes en la pasta de soya -----	3
Cuadro 2. Resultados de los análisis químicos de la pasta de soya -----	16
Cuadro 3. Digestibilidad en gallos de las pastas de soya -----	17
Cuadro 4. Media, Error estándar de la media y Probabilidad de diferencia entre muestras de pasta de soya -----	18
Cuadro 5. Matriz de Correlación -----	19

INDICE DE GRAFICAS

	página
Grafica 1. Digestibilidad aparente del nitrógeno -----	20
Grafica 2. Digestibilidad verdadera del nitrógeno -----	21
Grafica 3. Energía metabolizable -----	22

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RESUMEN

La pasta de soya por su riqueza en lisina y su precio competitivo se ha situado como la proteína de referencia en la alimentación de aves. Existen trabajos sobre la digestibilidad del nitrógeno de pasta de soya, sin embargo, el impacto de esa información es mínimo ya que es particular a la muestra utilizada en el estudio. Una alternativa a esta problemática es relacionar la digestibilidad de la proteína con alguna determinación química de fácil realización y precio económico. La literatura menciona que la solubilidad en hidróxido de potasio (KOH) pudiera ser esa determinación. Se sabe que un pobre proceso térmico al igual que el sobre proceso afectan la eficiencia nutricional de la pasta de soya. El rango de solubilidad de la proteína de pasta de soya en potasa se considera que es de 0.75 a 0.85, por lo que las pastas de soya fuera de este rango se consideran mal procesadas y consecuentemente de bajo valor nutritivo (Tejada, 1992).

Actualmente la industria extractora de aceite obtiene pastas de soya con una solubilidad en potasa por encima de 0.80. Al no existir literatura sobre la digestibilidad de esas pastas de soya el presente trabajo tuvo por objetivo evaluar la relación entre la solubilidad en KOH y la digestibilidad de la proteína y el contenido de energía metabolizable corregida a retención cero de nitrógeno en gallos.

Para lo cual se emplearon 35 muestras de pasta de soya, a las cuales se les determino su contenido de Energía bruta, Materia seca, Proteína cruda y Proteína soluble en hidróxido de potasio, las muestras de pasta de soya se proporcionaron

a gallos de la línea *Hyline* de 24 semanas de vida, existiendo 5 repeticiones por pasta de soya para determinar el contenido de Materia seca, Proteína cruda y Energía en excretas.

No se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en ninguna de las variables estudiadas observándose la siguiente significancia en cada variable. Digestibilidad de la Materia Seca (DMS) = 0.79, Digestibilidad Aparente del Nitrógeno (DAN) = 0.42, Digestibilidad Verdadera del Nitrógeno = 0.43 y el contenido de Energía Metabolizable (EMVn) = 0.76.

Esto pudo ser debido en parte a que las muestras analizadas tuvieron valores muy similares de proteína soluble en potasa, lo que provocó que el rango de valores fuera muy estrecho (0.82 A 0.89), lo que a su vez indicaba que las pastas evaluadas habían sido procesadas correctamente.

PAGINACION

DISCONTINUA

REVISIÓN DE LITERATURA

Pasta de soya.

Es el subproducto obtenido después de la extracción del aceite del frijol de soya, el cual contiene de 17 a 19% de aceite (Guerrero, 1984).

El alto valor nutricional de la pasta de soya está determinado por la composición de aminoácidos de su proteína. Sin embargo, para alcanzar un óptimo valor es preciso aplicar calor para destruir los factores antinutricionales termolábiles (Liener, 1981); ya que el frijol de soya tiene un alto contenido de inhibidor de tripsina, el cual es parcialmente inactivado durante la extracción del aceite y el proceso de tostado (Marty, 1994, citado por Caine y col., 1998).

La pasta de soya, la cual es una fuente de proteína de alta calidad; y debido a su alto contenido de lisina y a su precio competitivo ha tomado un lugar preponderante como fuente de proteína para la alimentación animal en todo el mundo (Parsons y col., 1991); esto debido a que la lisina es el primer aminoácido limitante en cerdos y el segundo en aves.

En el transcurso de los últimos años se han incorporado nuevas tecnologías en las plantas productoras de pastas de soya, lo que beneficia el producto final, especialmente obteniéndose mayores contenidos de proteína, pero el incremento en proteína en las pastas de soya, no será de utilidad si no se acompaña de mejores digestibilidades.

1

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Técnicas para valorar la calidad de la pasta de soya

La medición de la actividad ureásica, es una de estas técnicas, la cual está basada en cambios del pH, sin embargo no indica si la pasta de soya en su extracción ha sido sobre procesada; por dicha razón la técnica utilizada como indicador para evaluar la calidad de la pasta de soya en aves es la solubilidad de la proteína en hidróxido de potasio (KOH) al 0.2% (Araba y Dale, 1990), la cual se toma como una medida del grado de calentamiento a que fue sometida durante el proceso de fabricación siendo de 0.75 a 0.85 (75% a 85%) los valores de solubilidad para la pasta de soya procesadas adecuadamente (Tejada, 1992).

Factores antinutricionales.

Los factores antinutricionales son clasificados en varios tipos de acuerdo a su efecto sobre el valor nutritivo del alimento y la respuesta biológica del animal:

- ⇒ Factores que tienen un efecto depresivo de la digestión de las proteínas y su utilización (anti-tripsina y saponinas).
- ⇒ Factores que tienen un efecto negativo sobre la digestión de los carbohidratos (inhibidor de amilasa, componentes polifenólicos, y factor de flatulencia).
- ⇒ Factores que tienen un efecto negativo en la digestión y utilización de minerales (glucosinolatos, ácido oxálico, ácido fítico y gossipol).
- ⇒ Factores que inactivan o causan un incremento en el requerimiento de vitaminas en los animales (anti-vitaminas).

=> Factores que estimulan el sistema inmune (proteínas antigénicas).

Además pueden ser clasificados por su resistencia al tratamiento térmico.

Cuadro 1. Factores antinutricionales presentes en la pasta de soya (Liener, 1981)

TERMOLABILES	TERMOESTABLES
Inhibidor de tripsina	Saponinas
Hemaglutininas	Estrógenos
Goitrogénicos	Factor de Flatulencia
Anti-vitaminas	Lisinoalanina
Ácido fítico	Alérgicos

Inhibidor de tripsina.

El efecto depresivo del inhibidor sobre el crecimiento ha sido atribuido principalmente a la inactivación de la quimotripsina, debido a la formación de complejos estables e inactivos. Como un efecto secundario, regulado por mecanismos de retroalimentación negativa, se estimula la secreción de enzimas pancreáticas; el resultado neto es una pérdida de proteína endógena, rica en aminoácidos azufrados (Bruggink, 1993).

Hemaglutininas.

También llamadas lectinas tienen la propiedad de unir carbohidratos; in vitro interactúan con las glucoproteínas de los glóbulos rojos presentes en la superficie de la membrana manifestándose en una aglutinación de las células (Liener, 1981).

Goitrogénicos.

Estos causan un incremento en el tamaño de la glándula tiroides de ratas y pollos debido a que impiden la incorporación de yodo a la glándula tiroides, aunque otros trabajos indican que el incremento es el resultado de un incremento en la pérdida fecal de tiroxina (Liener, 1981).

Anti-vitaminas.

El factor anti-vitaminico evita principalmente la absorción de las vitaminas D, E y B₁₂ (Liener, 1981).

Acido fitico.

Tiene la capacidad de quelar algunos iones semejantes di y trivalentes como calcio, magnesio, zinc, cobre y hierro; dichos complejos son poco absorbidos por el intestino (Liener, 1981).

Saponinas.

Son glucósidos, los cuales se caracterizan por su sabor amargo y sus propiedades espumeantes, por lo tanto, causan un efecto negativo en la productividad de los no rumiantes. Por otra parte, causan una reducción

del colesterol en el suero e incrementa la excreción fecal del colesterol (Cheeke y Shull, 1985).

Estrógenos.

Son análogos de los estrógenos (isoflavina) los cuales interfieren con el proceso reproductivo e inhiben el crecimiento solo si se proporciona en dosis muy elevadas (Liener, 1981).

Factor de flatulencia.

Es atribuido a los oligosacáridos alfa-galactosa y beta-fructuosa, ya que al carecer los animales de la enzima alfa-galactosidasa éstos pasan al intestino grueso donde son fermentados por las bacterias intestinales produciendo gases de bióxido de carbono, hidrógeno y metano (Liener, 1981).

Lisinoalanina.

Uno de los productos de la descomposición de la cisteína es la dihidroalanina, la cual puede interactuar con el grupo amino de la lisina para formar lisinalanina, la que a su vez produce lesiones en riñón (Liener, 1981). Por otra parte la conversión de lisina en lisinalanina causa un decremento en la digestibilidad de la proteína.

Alergénicos.

Las sustancias responsables de reacciones alérgicas son las proteínas glicininas y conglucinininas.

Digestión.

La digestión de las proteínas es llevada a cabo por las enzimas proteolíticas (pepsina, tripsina, quimiotripsina y elastasa), las cuales son sintetizadas y almacenadas en la célula en forma de precursores inactivos llamados zimógenos; convirtiéndose en enzimas activas en el tracto digestivo (Roskoski, 1998); la acción de estas enzimas produce polipéptidos, los cuales a nivel de la mucosa intestinal son hidrolizados por la acción de las dipéptidasas y tripéptidasas en aminoácidos libres, los que finalmente son absorbidos por el enterocito.

Digestibilidad.

La digestibilidad de la proteína se deriva generalmente del resultado del balance experimental donde se mide la diferencia entre lo ingerido y lo excretado (D'Mello y McNab, 1994); por lo tanto, el valor nutricional de una ración, alimento o nutrimento puede ser expresado mediante el coeficiente de digestibilidad, que es la porción del alimento que no fue excretada y que se supone por tanto ha sido absorbida (Reis de Souza y Mariscal, 1997); llamándole digestibilidad aparente la

cual se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Digestibilidad aparente} = \frac{\text{alimento consumido} - \text{alimento excretado}}{\text{alimento consumido}}$$

Pero si tomamos en cuenta el componente endógeno fecal el cual proviene de las enzimas digestivas, mucoproteínas, bilis y células de descamación del tracto digestivo se puede calcular la digestibilidad verdadera expresada mediante la siguiente ecuación (D'Mello y McNab, 1994):

$$\text{Digestibilidad verdadera} = \frac{\text{alimento consumido} - \text{alimento excretado} + \text{endógeno en excretas}}{\text{alimento consumido}}$$

HIPÓTESIS

A mayor solubilidad de la proteína, aumentará la digestibilidad de la pasta de soya.

OBJETIVOS

Evaluar la relación entre la digestibilidad de la proteína y contenido de energía metabolizable corregida a retención cero de nitrógeno en gallos y la solubilidad de la proteína de la pasta de soya.

Comprobar si los rangos propuestos para la calidad de la pasta de soya influyen en la solubilidad de la proteína en hidróxido de potasio (KOH) al 0.2%.

MATERIALES

Localización.

El presente trabajo de investigación se realizó en la granja experimental del Centro Nacional de Investigación en Fisiología (CENI Fisiología) perteneciente al INIFAP; localizado en el kilómetro 1.5 de la carretera Ajuchitlán-Colón, municipio de Colón, Querétaro, México. El cual está ubicado a 120°00'00" longitud oeste y a 20°42'00" latitud norte a una altura de 1950 msnm; el clima predominante es semiseco templado con lluvias en verano, con una precipitación media anual de 460 a 640 mm y una temperatura media anual de 14°C.

Materia prima.

Treinta y cinco muestras de pasta de soya de diferente procedencia proporcionadas por la Asociación Americana de la Soya, a las cuales se les realizó un análisis químico para determinar materia seca y proteína cruda como es recomendado por la AOAC (1990), energía bruta mediante bomba calorimétrica y solubilidad de la proteína de pasta de soya en hidróxido de potasio (KOH) al 0.2% (Tejada, 1992).

Animales.

Se utilizaron 70 gallos de la línea *Hyline* con 24 semanas de vida, los cuales se alojaron en jaulas individuales de tipo batería, provistas de comederos en forma de canal y bebederos automáticos en forma de taza. Los animales consumieron una dieta sorgo-soya formulada para proporcionar los requerimientos estipulados por el NRC (1994).

METODOLOGÍA

El estudio estuvo conformado por cinco periodos experimentales, donde cada periodo experimental constó de una semana. A inicio de cada periodo los animales se sometieron a un periodo de ayuno de 24 horas, posteriormente recibieron 30g de una de las pastas de soya a estudiar mediante la técnica de alimentación precisa propuesta por Sibbald (1979), la cual se describe mas adelante. Se colectaron las excretas a las 24 y 48 horas posteriores en una charola de aluminio, teniendo cuidado de retirar plumas y escamas desprendidas del cuerpo del ave debido a que estas últimas son ricas en protefna y pueden alterar los resultados. La orina pegada a la charola se humedeció y se colectó con una espátula para evitar pérdida de muestra. Durante el periodo experimental a los gallos se les suministró una solución de glucosa al 10% para minimizar las pérdidas endógenas por catabolismo, los días restantes de la semana fueron alimentados con la dieta sorgo-soya.

Las excretas colectadas se congelaron a -40°C para frenar los procesos de fermentación y preparar la muestra para el liofilizado, ya que este método evita la pérdida de nitrógeno por volatilización; posteriormente se molieron en un molino willey con una criba de 1mm para determinarles materia seca y proteína cruda según el AOAC (1990), energía metabolizable mediante bomba calorimétrica y ácido úrico según Marquardt (1983), este último para estimar la cantidad de nitrógeno no proteico presente en la orina.

La estimación del nitrógeno endógeno utilizado se obtuvo de 10 gallos ayunados por 24 horas, esos animales recibieron una solución de glucosa al 10% y se colectaron las excretas a las 24 y 48 horas de ayuno.

Técnica de alimentación precisa en gallos (Sibbald 1979)

Objetivo: introducir la cantidad deseada de alimento hasta el fondo del divertículo esofágico (buche).

Materiales: un embudo de acero inoxidable de 7cm de alto y 10cm de diámetro superior con salida y tubo de 1.7cm de diámetro X 35cm de largo junto con un embolo con tope en la parte superior para que no baje más del borde inferior del tubo, cuerda de algodón de 50 cm, piseta, franelas y una silla.

Método: se sujeta de los tarsos al gallo con la cuerda de algodón, un ayudante lo sujeta entre sus piernas y le cruza las alas de tal manera que se traben, se toma con una mano la cresta y con la otra la barba del ave jalando hacia arriba con el fin de que el cuello del gallo quede completamente recto y en posición vertical; el tubo del embudo es introducido por el pico pasando a través de la faringe y el esófago hasta llegar a un centímetro aproximadamente del fondo del buche, poco a poco se vacía el alimento por el embudo y se empuja con el embolo para asegurarse la correcta deposición del alimento en el buche, por último y aún dentro del ave se enjuaga el embudo con un poco de agua para evitar que se quede alimento en las paredes internas del tubo.

El proceso de alimentación debe ser realizado en menos de un minuto con el fin de no asfixiar al ave dado que se obstruye parcialmente la entrada de la tráquea.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos en el laboratorio fueron analizados mediante un cuadrado latino incompleto; teniendo 5 periodos, 70 animales y 35 tratamientos, aplicando la siguiente ecuación:

$$Y_{ijk} = m + R_i + C_j + T_k + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = la i ésima observación de la j ésima en el k ésimo tratamiento

R = renglones = periodos

C = columnas = animales

T = tratamientos = muestras de pasta de soya

e_{ijk} = el error asociado a la observación ijk

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis de las 35 muestras de pasta de soya se presentan en el Cuadro 2, teniendo como promedio de proteína cruda 45.47%, proteína soluble en hidróxido de potasio 0.86, materia seca 88.28% y energía bruta 4,189 cal/g. En el Cuadro 3 se muestran los resultados de las digestibilidades en los gallos obtenidas para cada una de las muestras analizadas, estos resultados son el producto de cinco repeticiones por muestra.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 2

Resultados de los análisis químicos.

Muestra	Proteína Cruda %	Proteína Soluble base 1	Materia Seca %	Energía cal/g
1	45.67	0.84	88.50	4,206
2	44.92	0.87	88.96	4,177
3	45.47	0.87	88.57	4,160
4	45.55	0.86	88.32	4,185
5	45.05	0.86	88.43	4,209
6	45.08	0.89	88.30	4,151
7	44.95	0.88	88.02	4,208
8	45.47	0.87	87.73	4,170
9	45.93	0.83	88.31	4,180
10	46.83	0.85	88.06	4,193
11	45.15	0.86	87.99	4,187
12	45.56	0.88	87.91	4,175
13	45.51	0.87	87.63	4,189
14	45.29	0.87	87.90	4,203
15	45.94	0.85	89.19	4,228
16	44.85	0.82	87.92	4,198
17	45.72	0.86	93.72	4,212
18	45.59	0.88	88.89	4,182
19	45.44	0.85	87.77	4,158
20	45.23	0.88	87.72	4,190
21	45.68	0.84	87.61	4,224
22	45.70	0.86	87.99	4,208
23	45.11	0.86	87.91	4,171
24	45.39	0.86	87.68	4,184
25	45.16	0.87	87.92	4,185
26	45.92	0.84	87.77	4,182
27	45.18	0.87	88.24	4,214
28	45.60	0.86	87.87	4,133
29	45.49	0.86	88.08	4,190
30	45.55	0.87	88.43	4,218
31	45.80	0.85	88.03	4,163
32	45.38	0.87	88.15	4,235
33	45.46	0.87	88.28	4,201
34	45.16	0.86	88.07	4,177
35	45.60	0.84	88.06	4,170
Promedio	45.47	0.86	88.28	4,189
Mínimo	44.85	0.82	87.61	4,133
Máximo	46.83	0.89	93.72	4,235
D.S.	0.37	0.02	1.02	0.023

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 3

Digestibilidad en gallos

Muestra	Materia Seca	Aparente Nitrógeno	Verdadera Nitrógeno	Energía Metabolizable
1	47.7	87.1	87.2	2,466
2	52.3	85.8	85.9	2,639
3	49.9	89.9	90.0	2,531
4	51.6	86.7	86.9	2,626
5	49.4	85.2	85.3	2,593
6	50.8	85.9	86.1	2,572
7	47.7	88.8	88.9	2,530
8	46.6	86.4	86.6	2,498
9	47.4	85.8	85.9	2,503
10	53.7	86.9	87.0	2,731
11	48.4	84.5	84.6	2,511
12	50.1	89.1	89.2	2,571
13	53.7	87.2	87.4	2,719
14	48.4	85.0	85.1	2,553
15	47.5	84.8	84.9	2,493
16	48.8	89.3	89.5	2,597
17	50.1	83.4	83.5	2,516
18	47.2	85.8	86.0	2,443
19	47.4	84.6	84.8	2,487
20	53.8	84.0	84.2	2,715
21	51.0	85.6	85.8	2,652
22	46.9	90.9	91.0	2,496
23	47.0	84.0	84.1	2,497
24	48.0	84.3	84.5	2,513
25	49.0	83.9	84.1	2,511
26	56.4	83.9	84.0	2,791
27	49.3	87.5	87.6	2,596
28	49.8	84.1	84.3	2,545
29	47.3	86.9	87.1	2,493
30	47.0	83.3	83.5	2,485
31	47.0	85.2	85.3	2,442
32	51.9	84.7	84.9	2,692
33	47.9	86.2	86.4	2,546
34	41.0	80.6	80.8	2,274
35	50.4	84.8	84.9	2,556

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

No se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en ninguna de las variables estudiadas como se muestra en el Cuadro 4, donde se puede observar la significancia en cada una de las variables estudiadas: Digestibilidad de la Materia Seca (DMS) = 0.79, Digestibilidad Aparente del Nitrógeno (DAN) = 0.42, Digestibilidad Verdadera del Nitrógeno (DVN) = 0.43 y el contenido de Energía Metabolizable (EMVN) = 0.76.

Cuadro 4

Media, Error estándar de la media y Probabilidad de diferencia entre muestras de Pasta de Soya.

	Media	EEM	Probabilidad
DMS	49.13	0.43	0.79
DAN	85.77	0.36	0.42
DVN	85.93	0.36	0.43
EMVN	2,553	15.25	0.76

DMS= Digestibilidad de la Materia Seca.

DAN= Digestibilidad Aparente del Nitrógeno.

DVN= Digestibilidad Verdadera del Nitrógeno.

EMVN= Energía Metabolizable Verdadera corregida a retención cero de Nitrógeno.

Los resultados anteriores explican el porqué no se encontró una correlación significativa (Cuadro 5) entre la solubilidad de la proteína en hidróxido de potasio y la digestibilidad de la proteína o el contenido de energía de las muestras de pasta de soya. Esto se observa claramente en las gráficas 1, 2 y 3, donde se puede ver la baja relación entre cada una de las variables estudiadas (Digestibilidad de la Materia Seca, Digestibilidad Aparente del Nitrógeno, Digestibilidad Verdadera del Nitrógeno y el contenido de Energía Metabolizable) y el contenido de Proteína Soluble en hidróxido de potasio.

Cuadro 5

Matriz de Correlación

	PC	PSOL	MS	EB	DMS	DAN	DVN	EMVN
PC	1.000 0.0							
PSOL	-0.338 0.047	1.000 0.0						
MS	0.122 0.486	0.032 0.856	1.000 0.0					
EB	0.054 0.758	-0.085 0.626	0.231 0.182	1.000 0.0				
DMS	0.231 0.182	0.025 0.889	-0.004 0.984	0.032 0.856	1.000 0.0			
DAN	0.028 0.875	0.023 0.895	-0.158 0.366	0.074 0.674	0.136 0.437	1.000 0.0		
DVN	0.023 0.897	0.028 0.873	-0.164 0.345	0.071 0.683	0.135 0.441	0.999 0.001	1.000 0.0	
EMVN	0.177 0.309	-0.016 0.927	-0.146 0.403	0.179 0.302	0.951 0.001	0.197 0.258	0.197 0.257	1.000 0.0

PC= Proteína Cruda.

PSOL= Proteína soluble.

MS= Materia Seca.

EB= Energía Bruta.

DMS= Digestibilidad de la Materia Seca.

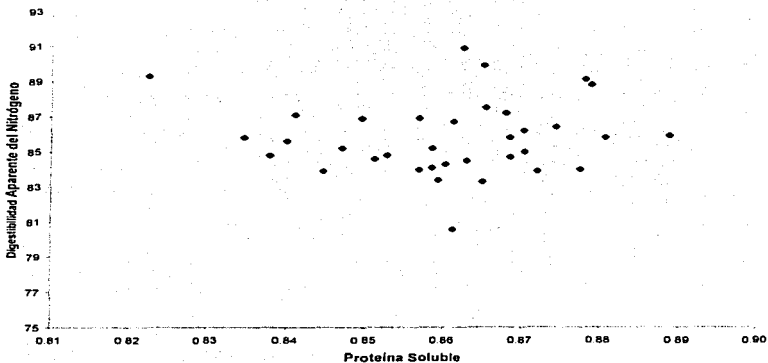
DAN= Digestibilidad Aparente del Nitrógeno.

DVN= Digestibilidad Verdadera del Nitrógeno.

EMVN= Energía Metabolizable Verdadera corregida a retención cero de Nitrógeno.

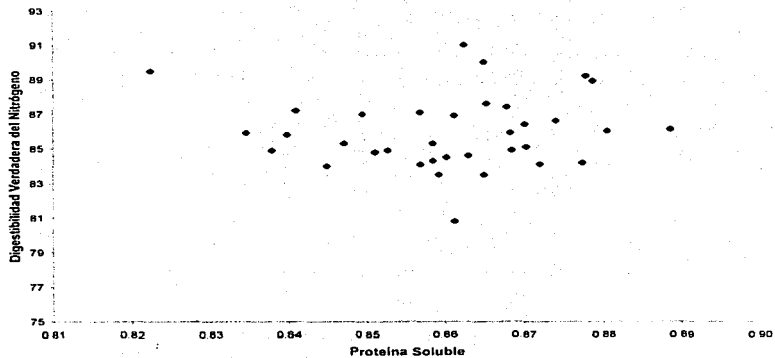
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Gráfica 1
Digestibilidad Aparente del Nitrógeno



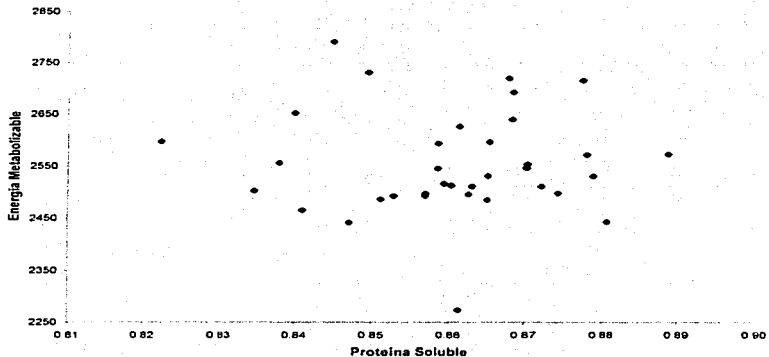
La Gráfica 1 muestra los valores de las 35 muestras de pasta de soya analizadas para Proteína Soluble en hidróxido de potasio en el eje de las "X", los de la Digestibilidad Aparente del Nitrógeno en el eje de las "Y".

Gráfica 2
Digestibilidad Verdadera del Nitrógeno



La Grafica 2 muestra los valores de las 35 muestras de pasta de soya analizadas para Proteína Soluble en hidróxido de potasio en el eje de las "X", los de la Digestibilidad Verdadera del Nitrogeno en el eje de las "Y".

Gráfica 3
Energía Metabolizable



La Gráfica 3 muestra los valores de las 35 muestras de pasta de soya analizadas para Proteína Soluble en hidróxido de potasio en el eje de las "X", los de la Energía Metabolizable en el eje de las "Y".

Como se puede observar en las graficas anteriores no se encontró una relación directamente proporcional a un aumento de la solubilidad de la proteína en hidróxido de potasio y las variables estudiadas, lo que se aprecia es una distribución de los puntos de tal manera que muestra que la solubilidad de la proteína en hidróxido de potasio al 0.2% no tiene relación con la digestibilidad de la proteína y materia seca ni con el contenido de energía metabolizable.

La falta de relación pudo deberse a la poca sensibilidad de la concentración de hidróxido de potasio (0.2%), ya que trabajos realizados por Bellaver (2003) en los cuales trabajó con solubilidad en pepsina *in vitro* a diferentes concentraciones (0.2%, 0.02%, 0.002% y 0.0002%) encontró que la mejor concentración de pepsina para clasificar la calidad proteica de diferentes alimentos fue 0.0002%, siendo el recomendado por la AOAC 0.2%;

Aun cuando los rangos de solubilidad de la proteína de pasta de soya en hidróxido de potasio son de 0.75 a 0.85 (Tejada, 1992), el 74% de las muestras analizadas resultó estar por encima de este rango, y sin embargo, tuvieron una digestibilidad similar a las muestras con un valor de solubilidad dentro del rango aceptado.

El rango de la solubilidad de la proteína obtenidos en el presente trabajo fue 0.82 a 0.89, y no se vio afectada la digestibilidad de la proteína, e incluso en trabajos realizados por Parsons y col. en 1991, encontraron que en pollos alimentados con pasta de soya cuyos valores de solubilidad de la proteína en

hidróxido de potasio al 0.2% fueron superiores a 0.59, tuvieron una buena eficiencia alimenticia.

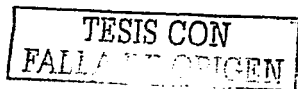
A pesar de la falta de relación, los resultados del presente trabajo son interesantes ya que demuestran que en esos rangos de valores de solubilidad en potasa no existe un efecto claro de esa variable sobre el valor nutritivo de la pasta de soya.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran claramente que las pastas de soya que se encuentran dentro del rango de 0.82 a 0.89 de proteína soluble en hidróxido de potasio tienen un valor nutritivo similar, aunque el rango aceptable actualmente es de 0.75 a .085 por lo que pueden ser utilizadas en la alimentación de las aves asignándoles una misma calidad nutritiva.

No se encontró una relación entre la solubilidad de la proteína en hidróxido de potasio al 0.2% y las variables estudiadas (digestibilidad de la proteína, materia seca y contenido de energía metabolizable); aunque es de interés comercial, puesto que se demuestra que la solubilidad no influye en la calidad de la pasta de soya.

La prueba de solubilidad en hidróxido de potasio al 0.2% posee una baja sensibilidad, por lo que sería interesante desarrollar un nuevo experimento con concentraciones menores de hidróxido de potasio.



REFERENCIAS

- AOAC., 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists Arlington, VA.
- Araba, M., Dale, N.N., 1990. Evaluation of protein solubility as an indicator of overprocessing of soybean meal. *Poult. Sci.* 69:76 – 82.
- Bellaver, C., 2003. Digestibilidad ileal de aminoácidos e utilizacao dos valores na formulacao de dietas para suínos em crescimento. XI Congreso de la AMENA y I del CLANA, México. pp. 225 – 232.
- Brugink, J.H.B., 1993. Utilización de concentrados de proteína de soya en dietas de animales jóvenes. IX curso de especialización FEDNA, Barcelona. pp. 1 – 12.
- Caine, W.R., Sauer, W.C., Schulze, H., Tamminga, S., Verstegen, M.W.A., 1998. Effect of protease of soybean meal on content of total soluble matter and crude protein and level of soybean trypsin inhibitor. *Animal Feed Science Technology.* 71:177 – 183.
- Cheeke, P.R., Shull, L.R., 1985. Natural toxicants in feeds and poisonous plants. AVI Publishing Company, INC. Westport, Connecticut. pp. 195 – 197.
- Cochran, W.G., Cox, G.M., 1980. Diseños experimentales. Ed. Trillas, México. pp.416 – 430.
- Guerrero, G.A., 1984. Cultivos herbáceos extensivos, 3^{ra} ed. Ediciones Mundo Prensa, España.
- Liener, I.E., 1981. Factors affecting the nutritional quality of soya products. *J. Am Oil Chem Soc.* 58:406 – 415.

- Marquardt, R.R., 1982. A simple spectrophotometric method for the direct determination of uric acid in avian excreta. *Poult. Sci.* 62:2106 - 2108.
- McNab, J.M., Amino acid digestibility and availability studies with poultry. en D'Mello, J.P.F., 1994. Amino acid in farm animal nutrition. Cab International. pp.185 - 194.
- Parsons, C.M., Baker, D.H., Hashimoto, K., Wedekind, W.J., 1991. Soybean protein solubility in potassium hydroxide: an in vitro test of in vivo protein quality. *J. Anim. Sci.* 69:2918 - 2924.
- Reis de Souza, T.C. y Mariscal, L.G. 1997. El destete, la función digestiva y la digestibilidad de los alimentos en cerdos jóvenes. *Tec. Pecu. Mex.*, 35:145.
- Roskoski, R. 1998. *Bioquímica*. McGraw Hill Internacional. pp. 225.
- Sibbald, I.R., 1979. A bioassay for available amino acids and true metabolizable energy in feedstuffs. *Poult. Sci.* 58:668 - 673.
- Sibbald, I.R., 1979. Bioavailable amino acids and true metabolizable energy of cereal grains. *Poult. Sci.* 58:934 - 939.
- Tejada, I. 1992. Control de calidad y análisis de alimentos para animales. Sistema de Educación Continua en Producción Animal A.C. pp. 86.