

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

VALOR NUTRITIVO DEL FRIJOL CAUPI CRUDO
Y PROCESADO EN DIETAS PARA POLLOS

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR
JULIO AUGUSTO GARCIA ALVAREZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERO
AGRONOMO EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO
EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, agosto de 1979.

R
01
T(353

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR
Lic. Saúl Osorio Paz

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Dr. Antonio Sandoval S.
VOCAL 1o.	Ing. Agr. Rodolfo Estrada
VOCAL 3o.	Ing. Agr. Rudy A. Villatoro
VOCAL 4o.	Br. Juan Miguel Irias.
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos N. Salcedo

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Agr. Rodolfo Estrada.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Sergio Mollinedo
EXAMINADOR	Ing. Agr. Miguel A. Gutiérrez
EXAMINADOR	Ing. Agr. Guillermo Rogel
SECRETARIO	Ing. Agr. Leonel Coronado C.



INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA

COSTA RICA
EL SALVADOR
GUATEMALA

APARTADO POSTAL 1188

OFICINA SANITARIA PANAMERICANA
OFICINA REGIONAL DE LA
ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD

CARRETERA ROOSEVELT ZONA 11
GUATEMALA, C. A.

CABLE: INCAP

HONDURAS
NICARAGUA
PANAMA

TELEFONOS 43762 AL 43767

IN-052-79/QA

Guatemala 30 de julio de 1979

Dr. Antonio Sandoval S.
Decano
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala

Señor Decano:

En atención a la designación que nos hiciera el Decanato bajo su cargo, tenemos el honor de informarle que hemos asesorado al universitario Julio Augusto García Álvarez, en la ejecución de su trabajo de Tesis de Grado titulado "VALOR NUTRITIVO DEL FRIJOL CAUPI CRUDO Y PROCESADO EN DIETAS PARA POLLOS".

Por este medio nos complace comunicarle al Señor Decano que el Br. Julio Augusto García A. ha realizado un excelente trabajo y que dicha tesis reúne todos los requisitos para su aprobación, en vista de lo cual le rogamos darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular nos es grato reiterar nuestras muestras de consideración.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Dr. Marco Tulio Cabezas
Dr. Marco Tulio Cabezas
Asesor

Dr. Luiz Gonzaga Elías
Dr. Luiz Gonzaga Elías
Asesor

Ing. Agr. Romeo Solano
Ing. Agr. Romeo Solano
Asesor

Guatemala, 31 de Julio de 1979.

Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos
Ciudad.

En cumplimiento a las normas que se establecen por la Universidad de San Carlos de Guatemala, me es grato tener el honor de presentar y poner a Vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado "VALOR NUTRITIVO DEL FRIJOL CAUPI CRUDO Y PROCESADO EN DIETAS PARA POLLOS", con el propósito de cumplir con el requisito previo a optar el título de INGENIERO AGRONOMO.-

Aprovecho la oportunidad para reiterarles mis muestras de consideración y respeto,


Julio Augusto García Alvarez.

TESIS QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

A MI PATRIA

A MI PUEBLO, LA UNION

*AL INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y
PANAMA (INCAP).*

ACTO QUE DEDICO

A MIS PADRES

*Virgilio García Espinoza
Eloína Álvarez de García*

A MIS HERMANOS

*José Amílcar,
Virgilio,
Enma Yolanda,
Héctor Eduardo y
Víctor Raúl*

A MIS TIOS

A MIS PRIMOS

*A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE PROMOCION,
CON RESPETO*

AGRADECIMIENTOS

A. Dr. Marco Tulio Cabezas y a la Lic. Beatriz Murillo, un sincero agradecimiento por ayudarme en todos los aspectos de esta tesis.

Al Ing. Romeo Solano y al Dr. Luis G. Elías, por sus atinadas sugerencias.

A todas las personas que de una u otra manera me ayudaron en la realización de este trabajo.



TESIS

**VALOR NUTRITIVO DEL FRIJOL CAUPI CRUDO Y
PROCESADO EN DIETAS PARA POLLOS**

COMITE DE TESIS

**Dr. Marco Tulio Cabezas
Dr. Luis Gonzapa Elías
Ing. Romeo Solano**

RESPONSABLE:

Julio Augusto García Alvarez

LISTA DE CUADROS

- CUADRO No. 1 COMPOSICION DE LAS DIETAS A BASE DE FRIJOL CAUPI USADAS PARA LAS DETERMINACIONES EN RATAS DEL INDICE DE EFICIENCIA PROTEICA Y LA ENERGIA DIGERIBLE APARENTE (EXPERIMENTOS 1 y 2)
- CUADRO No. 2 COMPOSICION DE LA DIETA DE REFERENCIA PARA POLLOS DE CERO A DOS SEMANAS DE EDAD (EXPERIMENTO No. 3)
- CUADRO No. 3 COMPOSICION DE LAS DIETAS PARA POLLOS DE DOS A CUATRO SEMANAS DE EDAD (EXPERIMENTO No. 3)
- CUADRO No. 4 COMPOSICION DE LA PREMEZCLA DE VITAMINAS EMPLEADAS EN LAS DIETAS PARA RATAS (EXPERIMENTOS 1 Y 2)
- CUADRO No. 5 COMPOSICION DE LA PREMEZCLA DE VITAMINAS, MINERALES Y OTROS ADITIVOS EMPLEADA EN LAS DIETAS PARA POLLOS (EXPERIMENTO No.3)
- CUADRO No. 6 COMPOSICION QUIMICA DEL FRIJOL CAUPI CRUDO, COCIDO EN AUTOCLAVE Y ESTRUJADO.
- CUADRO No. 7 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LAS DIETAS PARA RATAS (EXPERIMENTOS Nos. 1 Y 2)
- CUADRO No. 8 EFECTO DEL PROCESAMIENTO DEL FRIJOL CAUPI Y LA SUPLEMENTACION CON DL-METIONINA SOBRE EL INDICE DE EFICIENCIA PROTEICA EN RATAS (EXPERIMENTO No.1)
- CUADRO No. 9 ANALISIS DE VARIANZA CON ARREGLO FACTORIAL 3 X 2 (3 PROCESOS X 2 NIVELES DE SUPLEMENTACION) DEL INDICE DE EFICIENCIA PROTEICA EN RATAS (EXPERIMENTO No.1)

- CUADRO No.10 EFECTO DEL PROCESAMIENTO DEL FRIJOL CAUPI Y LA SUPLEMENTACION CON DL-METIONINA SOBRE LA ENERGIA DIGERIBLE APARENTE DE LAS DIETAS EN RATAS (EXPERIMENTO No.2)
- CUADRO No.11 ANALISIS DE VARIANZA CON ARREGLO FACTORIAL 3 X 2 (3 PROCESOS X 2 NIVELES DE SUPLEMENTACION) DE LA ENERGIA DIGERIBLE APARENTE EN RATAS (EXPERIMENTO No.2)
- CUADRO No.12 CONTENIDO DE HUMEDAD, NITROGENO Y ENERGIA GRUESA DE LAS DIETAS PARA POLLOS (EXPERIMENTO No.3)
- CUADRO No.13 ENERGIA METABOLIZABLE CLASICA DE LAS DIETAS Y DEL FRIJOL CAUPI EN POLLOS (EXPERIMENTO No.3)
- CUADRO No.14 ANALISIS DE VARIANZA DE LA ENERGIA METABOLIZABLE CLASICA DE LAS DIETAS EN POLLOS (EXPERIMENTO No.3)
- CUADRO No.15 ANALISIS DE VARIANZA DE LA ENERGIA METABOLIZABLE CLASICA DEL FRIJOL CAUPI EN POLOS (EXPERIMENTO No.3)
- CUADRO No.16 ENERGIA METABOLIZABLE CORREGIDA DE LAS DIETAS Y DEL FRIJOL CAUPI EN POLLOS (EXPERIMENTO No.3)
- CUADRO No.17 ANALISIS DE VARIANZA DE LA ENERGIA METABOLIZABLE CORREGIDA DE LAS DIETAS EN POLLOS (EXPERIMENTO No.3)
- CUADRO No.18 ANALISIS DE VARIANZA DE LA ENERGIA METABOLIZABLE CORREGIDA DEL FRIJOL CAUPI EN POLLOS (EXPERIMENTO No.3)
- CUADRO No.19 CRECIMIENTO Y CONVERSION ALIMENTICIA EN POLLOS DE DOS A CUATRO SEMANAS DE EDAD (EXPERIMENTO No.3)
- CUADRO No.20 DIETAS CON FRIJOL CAUPI PARA FINALIZACION DE POLLOS DE ENGORDE.

I. INTRODUCCION

Los concentrados comerciales utilizados para la producción intensiva de aves en Guatemala, incluyen la harina de soya como principal fuente de proteína. Prácticamente toda la harina de soya es importada por los productores de concentrados, lo que significa la pérdida de divisas y la dependencia de otros países para la producción de alimentos de gran importancia para la dieta humana. Por lo tanto, es de sumo interés para nuestros países el conocimiento de nuevas fuentes de nutrientes que puedan ser producidos localmente y que substituyan parcial o totalmente a la harina de soya en concentrado para aves.

Una materia prima que ofrece buenas perspectivas en tal sentido es la leguminosa de grano conocida como frijol caupí o de costa (*Vigna sinensis*). Por una parte, los centros de investigaciones agronómicas centroamericanos han desarrollado variedades que producen altos rendimientos por hectárea bajo condiciones ecológicas locales y por otra, el frijol caupí tiene un alto potencial nutritivo derivado de su adecuado contenido de proteína y lisina. Algunas variedades tienen además, la ventaja de poseer bajos niveles de inhibidores proteolíticos, lo que abre la posibilidad de emplearla sin cocimiento previo en dietas para aves.

Sin embargo, muy poco o nada se conoce sobre el contenido de energía metabolizable y la calidad de proteína para aves del frijol caupí, siendo estos factores de gran importancia para conocer los niveles de caupí que pueden ser incorporados en dietas para aves y la mejor manera de balancearlas, se propone el presente estudio que está dirigido a aportar conocimientos sobre el valor energético y protéico de esta leguminosa de grano cuando se ofrece cruda o procesada.

II. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

A. General

Contribuir o incrementar el uso del frijol caupí en dietas para aves.

B. Específicos

1. Establecer el valor energético y protéico del frijol caupí para su utilización en dietas para pollos.
2. Conocer los efectos del tratamiento térmico y del composición química, valor energético y valor protéico.
3. Derivar recomendaciones sobre el mejor empleo del caupí en dietas para pollos.

III. REVISION DE LITERATURA

Características Agronómicas del Caupí.

El caupí fue introducido a Guatemala por la Dirección General de Agricultura en el año de 1921 pero lamentablemente el potencial de esta leguminosa no ha sido aprovechado como se debiera, aunque actualmente, a pesar del tiempo transcurrido, sigue siendo cultivada en forma aislada.

De esta leguminosa de grano se conocen muchas variedades bastante cultivadas actualmente en muchos países tropicales (Aguilar, 1953). Wilson y Chester (1962) dicen que el caupí es una planta anual, pero a diferencia de la soya, florece y produce semilla todo el año. Es un cultivo de clima caluroso y puede crecer en una gran variedad de tipos de suelo siempre que éstos sean húmedos y bien drenados.

En Guatemala se han sembrado en la costa sur distintas variedades de frijol caupí obteniéndose los siguientes rendimientos (Penagos, comunicación personal)*:

Variedad	Rendimiento aproximado
Black eye	25 - 30 qq/Mz.
Knuckle hull	25 - 30 qq/Mz.
Mississippi silver	35 - 40 qq/Mz.
Pink eye	40 - 45 qq/Mz.
Texas cream 40	15 - 20 qq/Mz.
Blach crowder	15 - 20 qq/Mz.

Composición Química

La composición química proximal de ocho variedades de frijol caupí producidas en Guatemala en forma cruda o cocidas en autoclave (10 min/15 lb/121°C.) fue determinada por Elías y col. (1964), encontrando poca variación debido a características genéticas y al efecto de cocción. Los porcentajes promedio para

* Jorge Penagos (técnico de SEMECA) comunicación personal, mayo 1978.

proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y cenizas del frijol crudo y cocido fueron 24.8 y 24.1, 1.9 y 1.9, 6.3 y 5.2, y 3.6 y 3.4o/o, respectivamente.

Los aminoácidos esenciales de la proteína de una variedad caupí fueron determinados por Bressani y col. (1961), encontrando deficiencias en metionina, cistina, leucina y triptofano. En relación al patrón de referencia de la FAO, los aminoácidos azufrados fueron los más limitantes con un punteo de 32o/o. En cambio, el contenido de lisina fue relativamente alto, duplicando el valor del patrón de la FAO. Estos resultados fueron confirmados por Elías Col. (1964) quienes establecieron que existe poca variación en el contenido de aminoácidos de diferentes variedades de caupí crudo y cocido en autoclave. De acuerdo a estos autores, en relación al frijol común, el caupí contiene niveles más altos de arginina, leucina, metionina, tirosina y valina y niveles más bajos de fenilalanina y treonina.

En lo que respecta a vitaminas, Elías y col. (1964) informaron que el contenido de tiamina, riboflavina y niacina muestra diferencias importantes entre variedades, oscilando de 0.41 a 0.99, 0.29 a 0.76 y 2.51 a 3.23 mg, respectivamente, en las ocho variedades por ellos estudiadas. Establecieron además que el cocimiento por autoclave redujo la tiamina en 62o/o, la riboflavina en 52o/o y la niacina en 45o/o.

El caupí contiene inhibidores de tripsina pero en cantidades inferiores a otras leguminosas. En un estudio de Elías y col. (1976 b) se muestra que la concentración de estos compuestos en el caupí fue de 6.7 TUI/ml. en el gandul (*Cajanus cajan*) de 20.9 TUI/ml y en el frijol común negro (*Phaseolus vulgaris*) de 31.9 TUI/ml. El calentamiento por autoclave (15 lb/121°C) por períodos de 15 a 45 minutos, redujo la concentración de inhibidores en el frijol común y el gandul a niveles de 2.5 a 3.7 TUI/ml. Concentraciones similares quedaron en el caupí después de los mismos tratamientos térmicos, pero la reducción fue relativamente menor.

Ensayos de crecimiento

Muy pocos estudios han sido informados en la literatura sobre el empleo del frijol caupí en alimentación de animales domésticos.

Heitman y Howart (1960) alimentaron cerdos de 80 lb. de peso con dietas que contenían 20 y 50o/o de caupí crudo y entero en substitución parcial o total de cebada, harina de soya y harina de algodón. Las ganancias de peso disminuyeron a medidas que incrementó el caupí de la dieta como resultado aparente de una disminución en consumo de alimento. Este efecto se acentuó todavía más cuando en una etapa posterior un grupo de cerdos fue alimentado exclusivamente con caupí. No se observaron síntomas de toxicidad en los animales.

Manner (1972) ha informado que el caupí cocido indujo en cerdos rendimientos superiores al crudo y comparables a los producidos por una mezcla de maíz y harina de soya en dietas que contenían 16o/o de proteína. No obstante que toda la proteína de las dietas con caupí fue suministrada por este grano, la suplementación con metionina no mejoró la respuesta de los cerdos con el caupí crudo o cocido.

En estudios con cerditos de 10 Kg. de peso inicial, Da Silva (1976) encontró que dietas que contenían entre 60 y 65o/o de caupí y 22.5o/o de maíz o 16.2o/o de harina de yuca más vitaminas y minerales, produjeron mejores rendimientos al ser sometidos a un proceso de estrujamiento que cuando fueron suministrados en forma cruda. Las dietas estrujadas fueron consumidas en menor cantidad y promovieron menores aumentos de peso que una dieta a base de harina de soya y maíz. La conversión alimenticia fue mejor con la dieta extruida que con la dieta de maíz y soya.

Los efectos positivos del cocimiento en autoclave y de la suplementación con metionina de frijol caupí sobre el crecimiento de pollitos de 0 a 2 semanas de edad, fueron observados por Magginnis y Capella (1973) en ensayos con dietas que contenían 18o/o de proteína, dos tercios de la cual provenía del caupí u otras leguminosas. El caupí cocido y suplementado con 0.3o/o de metionina, fue superior al frijol común procesado y suplementado en igual forma. Además, el caupí no produjo diarrea como lo hizo el frijol común. En todos los ensayos realizados por estos autores, la harina de soya produjo mejores rendimientos que el caupí.

Braham y col. (1974) alimentaron pollos de 3 a 9 semanas de

edad con dietas cuyo contenido de frijol caupí crudo osciló entre 50 y 60o/o. De 3 a 6 semanas las dietas contenían 18o/o de proteína y de 6 a 9 semanas, 16o/o de proteína. Los hallazgos indicaron que es factible utilizar hasta 60o/o de frijol caupí crudo en dietas a base de harina de soya o algodón, a pesar de que con este nivel se observaron menores ganancias de peso y conversión alimenticia.

Calidad de la Proteína

El índice de eficiencia protéica IEP del caupí crudo ha sido determinado por Kuppuswamy y col. (citado por Liener, 1976), Oluyemi y col. (1976), Elías y col. (1976a), Cuevas (1978), quienes obtuvieron valores que oscilaron entre 0.89 y 1.56. En el estudio de Elías y col. (1976a) el calentamiento por autoclave (15 lb/121°C) durante 15 minutos aumentó el IEP de 1.21 a 1.33, pero la disminuyó a 1.16 y 0.84 cuando el tiempo de calentamiento fue incrementado a 30 y 45 minutos, respectivamente. El tostado a 240°C durante 30 minutos redujo el IEP a 0.36, mientras el estrujamiento lo aumentó a 1.73.

Los hallazgos de Elías y col. (1964) mostraron que el IEP de ocho variedades de caupí cocidos en autoclave varió entre 1.42 y 2.30, no obstante que su contenido de aminoácidos esenciales era muy similar. Los autores atribuyeron estos resultados a posibles diferencias en la disponibilidad de los aminoácidos de las distintas variedades.

El mejoramiento de la utilización de la proteína debido al estrujamiento fue observado por Elías y col. (1976 b) tanto en términos de IEP como de digestibilidad. Esta aumentó de 73.2o/o en el caupí crudo a 80.2o/o en el estrujado y a sólo 77.4o/o en el calentado en autoclave durante 15 minutos. El calentamiento durante 15 minutos disminuyó de nuevo la digestibilidad a 74.2o/o. Jaffé (1950) encontró también que el calentamiento en autoclave por 20 minutos produjo sólo un pequeño aumento de la digestibilidad de la proteína de 79o/o en el caupí crudo a 82.6o/o en el cocido.

Elías y col. (1976 b) encontraron una correlación altamente positiva entre lisina y disponible y digestibilidad de la proteína, no

así entre ésta y la concentración de inhibidores de tripsina del caupí. Sin embargo, hasta la fecha, no se ha podido establecer con claridad las causas de la baja digestibilidad de la proteína de las mismas leguminosas y su respuesta a diferentes procesos con y sin calentamiento (Liener, 1976). El caupí presenta algunas diferencias con otras leguminosas como el frijol común, en vista de su menor contenido de inhibidores tripticos y su menor respuesta al calentamiento (Elías col. 1976 b). Cabe mencionar en ese sentido, que en todos los estudios de crecimiento y valor biológico de la proteína que han sido revisados, el frijol caupí ha demostrado poseer un mejor valor nutritivo que el frijol común cocido.

Valor Energético.

Se han realizado muy pocos estudios para evaluar el frijol caupí como fuente energética para animales. Maust y col. (1972) determinaron la energía metabolizable en pollos del caupí crudo, germinado por 48 horas o cocido en autoclave (15 lb., 15 minutos), obteniendo valores de 2.49, 2.47 y 3.29 Kcal/g, respectivamente. El incremento en energía metabolizable en el caupí cocido fue acompañado por aumentos en su contenido de hemicelulosa. En otro estudio realizado con pollos por Oluyemi y col. (1976) la energía metabolizable del caupí crudo fue de 3.04 Kcal/g y la del caupí cocido en autoclave (15 lb., 121°C, 20 minutos) fue de 3.30 Kcal/g. El mayor nivel de energía metabolizable del caupí crudo en este estudio con respecto a lo informado por Maust y col. (1972), fue atribuido a posibles diferencias en el contenido de sustancias antinutricionales y en el tipo de carbohidratos presentes en las variedades de caupí empleadas. Así también, el efecto positivo del calentamiento en autoclave obtenido en ambos estudios fue atribuido a la eliminación de las sustancias tóxicas presentes en el caupí. Sin embargo, en ninguno de los dos trabajos se presentaron evidencias que respaldaran estas posibles explicaciones de las diferencias del valor energéticos observadas en el frijol caupí crudo y cocido.

En un estudio realizado recientemente por Cuevas (1978), se concluyó que el frijol crudo y molido puede ser incorporado hasta en un 40o/o de dietas comerciales para pollos de más de 5 semanas de edad en substitución de 75o/o de la harina de soya y 34o/o del sorgo, cuando la dieta es suplementada con 0.2o/o de DL

metionina y 2.3 de grasa animal. La suplementación con grasa animal es necesaria debido al menor valor energético del caupí con respecto al sorgo. Por eso un incremento en la energía metabolizable del caupí por medio de su procesamiento tendría gran importancia nutricional y económica.

IV. MATERIALES Y METODOS

Origen, Procesamiento, y Composición Química del Frijol Caupí

Se utilizó la variedad Black-eye que es de color crema y una de las más conocidas en Guatemala. Esta leguminosa de grano es producida para semilla por la Compañía de Semillas Mejoradas de Centro América (SEMECA) en la costa sur de Guatemala, con rendimientos que van del orden de 35 a 43 qq por hectárea.

Antes de ser analizado y empleado en las dietas experimentales, el frijol caupí fue sometido a las tres formas de procesamiento siguientes:

a) Crudo y molido

El frijol caupí crudo fue molido en un molino de martillo y después pasado por una malla No. 20 para las dietas de pollos y una malla No. 60 para las dietas de ratas.

b) Cocido en autoclave, secado y molido

Este proceso consistió en someter el frijol a los siguientes tratamientos: lavado, remojo en agua (relación sólido-líquido 1:3). Por 18 horas, cocción en autoclave (20 minutos, 121°C/15 lb presión), secado (horno de aire caliente a 60°C por 24 horas) y molienda, en la forma descrita para el proceso a.

c) Estrujado y molido

El frijol fue primeramente quebrado y luego sometido al proceso de estrujamiento en un aparato Brady-Crop Cooker. Las condiciones de estrujamiento tales como abertura del cono, velocidad del tornillo, velocidad del flujo y temperatura, no pudieron ser establecidas con precisión. La muestra estrujada fue molida en la forma descrita para el frijol caupí crudo.

El frijol procesado por los tres métodos fue analizado para realizar las siguientes determinaciones:

1. Análisis químico proximal (AOAC, 1975).
2. Metionina (Steel y col., 1970)
3. Lisina disponible (Carpenter, 1960)

4. Inhibidores tripticos (Kakade y Evans, 1966).
5. Almidones totales (A O A C, 1975).
6. Almidón dañado (Farrand, 1964).
7. Taninos como ácido tánico (Schanderl, 1970).

Las determinaciones se hicieron por duplicado en cada lote de frijol procesado.

Experimento No. 1. Determinación en Ratas del Índice de Eficiencia Protéica (IEP).

Se aplicó el método utilizado rutinariamente en el INCAP (Bressani, 1961).

Animales e instalaciones

Se utilizaron 56 ratas blancas WISTAR de la colonia animal del INCAP con edad de 21 a 23 días. Las ratas fueron alojadas en jaulas individuales provistas de comederos y bebedores, localizadas en un cuarto con temperatura regulada a 22° C.

Tratamientos

Se aplicaron siete tratamientos. El primero consistió en una dieta testigo en la que toda la proteína fue suministrada por caseína. Otros tres tratamientos consistieron en dietas no suplementadas con DL-metionina en las que toda la proteína provino del frijol caupí crudo, cocido o estrujado. En los tres tratamientos restantes las dietas con caupí crudo o procesado fueron suplentadas con 0.3o/o de DL-metionina. Todas las dietas fueron formuladas para que su contenido de proteína fuera de 10o/o y su composición se presenta en el Cuadro 1.

Manejo y alimentación de ratas.

Las ratas fueron distribuidas de acuerdo a su peso, en 7 grupos de 8 animales, 4 machos y 4 hembras, cada uno.

Los tratamientos fueron asignados al azar y las ratas colocadas en las jaulas individuales, donde tuvieron libre acceso a las dietas respectivas y agua durante 28 días. El consumo de alimento y el peso de las ratas fue registrado semanalmente.

Análisis químicos

En las dietas se realizó el análisis químico proximal (A O A C, 1975).

Cálculo del índice de eficiencia protéica (IEP)

El IEP fue calculado de acuerdo a la fórmula siguiente:
$$IEP = \frac{\text{ganancia de peso en 28 días (g)}}{\text{proteína ingerida en 28 días (g)}}$$

Experimento No. 2. Determinación en Ratas de la Energía Aparente (EDA) de Dietas con caupí.

Alimentos y animales

Se emplearon los 7 grupos de ratas que recibieron los tratamientos con caupí en el ensayo de IEP.

Consumo de alimento y recolección con heces

Al concluir la determinación del IEP las ratas se mantuvieron en las jaulas otros 4 días durante los cuales se registró el consumo diario de alimentos y se recolectaron las heces. La recolección se efectuó colocando una malla bajo el piso de las jaulas que dejó pasar la orina y retuvo las heces. Estas fueron deshidratadas en un horno a 60°C con aire forzado, molidas y almacenadas en frascos de vidrio.

Cálculo de la energía digerible aparente (EDA)

Se determinó la energía gruesa en dietas y heces (AOAC, 1975) y se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{o/o EDA} = \frac{\text{EGI} - \text{EGF}}{\text{EGI}} \times 100$$

En donde:

EGI: Energía gruesa ingerida.

EGF: Energía gruesa fecal.

Experimento No. 3, Determinación en Pollos de la Energía Metabolizable.

Se aplicó el método desarrollado por Hill y Anderson (1958) con algunas modificaciones, tal como se describe a continuación:

Animales e instalaciones

Se emplearon pollos de engorde recién nacidos de la raza "VANTRESS" que provenían de un lote de aves sin antecedentes de enfermedades.

Los pollos fueron alojados en pisos de baterías calentadas eléctricamente a una temperatura de 37°C, provistas de comedores y bebedores comunes que estaban localizados en la colonia animal del INCAP.

Dieta de referencia

Se empleó una dieta semipurificada a base de sacarosa cuya composición aparece en el Cuadro 2. Esta dieta se basó en la utilizada por Hill y Anderson (1958) y contiene todos los nutrientes requeridos por pollos de una a cuatro semanas de edad (NRC, 1971).

Tratamientos

Los tratamientos fueron cuatro, uno de los cuales fue la dieta de referencia; los otros tres consistieron en dietas en las que el frijol caupí crudo, cocido en autoclave o estrujado, substituyó el 92.8o/o de la sacarosa de la dieta de referencia, constituyendo así el 40o/o de la dieta total.

Todas las dietas contenían 0.3o/o de óxido crómico (Cr_2O_3) como un marcador para eliminar la necesidad de medida cuantitativamente el alimento consumido y el total fecal y urinario

excretado, para calcular la energía metabolizable. El óxido crómico se mezcló con harina de trigo en la proporción de 3:7 se adicionó agua para hacer una masa que se secó a 100°C. por 24h, luego se molió y se pasó por una malla No. 20, la mezcla se agregó al nivel de 1.0o/o de las dietas a expensas de la sacarosa. De esta forma las dietas tuvieron la composición que se presenta en el Cuadro 3.

Selección, manejo y alimentación de los pollos.

Inicialmente, 100 pollos recién nacidos fueron alimentados con la dieta de referencia hasta las dos semanas de edad.

Al terminar esta etapa, todos los pollos fueron pesados y los 72 que tuvieron los pesos más uniformes fueron seleccionados, eliminándose los más grandes y los más pequeños. Los pollos seleccionados fueron distribuidos por frecuencia de peso en 12 grupos de 6 pollos cada uno, de tal forma que cada grupo tuvo el mismo peso promedio y la misma distribución de pesos. Cada grupo fue colocado en un piso de batería y los tratamientos fueron designados al azar a razón de tres grupos por tratamiento. Alimento y agua fueron suministrados a libertad. El consumo de alimento fue registrado diariamente y al final de las dos semanas experimentales los pollos fueron pesados de nuevo.

Recolección de excreta

Cada dieta experimental fue suministrada durante dos semanas. En los últimos cuatro días la excreta de cada grupo fue recolectada cada 24 horas en papel de aluminio colocado sobre bandejas que se encontraban entre los pisos de las baterías. La excreta no contaminada fue colocada en bolsas plásticas y almacenada bajo congelación. Al cabo del período de recolección la excreta de cada grupo fue descongelada y luego homogenizada en una licuadora. De este material se obtuvo una muestra compuesta para cada tratamiento que fue acidificada con una solución de ácido sulfúrico al 5o/o, secada a 60°C en un horno con aire forzado, molida y almacenada en frascos de vidrio.

Análisis químicos.

Durante el período experimental se obtuvieron dos muestras



de cada dieta. En estas muestras y en las de excreta se realizaron en duplicado las siguientes determinaciones:

1. Humedad y nitrógeno (A O A C, 1975).
2. Energía gruesa por medio de bomba calorimétrica (A O A C, 1975).
3. Oxido crómico (Czarnoski y col., 1961).

Cálculo de la energía metabolizable

Se calculó en base seca la energía metabolizable clásica (EM) y la energía metabolizable corregida a equilibrio de nitrógeno (EMn) de las dietas y del caupí en la siguiente forma (Sibbald y Slinger, 1963).

1. $EM/g \text{ de dieta} = \text{Energía gruesa (EG)/g de dieta} - EG \text{ de excreta/g de dieta.}$
2. $EMn/g \text{ de dieta} = EM/g - 8.22 \text{ (g/N retenido/g de dieta).}$

Los términos en 1 y 2 se derivaron de la forma siguiente:

- a) $EM/g \text{ de dieta} = \text{determinada directamente por bomba calorimétrica.}$
- b) $EG \text{ de excreta/g de dieta}$

$$= EG/g \text{ de excreta} \quad \frac{\text{o/o } Cr_2 O_3 \text{ en dieta}}{\text{o/o de } Cr_2 O_3 \text{ en excreta}}$$

- c) Gramos de N retenido/g de dieta

$$= N/g \text{ de dieta} - N/g \text{ de excreta} \quad \frac{\text{o/o } Cr_2 O_3 \text{ en dieta}}{\text{o/o } Cr_2 O_3 \text{ en excreta}}$$

- d) $8.22 = Kcal/g \text{ de N excretado.}$

$$3. \quad EM/g \text{ de caupí} = 3.64 - \frac{EM/g \text{ de dieta de referencia} - EM/g \text{ de dieta experimental}}{\text{Proporción de caupí en dieta (0.40)}}$$

En donde 3.64 = EM de sacarosa

4. EMn del caupí.

Lo mismo que en (3) pero empleando valores de EM_n de dietas.

Datos complementarios

Se calculó aumento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia (g de alimento consumido/g de peso aumentado) de los pollos, durante las dos semanas del período experimental.

Análisis Estadísticos

Para evaluar los efectos de tratamientos se utilizaron los métodos descritos por Snedecor y Cochran (1975) en la forma siguiente:

Determinación de IEP y EDA

Análisis de varianza con arreglo factorial 3x2 (3 procesos x 2 niveles de suplementación con DL-metionina) y análisis ortogonal para comparar los efectos de caupí y la suplementación vs. el control (casenía); suplementación vs. no suplementación; caupí crudo vs. procesamiento, y, dentro de procesamiento, caupí cocido en autoclave vs. caupí estrujado.

Determinación de energía metabolizable

Análisis de varianza y análisis ortogonal para comparar la dieta de referencia vs. caupí; caupí crudo vs. caupí procesado y caupí cocido en autoclave vs. caupí estrujado.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

Composición Química del Frijol Caupí Crudo y Procesado

En el Cuadro 6 se presentan los resultados de los análisis químicos realizados en el frijol caupí crudo y procesado. La composición química proximal del caupí crudo fue similar a la de diferentes variedades del mismo frijol provenientes del área centroamericana (Elías y col. 1964, 1976 b) y de otras áreas (Manner, 1973, Sherwood y col. 1954 y Singh y col. 1968), sin que dicha composición fuera afectada por ninguno de los dos procesos a que el frijol fue sometido.

La metionina total y la lisina disponible del frijol crudo también se encontraron a niveles similares a los informados por Bressani y col. 1961 y Elías y col. 1964. Ambos aminoácidos disminuyeron ligeramente cuando el frijol fue cocido por autoclave o estrujado, coincidiendo con los resultados de Elías y col. (1976 b) en lo que respecta a lisina.

Los inhibidores de tripsina se expresaron como UIT/mg de nitrógeno soluble, por lo que su concentración no puede ser comparada con la de otros estudios, en los que se expresan como UIT/ml (Elías y col., 1976 a,b). De acuerdo a la medición empleada en el presente estudio, la cocción por autoclave destruyó completamente a los inhibidores de tripsina, mientras que Elías y col. (1976, a,b,) encontraron trazas de compuestos en el caupí sometido al mismo proceso, lo que puede estar relacionado a la forma en que se expresaron los resultados. El estrujamiento fue poco efectivo sobre los inhibidores de tripsina, ya que los redujo sólo en un 14o/o, que es similar a la reducción obtenida por Elías col. (1976 b) que fue de un 19o/o.

El contenido de taninos no fue afectado por los procesos manteniéndose a un nivel de 0.4o/o, que es inferior al del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) de colores negro y rojo, que oscila entre 0.73 y 0.99o/o (Fukuda 1978). Esta autora encontró que la cocción en autoclave disminuyó los taninos en un 50o/o, como promedio.

El contenido de almidones totales del caupí crudo fue de 50.7o/o lo que coincide con lo informado por Molina y col. (1976). La cocción por autoclave y el estrujamiento disminuyeron los almidones totales a 44.9 y 42.1o/o, respectivamente, efecto que fue acompañado por incrementos del porcentaje de almidón dañado desde 0.3o/o en el caupí crudo hasta 22.5o/o en el cocido en autoclave y 30.5o/o en el estrujado. Estos cambios sufridos por los almidones indican que estos fueron gelatinizados y parcialmente descompuestos en sustancias más simples por acción del calor y la presión a que el caupí fue sometido en ambos procesos, lo cual ha sido establecido para almidones de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) (Linares y Mendoza, 1979, Lai y Varriano-Marnston, 1979) y de trigo (Chiang y Johnson 1977). Por otra parte, es muy conocido que los almidones de diferentes fuentes son gelatinizados y descompuestos al ser expuestos a remojo, cocción y presión (French, 1973).

Indice de Eficiencia Protéica (Experimento No. 1)

La composición química proximal de las dietas fue muy similar en los diferentes tratamientos, con un contenido de proteína cruda que osciló entre 10.8 y 12.1o/o (Cuadro 7).

Los datos sobre aumentos de peso, alimento y proteína consumida e IEP obtenidos con dietas elaboradas a base de frijol caupí crudo y procesado, se presentan en el Cuadro 8, en tanto que el análisis estadístico respectivo aparece en el Cuadro 9.

El IEP del caupí crudo no suplementado con metionina fue de 1.17, el cual se encuentra dentro de los límites encontrados por otros autores con variedades de caupí producidas en Centro América (Elías y col. 1976 a,b; Cuevas, 1978). La cocción en autoclave y el estrujamiento no produjeron efectos significativos sobre el consumo de proteína y el IEP, coincidiendo con los resultados de Elías y col. (1976 b) en lo que respecta al primero de los procesos mencionados, pero no en cuanto al segundo, ya que estos autores encontraron que el IEP aumentó desde 1.21 con caupí crudo a 1.73 con el estrujado. Bressani y col. (1977 a) también han informado que el caupí estrujado produjo un IEP de 2.21, valor que fue superior a los producidos por caupí cocido por diferentes métodos. Es posible que estas diferencias se deban a distintas condiciones de estrujamiento aplicadas en ambos estudios, las

cuales no se pueden comparar por no haber sido especificadas.

La suplementación con 0.30/o DL-metionina produjo incrementos significativos ($P < 0.01$) en el IEP del caupí crudo y procesado, siendo mayor el incremento con el caupí cocido en autoclave cuyo IEP aumentó en un 1030/o. Sin embargo, el análisis estadístico mostró la inexistencia de diferencias significativas entre el caupí crudo y procesado y entre los dos procesos (Cuadro No. 9). El consumo de alimento y proteína, las ganancias de peso y el IEP, alcanzaron promedios de 392 g, 45.4 g, 94.8 g y 2.08, respectivamente, para las tres dietas con caupí suplementadas con metionina. La dieta con caseína, que sirvió de control, produjo un aumento de peso de 106 g con cantidades de alimentos y proteína un tanto inferiores, por lo que su IEP (2.53) fue superior ($P < 0.01$) al de las dietas con caupí.

Los efectos positivos de la metionina sobre el valor nutritivo del caupí confirman los resultados de ensayos de crecimiento realizados con ratas por Richardson (1948), Jaffeé (1949), Borchers y Ackerson (1950), Sherwood y col. (1954), Manner y Pond (1973) y Da Silva (1976), y con pollos por McGinnis y Capella (1973 y Cuevas (1978).

Llama la atención la ausencia de un efecto positivo significativo del estrujamiento en este experimento sobre la calidad de la proteína del caupí en el presente estudio en vista de los informes de Elías y col. (1976 b), Bressani y col. (1977) y Da Silva (1976), que muestran un efecto beneficioso de este proceso sobre la utilización de la proteína del caupí. Este aspecto debe ser aclarado en futuros estudios considerando su importancia en relación al empleo del caupí en dietas prácticas para aves y cerdos. Estos estudios deben estandarizar las condiciones de estrujamiento y determinar no sólo sus efectos sobre la proteína, sino también sobre los almidones, pues se ha establecido que estos pueden afectar el grado de utilización de la proteína por los animales (El-Harith y Col., 1976).

Digestibilidad Aparente de la Energía (Experimento No. 2)

La energía gruesa ingerida y la excretada en los 4 días del Experimento No. 2, así como el cálculo del coeficiente de

digestibilidad de la energía y la concentración de ED en las mismas dietas empleadas para determinar el IEP, se presentan en el Cuadro No. 10. El análisis estadístico (Cuadro 11) reveló que la ED de las dietas con caseína fue superior ($P < 0.01$) a todas las dietas que contenían caupí y que la suplementación con DL-metionina redujo ($P < 0.01$) la ED de las dietas con caupí. Esto indica que el incremento de IEP producido por la adición de DL-metionina en el Experimento No. 1 se debió exclusivamente a un mejoramiento de la calidad de la proteína.

El coeficiente de la digestibilidad de la energía fue similar para todas las dietas con caupí, oscilando entre 86.230 y 89.16, valores que coinciden con los obtenidos por Bressani y col. (1977 b). Sin embargo, existieron diferencias estadísticas en concentración de ED como resultado del procesamiento del caupí. Al analizar en conjunto las dietas con y sin DL-metionina, el procesamiento del caupí aumentó ($P < 0.01$) el promedio de digestibilidad de 3.63 a 3.79 Kcal/g, en tanto que la ED de las dietas con caupí estrujado ($\bar{x} = 3.84$ Kcal/g) fue superior ($P < 0.01$) a la ED de las dietas con caupí cocido en autoclave ($\bar{x} = 3.75$).

Cabe señalar que las diferencias de valores absolutos de ED entre tratamientos fueron pequeñas, pero que alcanzaron significancia estadística debido a la poca variabilidad de los datos individuales, lo que dio como resultado un bajo error estandar (0.0044). Es importante mencionar también, que las dietas empleadas contenían bajos niveles de caupí (45-50o/o) debido a la limitación impuesta por la determinación del IEP en lo que respecta a su contenido de proteína. Es muy posible que las diferencias entre tratamientos fueran más amplias con dietas que tuvieran mayores porcentajes de caupí.

Energía Metabolizable en Pollos (Experimento No. 3)

De acuerdo a los datos que se presentan en el Cuadro 12 la substitución del caupí crudo y procesado por la sacarosa de la dieta de referencia, aumentó el nitrógeno de 4.8 a un promedio de 6.2o/o y redujo el contenido de energía gruesa de 5.03 a 4.62 Kcal/g.

En el Cuadro 13 se presenta la EM de las dietas y del frijol caupí y en los Cuadros 14 y 15 los análisis de varianza respectivos. La EM de la dieta de referencia fue de 3.72 Kcal/g, disminuyendo ($P < 0.01$) a 3.01, 3.47 y 3.53 Kcal/g en las dietas que contenían caupí crudo, cocido en autoclave y estrujado, respectivamente. La diferencia entre las dietas con caupí crudo y los procesados fue significativa ($P < 0.01$), no así la existente entre estos dos últimos. Esta tendencia se mantuvo con la EM del caupí en las tres formas, siendo los valores del 1.86, 3.01 y 3.16 Kcal/g para el crudo, cocido en autoclave y estrujado, respectivamente.

El cálculo de la EMn (Cuadro 16) muestra, como era de esperarse, una disminución en la concentración energética de las dietas y del frijol caupí como resultado de la corrección por nitrógeno retenido. Sin embargo, tal como puede apreciarse en los Cuadros 17 y 18, las diferencias estadísticas entre dietas y entre frijol caupí en sus tres formas, mantuvieron las mismas tendencias que se observaron en la EM.

Es posible que los incrementos en EM y EMn producidos por la cocción en autoclave y el estrujamiento, hayan sido el resultado de los efectos de estos procesos sobre la estructura física y la composición de los almidones presentes en el frijol, que se detallaran en la primera parte de este estudio. Evidencias de un efecto similar de la cocción en autoclave sobre el valor energético del caupí han sido presentadas también por Maust y col. (1972) y Oluyemi y col. (1976), quienes encontraron que este proceso aumentó la EM desde 2.59 y 3.04 Kcal/g a 3.29 y 3.30 Kcal/g, respectivamente.

La EM del caupí crudo en el presente estudio fue inferior a las informadas por Maust y col. (1972) y Oluyemi y col. (1976), lo que indica posibles diferencias en estructura y composición entre variedades de caupí y/o diferencias en las condiciones de procesamiento, aspectos que deben ser estudiados en el futuro en vista de la importancia práctica que tienen los distintos valores de EM encontrados.

El Cuadro 19 muestra que los pollos alimentados con las 4 dietas experimentales tuvieron un rendimiento similar, sin que se expresaran las diferencias en EM producidas por el procesamiento

del caupí. Esto puede ser atribuido al corto tiempo de alimentación ya que el experimento no fue diseñado con el objetivo de medir rendimiento. Por esto se recomienda la realización de este tipo de estudios en el futuro.

Utilización del Frijol Caupí en Dietas Prácticas para Pollos de Engorde.

En base a los estudios de Cuevas (1978) en los que se establecieron las combinaciones óptimas de las proteínas del sorgo, harina de soya y frijol caupí, se formularon las dietas que se presentan en el Cuadro 20 con niveles de 0, 10, 20, 30 y 40o/o de frijol caupí estrujado. Todas las dietas contienen de 18 a 19o/o de proteína cruda y entre 3,000 y 3,050 Kcal de EM/Kg, niveles que llenan los requerimientos de dietas para pollos de engorde en su etapa de finalización de las 5 a las 8 semanas de edad (NRC, 1971).

Puede observarse que al aumentar el caupí en las dietas en sustitución del sorgo y la harina de soya, disminuye la cantidad de grasa necesaria para mantener la densidad calórica de las dietas, lo cual es un reflejo del relativo alto contenido de EM del caupí estrujado. La importancia del estrujamiento con respecto al valor energético del caupí se aprecia mejor si se calcula la EM de las mismas dietas pero con caupí crudo, dato que aparece en la última línea del Cuadro 20. En este caso la EM de las dietas disminuye notablemente debido al bajo valor energético del caupí crudo.

En base a los actuales precios en el mercado de los ingredientes de la dieta sin caupí, se estableció que el costo de esta dieta es de Q.10.10/qq. Después se calculó el costo máximo del caupí para no alterar el costo total de las dietas y se estableció que el caupí estrujado no debe tener un precio mayor de Q.9.60/qq para que pueda competir como fuente de proteína y de energía con la harina de soya y el sorgo.

VI. CONCLUSIONES

En base a los experimentos llevados a cabo y a la literatura citada en la presente tesis, se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

1. El valor energético para aves del frijol caupí mejora sustancialmente al ser sometido a calor y presión por medio de los procesos de cocción y estrujamiento. Este mejoramiento se debe posiblemente a que el almidón del frijol sufre gelatinización y descomposición parcial como resultados de los procesos antes mencionados.
2. El calor y la presión influyen en forma variable sobre la eficiencia de utilización de la proteína del frijol caupí. Esta variabilidad se deriva probablemente de las diferencias de las condiciones en que se aplican los procesos.
3. La suplementación con DL-metionina mejora la calidad de la proteína del frijol caupí, no así su valor energético.
4. El frijol caupí cocido o estrujado puede ser empleado en dietas para pollos de engorde en su etapa de finalización, a niveles de 10 a 40o/o en substitución parcial de la harina de soya y el sorgo.

VII. RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue conocer el valor nutritivo del frijol caupí crudo, cocido en autoclave y estrujado, como sustituto parcial de la harina de soya en dietas para pollos de engorde. Se utilizó frijol caupí de la variedad Black-eye con un contenido de proteína cruda que osciló entre 21.9 y 24.2o/o después de los diferentes tratamientos a que fue sometido. La composición química proximal y de taninos del frijol caupí crudo, cocido en autoclave y estrujado fueron similares entre sí. La metionina y la lisina disponible fue superior en el caupí crudo. La cocción por autoclave destruyó completamente los inhibidores de tripsina, pero la extrusión fue muy poco afectiva y los redujo sólo en un 14o/o. Los almidones totales en el caupí crudo fueron de 50.7o/o, la cocción por autoclave y extrusión los disminuyeron a 44.9 y 42.1o/o, respectivamente.

El estudio biológico consistió en tres experimentos. En el primero se determinaron los efectos del procesamiento del caupí y de la suplementación con DL-metionina sobre la eficiencia de utilización de la proteína (IEP) por ratas en crecimiento. En 6 de los 7 tratamientos aplicados el caupí crudo, cocido en autoclave o estrujado fue suministrado en dietas que contenían entre 10.8 y 12.1o/o de proteína cruda, suplementadas o no con 0.3o/o de DL-metionina. Se agregó, además una dieta control a base de caseína. Los IEP de frijol caupí crudo, cocido en autoclave y estrujado sin DL-metionina, fueron iguales estadísticamente entre sí, oscilando entre 1.07 y 1.24. Entre las dietas suplentadas con DL-metionina tampoco hubo diferencias significativas ($P < 0.01$) pero produjeron IEP más altos ($P < 0.01$) que las no suplementadas que variaron entre 2.03 y 2.17. La dieta control fue superior ($P < 0.01$) a todas las dietas con caupí.

El experimento No. 2 se llevó a cabo para determinar la digestibilidad aparente de la energía (EDA) de las dietas con caupí en los mismos grupos de ratas empleadas en el ensayo de IEP, durante un período adicional de 4 días. La EDA de las dietas con caseína fue superior ($P < 0.01$) a todas las dietas de caupí con y sin DL-metionina. La EDA de las dietas con caupí sin DL-metionina fue superior a las dietas con DL-metionina ($P < 0.01$),

siendo los valores respectivos de 3.68 y 3.69 Kcal/g. El coeficiente de digestibilidad de la energía fue similar para todas las dietas con caupí, oscilando entre 86.23o y 89.16o/o. El procesamiento del caupí aumentó ($P < 0.01$) el promedio de EDA de 3.63 a 3.79 Kcal/g mientras que la EDA de las dietas con caupí estrujado ($\bar{x} = 3.84$ Kcal/g) fue superior ($P < 0.01$) a la EDA de las dietas con caupí cocido en autoclave ($\bar{x} = 3.75$ Kcal/g).

El experimento No. 3 se llevó a cabo para determinar la energía metabolizable clásica (EM) y corregida por balance de nitrógeno (EMn) del caupí en pollos de 2 a 4 semanas de edad. Se utilizaron 3 dietas que contenían 40o/o de caupí crudo, cocido en autoclave o estrujado y una dieta de referencia y cada dieta fue suministrada a tres grupos de 6 pollos cada uno. La EM fue determinada empleando óxido crómico como marcador. La EM de la dieta de referencia fue de 3.72 Kcal/g, disminuyendo ($P < 0.01$) a 3.01, 3.47 y 3.53 Kcal/g en las dietas con caupí crudo, cocido en autoclave y estrujado, respectivamente. La diferencia fue significativa ($P < 0.01$) entre el caupí crudo y los procesados, no así entre estos últimos. La EMn mostró las mismas tendencias que la EM tanto en las dietas como en el caupí. Los valores correspondientes a EM y EMn para caupí crudo cocido en autoclave y estrujado fueron: 1.86 y 1.81; 3.01 y 2.56, y 3.16 y 2.76 Kcal/g, respectivamente.

Se formularon dietas prácticas para pollos de engorde que contenían 0,10, 20, 30 y 40o/o de frijol caupí estrujado, en substitución de sorgo y harina de soya, estableciéndose que para que el caupí estrujado pueda competir con la harina de soya y el sorgo como fuente de proteína y energía, su costo en el mercado no debe ser mayor de Q.9.60/qq.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Aguilar, J. L. Forrajes y plantas forrajeras. México, D.F., Editorial Continental, 1953. pp:229-231.
2. Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C. Official Methods of the analysis of the A.O.A.C. 12th ed. Washington, C. C., 1975. 1094 P.
3. Borchers, R. y C. W. Ackerson. "The nutritive value of legume seeds. X. Effect of autoclaving and the trypsin inhibitor test for 17 species". J. Nutr., 41:339-345. 1950.
4. Braham, J. E.; L. G. Elías, R. Jarquín y R. Bressani. "Uso del frijol de costa (Vigna sinensis) como fuente de proteína en dietas para pollos de carne". Subproyecto C. (del programa de Alimentos Básicos (del INCAP) En: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Informe anual, 1o. de enero-31 de Diciembre de 1974. Guatemala, 1975. pp. 24-25. (INCAP, documento INCAP 26/2).
5. Bressani, R.; L. G. Elías y Delia Navarrete. "Nutritive value of Central American beans. IV. The essential aminoacid content of samples of black beans, red beans, rice beans and cowpeas of Guatemala". J. Food Sci., 26:525-528. 1961.
6. L. G. Elías, M. T. Huevo y H. E. Braham. "Estudios sobre la producción de harinas precocidas de frijol y caupí, solos y combinados mediante cocción-deshidratación". Arch. Latinoam. de Nutr., 27:247-259. 1977.
7. L. G. Elías M. R. Molina. "Estudios sobre la digestibilidad de la proteína de varias especies de leguminosas". Arch. Latinoam. de Nutr., 27:215-231. 1977.
8. Carpenter, K. J. "The estimation of the lysine in animal protein foods". Biochem. J., 77:604-610. 1960.
9. Chiang, B. Y. y J. A. Johnson. "Gelatinization of starch in extruded products". Cereal Chem., 54:436-443. 1977.

10. Cuevas, B. Utilización del frijol caupí (*Vigna sinensis*) y del grano de sorgo (*Sorghum vulgare*) en dietas para pollos de engorde. Tesis (Magister Scientificalae)—Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, INCAP/CESNA. Guatemala, 1978. 53 p.
11. Czarnoski, J.; I. R. Sibbald y E. V. Evans. "The determination of chromic oxide in samples of feed and excreta by acid digestion and spectrophotometry". Can. J. Anim. Sci., 41:167-179. 1961.
12. EL-Harith, E. A.; J. W. T. Dickerson y R. Walker. "On the nutritive value of various starches for the albino rat". J. Sci. Food Agric., 27:521-526. 1976.
13. Elías, L. G.; F. R. Cristales, R. Bressani y H. Miranda. "Composición química y valor nutritivo de algunas leguminosas de grano". Turrialba, 26:375-380. 1976a.
14. _____; M. Hernández y R. Bressani. "The nutritive value of precooked legume flours processed by different methods". Nutr. Rep. Int., 14:385-403. 1976b.
15. _____; R. Colindres y R. Bressani. "The nutritive value of eight varieties of cowpea (*Vigna sinensis*)". J. Food Sci., 29:118-122. 1964.
16. Farrand, E. A. "Flour properties in relation to the modern bread processes in the United Kingdom, with special reference to alpha-amylase and starch damage". Cereal Chem. 41:98-110. 1964.
17. French, D. "Chemical and physical properties of starch". Ani. Sci. 37:1048-1061. 1973.
18. Fukuda, S. G. Significado de algunos indicadores químicos y biológicos en la evaluación del frijol (*Phaseolus sp.*). Tesis (Magister Scientificalae) Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, INCAP/CESNA. Guatemala, 1978. 71 p.

19. Hegsted, M. D.; R. C. Mills, C. A. Elvehjem y B. C. Hart. "Choline in the nutrition of chicks". J. Biol. Chem., 138:459-466. 1941.
20. Heitman, H., Jr. y J. A. Howarth. "Black-eyed peas as a swine feed". J. Anim. Sci., 19:164-166. 1960.
21. Hill, F. W. y D. L. Anderson, "Comparison of metabolizable energy determination with growing chicks". J. Nut., 64: 561-574. 1978.
22. Jaffe, G. W. "Limiting essential amino acids of some legume seeds". Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 71:398-399. 1949.
23. _____ "Protein digestibility and trypsin inhibitor activity of legume seeds". Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 75:219-220. 1950.
24. Jorge-Joao, W. da S. Uso del frijol caupí (Vigna sinensis) y harina de yuca como fuente protéico-energético en la alimentación humana y animal. Tesis (Magister Scientifcae)-Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, INCAP/CESNA. Guatemala, 1976. 30 p.
25. Kakade, M. L. y R. J. Evans. "Growth inhibition of rats fed raw navy beans (Phaseolus vulgaris)". J. Nutr., 90:191-198. 1966.
26. Lai, C. C. y E. Varriano-Marston. "Studies on the characteristics of black bean starch". J. Food Sci., 44:528-531. 1979.
27. Liener, I. E. "Legume toxins in relation to protein digestibility-a review". J. Food. Sci., 41:1076-1081. 1976.
28. Linares, B. S. y Concepción Mendoza. Evaluación de estándares nutricionales y tecnológicos de 20 variedades de Phaseolus vulgaris. Tesis (Magister Scientifcae)-Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Química y Farmacia, INCAP/CESNA. Guatemala, 1979. pp. 46-47.

29. Manna, L. y S. M. Hauge. "A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid". J. Biol. Chem., 202:91-96. 1953.
30. Maner, J. H. "Investigation of plants not currently used as major protein sources". En: Alternative sources of protein for animal production. Proceedings of a Symposium. Virginia Polytechnic Institute, July 31, y 1972. Washington, D. C., National Academic of Science (1973) pp. 87-118.
31. _____ y W. G. Pond. "Effect of processing and methionine supplementation on utilization of black-eyed peas (*Vigna-sinensis*) by rats". Abstract of paper presented at the 63rd. Annual Meeting of the American Society of Animal Science. J. Anim. Sci., 33:233-234. 1971.
32. Maust, L. E.; M. L. Scoott y W. G. Pond "The metabolizable energy of rice bran, cassava flour and black eye cowpeas for growing chickens". Poultry Sci., 51:1397-1401. 1972.
33. McGinnins, J. y M. Capella. "Nutritional value of different varieties of beans (*Phaseolus vulgaris*) and cowpeas (*Vigna sinensis*) for chicks and factors affecting nutritional value". En: Nutritional aspects of common beans and other legume seeds as animal and human foods. Reunión celebrada en Ribeirão Preto, S.P. Brasil, del 6-9 de noviembre de 1973. Editor: Warner G. Jaffé. Caracas, Venezuela, Arch. Latinoam. Nutri. (1973) pp. 67-69.
34. Molina M. R.; C. E. Argueta y R. Bressani. "Protein starch extraction and nutritive value of the black-eye pea- (*Vigna sinensis*) and its protein concentrates". J. Food. Sci. 41:928-932. 1976.
35. National Research Council. Nutrient requirements of poultry. Washington, D.C. National Academy of Sciences-National Research Council (1971) p. 18
36. Oluyemi, J. A.; B. L. Fetuga y H. N. L. Endeley. "The metabolizable energy value of some feed ingredients for young chicks". Poultry Sci.; 55:611-618. 1976.

37. Richardson, L. R. "Southern pea and other legume seeds as a source of protein for the growth of rats". J. Nutr., 36:451-462. 1948.
38. Scharderi, S. H. "Tannins and related phenolics". En: Joslyn, M. A. Methods of food analysis. 2nd ed. New York. Academic Press, 1970. pp. 701-725.
39. Sherwood, F. W.; Virginia Weldon y W. J. Peterson. "Effect of cooking and of methionine supplementation on the growth promoting of cowpea (Vigna sinensis) protein". J. Nutr., 52:199-208. 1954.
40. Sibbald I. R. y S. J. Slinger. "A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with the evaluation of fats". Poultry Sci., 42:313-325. 1963.
41. Singh, S.; H. D. Singh y K. C. Sikka. "Distribution of nutrients in the anatomical parts of common Indian pulses" Cereal Chem., 45:13-18. 1968.
42. Snedecor, G. W. y W. G. Cochran. Métodos estadísticos. (Traducido de la 5a. ed. en inglés por J. A. Reynosa) México D. F., Compañía Editorial Continental, S. A., 1975. pp. 289-308.
43. Steel, F. Betty; H. E. Sauberlich, M. S. Reynolds y C. A. Baumann. "Media for Leuconostoc mesenteroides p-60 and Leuconostoc citrovorum 8087". J. Biol. Chem., 177:533-544. 1949.
44. Wilson, H. y R. Chester. Producción de cosechas. México, D. F., Editorial Continental. 1962. pp. 278-281.

IX. APENDICES

CUADRO No. 1

COMPOSICION DE LAS DIETAS A BASE DE FRIJOL CAUPI USADAS PARA LAS DETERMINACIONES EN RATAS DEL INDICE DE EFICIENCIA PROTEICA Y LA ENERGIA DIGESTIBLE APARENTE (EXPERIMENTOS Nos. 1 y 2)

Ingredientes (o/o)	Dietas sin DL-metionina			4	Dietas con DL-metionina		
	1*	2	3		5	6	7
Caseína	12	---	---		---	---	---
Caupí crudo	---	50	---		---	50	---
Caupí cocido en autoclave	---	---	---		---	---	---
Caupí estrujado	---	---	---		49	---	49
Almidón	78	40	45		41	39.7	44.7
DL-metionina	---	---	---		---	0.3	0.3
Minerales**	4	4	4		4	4	4
Aceite de bacalao	1	1	1		1	1	1
Aceite vegetal	5	5	5		5	5	5
Total	100.0	100.0	100.0		100.0	100.0	100.0
Sol. de vitaminas, ml***	5	5	5		5	5	5

* Testigo

** Ver referencia (19)

*** Ver composición en cuadro No. 4.

CUADRO No. 2

COMPOSICION DE LA DIETA DE REFERENCIA PARA POLLOS DE CERO A DOS SEMANAS DE EDAD (EXPERIMENTO No. 3)

Componentes	Kg/100 Kg.
Sacarosa	44.00
Maíz amarillo molido	13.04
Harina de soya	19.00
Caseína	10.50
Grasa vegetal	2.50
Gelatina	2.50
Harina de pescado	4.00
Carbonato de calcio	1.00
Fosfato dicálcico	2.20
Vitamina y microelementos*	0.51
Sal iodada	0.50
DL-metionina	0.20
Coccidiostato	0.05
Total	100.00

* Ver composición en Cuadro No. 5.

CUADRO No. 3

COMPOSICION DE LAS DIETAS PARA POLLOS DE DOS A CUATRO SEMANAS DE EDAD.

(EXPERIMENTO No. 3)

Ingredientes (o/o)	Dietas			
	1*	2	3	4
Sacarosa	43.00	3.00	3.00	3.00
Caupí crudo		40.00		
Caupí cocido en autoclave			40.00	
Caupí estrujado				40.00
Maíz amarillo molido	13.04	13.04	13.04	13.04
Harina de soya	19.00	19.00	19.00	19.00
Caseína	10.50	10.50	10.50	10.50
Grasa vegetal	2.50	2.50	2.50	2.50
Gelatina	2.50	2.50	2.50	2.50
Harina de pescado	4.00	4.00	4.00	4.00
Carbonato de calcio	1.00	1.00	1.00	1.00
Fosfato dicálcico	2.20	2.20	2.20	2.20
Minerales y vitaminas**	0.51	0.51	0.51	0.51
Sal iodada	0.50	0.50	0.50	0.50
DL-metionina	0.20	0.20	0.20	0.20
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05
Oxido crómico harina de trigo***	1.00	1.00	1.00	1.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

* Dieta de referencia

** Ver Cuadro No. 5

*** 30o/o de óxido crómico y 70o/o de harina de trigo.

CUADRO No. 4

COMPOSICION DE LA PREMEZCLA DE VITAMINAS EM-
PLEADAS EN LAS DIETAS PARA RATAS.
(EXPERIMENTO Nos. 1 y 2)

Componentes	g/litro
Tiamina	0.600
Riboflavina	0.600
Piridoxina	0.600
Pantotenato de calcio	2.000
Niacina	1.000
Biotina	0.002
Acido fólico	0.004
Inositol	8.000
Acido p-amino benzoico	6.000
Vitamina K (menadiona)	0.200
Vitamina B 12	0.600
Colina (cloruro)	30.000

De acuerdo a Manna y Hauge (29).

CUADRO No. 5

COMPOSICION DE LA PREMEZCLA DE VITAMINAS, MINE-
RALES Y OTROS ADITIVOS EMPLEADA EN LAS DIETAS
PARA POLLOS*.

(EXPERIMENTO No. 3)

NUTRIENTES	CANTIDAD POR KILOGRAMO
Vitamina A, U. I.	2,640,000
Vitamina D ₃ , U.I.	380,000
Vitamina E, U.I.	1,980
Vitamina K, mg	880
Acido fólico, mg	88
Riboflavina, mg	1,760
Acido pantoténico, mg	3,300
Niacina, mg	8,800
Cloruro de colina, mg	88,000
metiotina, mg	24,970
Vitamina B ₁₂ , mg	4
Terramicina, mg	3,300
Extotoquinina, mg	9,988
Mycoban, mg	1,998
Manganeso, mg	26,968
Zinc, mg	19,976
Hierro, mg	14,982
Cobre, mg	1,597
Iodo, mg	660
Cobalto, mg	100

* (Premix 100, Pfizer y Co., Inc.)

CUADRO No. 6

COMPOSICION QUIMICA DEL CAUPI CRUDO, COCIDO EN AUTOCLAVE Y ESTRUJADO

Componentes	Caupí crudo	Caupí cocido en autoclave	Caupí estrujado
Humedad	8.7	6.6	8.1
Composición de la materia seca			
Proteína cruda o/o	21.9	22.0	24.3
Extracto etéreo, o/o	2.5	2.6	3.00
Fibra/cruda, o/o	2.4	2.8	2.7
Cenizas, o/o	3.5	3.7	3.8
Extracto libre de nitrógeno o/o	69.7	68.9	66.2
Metionina, g/16gN	1.3	1.2	1.1
Lisina disponible, g/16gN	6.3	5.7	5.7
Inhibidores de tripsina, UIT/MgN soluble	58.1	0.0	50.0
Taninos, o/o	0.4	0.4	0.4
Almidón total, o/o	50.7	44.9	42.1
Almidón dañado, o/o	0.3	22.5	30.5
Almidón dañado/almidón total	0.6	50.1	72.4

CUADRO No. 7

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LAS DIETAS PARA RATAS
(EXPERIMENTOS Nos. 1 y 2)

Dietas	Composición de la materia seca (o/o)				Cenizas	ELN*
	Humedad	Proteína cruda	Extracto etéreo	Fibra cruda		
Control	9.7	10.8	4.7	-----	2.6	72.2
Caupí crudo	10.4	11.0	5.9	1.4	3.9	67.4
Caupí cocido en autoclave	8.4	11.8	6.7	1.5	4.1	67.5
Caupí estrujado	9.2	10.9	7.7	1.5	3.5	67.2
Caupí crudo + DL-metionina	10.1	11.2	6.5	1.3	4.2	66.7
Caupí cocido en autoclave + DL-metionina	8.2	12.1	6.5	1.3	4.9	67.0
Caupí estrujado + DL- metionina	9.1	11.4	6.9	1.4	4.5	66.7

* Extracto libre de nitrógeno

CUADRO No. 8

EFFECTO DEL PROCESAMIENTO DEL FRIJOL CAUPI Y LA SUPLEMENTACION CON DL-METIONINA SOBRE EL INDICE DE EFICIENCIA PROTEICA EN RATAS.
(EXPERIMENTO No. 1)

Dietas	Peso promedio ganado (g)	Alimento promedio consumido (g)	Caupí	Proteína consumida (g)	Indice de eficiencia proteica.
Control (caseína)	106.0	387.3	---	41.8	2.51
Caupí crudo	39.4	305.9	153.0	33.7	1.17
Caupí cocido en autoclave	34.8	275.9	124.2	32.6	1.07
Caupí estrujado	41.4	305.1	149.5	33.3	1.24
Caupí crudo + DL-metionina	84.0	369.6	184.8	41.4	2.03
Caupí cocido en autoclave DL + metionina	107.9	411.3	185.1	49.8	2.17
Caupí estrujado + DL-metionina	92.4	395.3	193.7	45.1	2.05

CUADRO No. 9

ANALISIS DE VARIANZA CON ARREGLO FACTORIAL 3x2
(3 PROCESOS X 2 NIVELES DE SUPLEMENTACION DEL
INDICE DE EFICIENCIA PROTEICA EN RATAS.
(EXPERIMENTO No. 1)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Tratamientos	5	2.26	48.3**
Procesamiento (p)	2	0.03	< 1 NS
Suplementación (S)	1	10.93	218.6**
P x S	2	0.16	3.1 NS
Comparaciones			
Tratamientos	6	2.6905	48.4**
Caseína/caupí	1	4.7634	85.7**
Caseína/no suplementación	1	10.494	188.8**
Caseína/suplementación	1	0.814	14.64**
Suplementación/no suplementación	1	10.925	196.55**
Caupí crudo/caupí procesado	1	0.008	0.15 NS
Caupí cocido en autoclave/caupí estrujado	1	0.038	0.68 NS

**/ Altamente significativo ($P < 0.01$).

NS/ No significativo.

CUADRO No. 10

EFFECTO DEL PROCESAMIENTO DEL FRIJOL CAUPI Y LA SUPLEMENTACION CON DL-METIONINA SOBRE LA ENERGIA DIGERIBLE APARENTE DE LAS DIETAS EN RATAS.

(EXPERIMENTO No. 2)

Dietas	Alimento ingerido (g/4 días)	Caupí in- gerido (g/4 días)	Energía grue- sa ingerida Kcal/4 días.	Energía grue- sa fecal (Kcal/4 días)	<u>Energía digerible aparente.</u>	
					o/o	Kcal/g.
Control	68.3	---	291.67	7.86	97.30	4.16
Caupí crudo	48.5	24.3	204.39	26.24	3.67	
Caupí cocido en autoclave	51.1	23.0	225.30	24.41	89.16	3.93
Caupí estrujado	53.1	26.0	224.45	25.41	88.68	3.75
Caupí crudo + DL-metionina	65.4	32.7	268.05	33.71	87.42	3.58
Caupí cocido en autoclave + DL-metionina	65.3	29.4	269.58	37.11	86.23	3.56
Caupí estrujado + DL-metionina	66.5	32.6	293.27	31.98	89.09	3.93

CUADRO No. 11

ANALISIS DE VARIANZA CON ARREGLO FACTORIAL 3x2
(3 PROCESOS x 2 NIVELES DE SUPLEMENTACION) DE LA
ENERGIA DIGERIBLE APARENTE EN RATAS.

(EXPERIMENTO No. 2)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Tratamientos	5	0.1902	37.00**
Procesamiento (P)	2	0.1673	32.6**
Suplementación (S)	1	0.0792	15.5**
P x S	2	0.2685	52.2**
Comparaciones	6	0.3655	82.18**
Caseína/caupí	1	1.2422	279.31**
Caseína/no suplementación	1	0.1150	25.85**
Caseína/suplementación	1	1.3044	293.28**
Suplementación/no suplementación	1	0.0792	17.81**
Caupí crudo caupí procesado	1	0.2400	54.54**
Caupí cocido en autoclave/caupí estrujado	1	0.0946	21.50**

**/ Altamente significativo ($P < 0.01$)

CUADRO No. 12

CONTENIDO DE HUMEDAD, NITROGENO Y ENERGIA GRUESA DE LAS DIETAS PARA POLLOS

(EXPERIMENTO No. 3)

Dietas	Humedad (o/o)	Nitrógeno (o/o)	Energía gruesa* (Kcal/g)
REFERENCIA	6.7	4.8	5.031
Caupí crudo	10.1	6.3	4.60
Caupí cocido en autoclave	8.1	6.1	4.54
Caupí estrujado	8.3	6.1	4.72

* Base seca.

CUADRO No. 13

ENERGIA METABOLIZABLE CLASICA DE LAS DIETAS Y DEL FRIJOL CAUPI EN POLLOS.

(EXPERIMENTO No. 3)*

Dietas	Energía metabolizable clásica de las dietas (Kcal/g).	Energía metabolizable clásica del caupí (Kcal/g).
Referencia	3.72	-----
Caupí crudo	3.01	1.86
Caupí cocido en autoclave	3.47	3.01
Caupí estrujado	3.53	3.16

* Base seca.

CUADRO No. 14

ANALISIS DE VARIANZA DE LA ENERGIA METABOLIZABLE CLASICA DE LAS DIETAS EN POLLOS (EXPERIMENTO No. 3)

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Dietas	3	0.2706	40.67**
Comparaciones			
Dietas de referencia/caupí	1	0.3387	50.90**
Caupí crudo/caupí procesado	1	0.4725	71.00**
Caupí cocido en autoclave/ caupí estrujado	1	0.0007	0.10 NS

CUADRO No. 15

ANALISIS DE VARIANZA DE LA ENERGIA METABOLIZABLE CLASICA DEL FRIJOL CAUPI EN POLLOS. (EXPERIMENTO No. 3)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F
Tratamientos	2	1.4787	84.30**
Comparaciones			
Caupí crudo/caupí procesado	1	2.9533	168.36**
Caupí cocido en autoclave/ caupí estrujado	1	0.0047	0.27 NS

**/ Altamente significativo ($P < 0.01$).

NS/ No significativo.

CUADRO No. 16

ENERGIA METABOLIZABLE CORREGIDA DE LAS DIETAS Y
DEL FRIJOL CAUPI EN POLLOS.
(EXPERIMENTO No. 3)*.

Dietas	Energía metaboli- zable corregida de las dietas (Kcal/g.)	Energía metaboli- zable corregida del caupí (Kcal/g.)	Nitrógeno retenido (N/g).
Referencia	3.68	---	0.0048
Caupí crudo	2.95	1.81	0.0069
Caupí cocido en autoclave	3.25	2.56	0.025
Caupí estrujado	3.33	2.76	0.023

* Base seca.

CUADRO No. 17

ANALISIS DE VARIANZA DE LA ENERGIA METABOLIZABLE CORREGIDA DE LAS DIETAS EN POLLOS
(EXPERIMENTO No. 3)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Dietas	3	0.2618	64.53**
Comparaciones			
Dieta de referencia/caupí	1	0.3699	91.17**
Caupí crudo/caupí procesado	1	0.2357	58.10**
Caupí cocido en autoclave			
caupí estrujado	1	0.0020	0.49 NS

CUADRO No. 18

ANALISIS DE VARIANZA DE LA ENERGIA METABOLIZABLE CORREGIDA DEL FRIJOL CAUPI EN POLLOS
(EXPERIMENTO No. 3)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Tratamientos	2	0.7428	114.73**
Comparaciones			
Caupí crudo/caupí procesado	1	0.4734	227.59**
Caupí cocido en autoclave/ caupí estrujado	1	0.0121	1.87 NS

**/ Altamente significativo ($P < 0.01$).

NS/ No significativo.

CUADRO No. 19

CRECIMIENTO Y CONVERSION ALIMENTICIA EN POLLOS
DE DOS A CUATRO SEMANAS DE EDAD.

(EXPERIMENTO No. 3)

Dietas	Consumo de alimento (g)	Aumento de peso (g)	Conversión alimenticias*
Referencia	276	164	1.68
Caupí crudo	295	166	1.78
Caupí cocido en autoclave	273	159	1.71
Caupí estrujado	279	156	1.80

* g de alimento consumido

g de peso aumento.

CUADRO No. 20

DIETAS CON FRIJOL CAUPI PARA FINALIZACION DE POLLOS DE ENGORDE

Ingredientes (o/o)	Número de las raciones				
	1	2	3	4	5
Frijol caupí estrujado	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00
Sorgo	68.80	61.68	54.55	47.43	40.30
Harina de soya	23.00	20.62	18.25	15.87	13.50
Grasa animal	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00
Harina de hueso	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40
Sal yodada	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Vitaminas y microelementos*	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
DL - metionina	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Proteína cruda (o/o)	18.4	18.5	18.6	18.7	18.8
En. Metabolizable con caupí estrujado (Kcal/Kg)	3034	3030	3026	3022	3018
En. Metabolizable con caupí crudo (Kcal/Kg)	3034	2894	2754	2614	2474

* Ver composición Cuadro No. 5.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1945

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

IMPRIMASE:

DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
D E C A N O

