

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DE DIFERENTES PROCESOS DE DESHIDRATACION
SOBRE LA COMPOSICION QUIMICA Y LA CALIDAD NUTRICIONAL
DE LA PULPA DE CAFE EN RACIONES PARA CERDOS EN CRECIMIENTO

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la Facultad de Agronomia de la
Universidad de san Carlos de Guatemala

por

EDUARDO HIRAM URIZAR PELAEZ

En el acto de su investidura como
INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Febrero de 1975.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Roberto Valdeavellano

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Ing. Agr. Edgar L. Ibarra.
Vocal 1:	Ing. Agr. Salvador Castillo O.
Vocal 2:	Ing. Agr. Ronaldo Prado .
Vocal 3:	Ing. Agr. Carlos Quillermo Aldana.
Vocal 4:	P.A. Napoleón Medina.
Vocal 5:	P. A. Miguel Carballo.
Secretario:	Ing. Agr. Oswaldo Porres.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Agr. Edgar L. Ibarra.
Examinador:	Ing. Agr. Carlos Rodriguez.
Examinador:	Ing. Agro. Carlos Lemus ..
Examinador:	Ing. Agr. Salvador Castillo.
Secretario:	Ing. Agr. Oswaldo Porres .

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

6 de febrero de 1975

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ingeniero Edgar Leonel Ibarra
Presente

Estimado señor Decano:

Por medio de la presente deseo notificarle que he asesorado el trabajo de tesis de grado para obtener el título de INGENIERO AGRONOMO, del Br. Eduardo Hiram Urízar Peláez. Dicho trabajo titulado "EFECTO DE DIFERENTES PROCESOS DE DESHIDRATACION SOBRE LA COMPOSICION QUIMICA Y LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA PULPA DE CAFE EN RACIONES PARA CERDOS EN CRECIMIENTO" y en mi opinión, llena los requisitos para su aceptación como tal.

Por lo anteriormente indicado, agradeceré mucho que usted se sirva revisar el trabajo, a fin de dar su visto bueno para que el Sr. Urízar Peláez pueda llevar a cabo su examen de tesis respectivo.

Agradeciendo su atención, lo saluda,

Atentamente,



Dr. Ricardo Bressani
Jefe, División de Ciencias
Agrícolas y de Alimentos

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

6 de febrero de 1975

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ingeniero Edgar Leonel Ibarra
Presente

Estimado señor Decano:

Por medio de la presente deseo notificarle que he asesorado el trabajo de tesis de grado para obtener el título de INGENIERO AGRONOMO, del Br. Eduardo Hiram Urízar Peláez. Dicho trabajo titulado "EFECTO DE DIFERENTES PROCESOS DE DESHIDRATACION SOBRE LA COMPOSICION QUIMICA Y LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA PULPA DE CAFE EN RACIONES PARA CERDOS EN CRECIMIENTO" y en mi opinión, llena los requisitos para su aceptación como tal.

Por lo anteriormente indicado, agradeceré mucho que usted se sirva revisar el trabajo, a fin de dar su visto bueno para que el Sr. Urízar Peláez pueda llevar a cabo su examen de tesis respectivo.

Agradeciendo su atención, lo saluda,

Atentamente,



Dr. Ricardo Bressani
Jefe, División de Ciencias
Agrícolas y de Alimentos

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

6 de febrero de 1975

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ingeniero Edgar Leonel Ibarra
Presente

Estimado Señor Decano:

Por medio de la presente deseo notificarle que he asesorado el trabajo de tesis de grado para obtener el título de INGENIERO AGRONOMO, del Br. Eduardo Hiram Urízar Peláez. Dicho trabajo titulado "EFECTO DE DIFERENTES PROCESOS DE DESHIDRATACION SOBRE LA COMPOSICION QUIMICA Y LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA PULPA DE CAFE EN RACIONES PARA CERDOS EN CRECIMIENTO" y en mi opinión, llena los requisitos para su aceptación como tal.

Por lo anteriormente indicado, agradeceré mucho que usted se sirva revisar el trabajo, a fin de dar su visto bueno para que el señor Urízar Peláez pueda llevar a cabo su examen de tesis respectivo.

Agradeciendo su atención, lo saluda,

Atentamente,

Luiz G. Elias
Dr. Luiz G. Elías, Científico
División de Ciencias Agrícolas
y de Alimentos

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De acuerdo a las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a -
vuesta consideración el trabajo de tesis titulado "EFECTO -
DE DIFERENTES PROCESOS DE DESHIDRATAACION SOBRE LA COMPOSI -
CION QUIMICA Y LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA PULPA DE CAFE -
EN RACIONES PARA CERDOS EN CRECIMIENTO".

Con el propósito de llenar con él, el último requisito -
para optar al título de INGENIERO AGRONOMO en el grado aca -
demico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,

Eduardo Urizar.

ACTO QUE DEDICO

A MIS PADRES

Raúl Urizar M (QIE.P.D)

Ana v. de Urizar.

A MI ESPOSA

Maria Teresa

A MIS HIJOS

Eduardo Alejandro

Julio Roberto.

A MIS HERMANOS
ESPECIALMENTE A

LAURA PAIZ

A MIS PADRINOS DE GRADUACION

Dr. Alejandro Monterroso J.

Lic. José Olivares.

TESIS QUE DEDICO

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A LA DIVISION DE QUIMICA AGRICOLA DEL INSTITUTO
DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION ESPECIALMENTE A

Ing. Agr. Arturo Minera.

Leonel Berducido.

Jorge Luis Maldonado

Rony Guillermo de Paz.

Guillermo Cruz

A G R A D E C I M I E N T O

QUIERO PATENTIZAR POR ESTE MEDIO MI SINCERO AGRADECIMIENTO A TODAS LAS PERSONAS QUE DE UNA U OTRA FORMA, COLABORARON PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO, EN ESPECIAL A: Dr. - Luis Gonzaga Elias, Dr. Ricardo Bressani, Lic. Victoria E Estrada y P.A Jorge Mario Gonzalez y en GENERAL A TODO EL PERSONAL DE LA DIVISION DE QUIMICA AGRICOLA DEL ESTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA, EN CUYOS LABORA TORIOS Y FINCA EXPERIMENTAL SE LLEVO CABO DICHO TRABAJO.

INTRODUCCION

El desarrollo de la ganadería en Guatemala, como en Latinoamérica, implica un mejoramiento de técnicas y procedimientos que deben estar íntimamente relacionados con el medio ambiente.

La demanda cada vez mayor de carne bovina, que no es satisfecha, ha despertado en el área centroamericana un interés muy grande por el mejoramiento de la industria porcina. Debido a la alta capacidad de conversión de alimentos, la industria porcina podría aumentarse rápidamente.

En Centroamérica, se carece de fuentes proteínicas de origen animal y por otro lado, las fuentes de origen vegetal que podrían ser utilizadas se están desperdiciando, tal es el caso de la pulpa de café, - subproducto que constituye alrededor del 45-65 % del peso total del grano y que está catalogado como un desecho agrícola.

El cerdo actualmente compite con el humano, pues hasta la fecha, la fuente de alimento para cerdos han sido los granos, los subproductos de cereales y los productos hortícolas; sin embargo, la fluctuación de precios es tan grande, que resulta antieconómico depender solamente de estos productos para la explotación porcina.

La pulpa de café, actualmente clasificada como secho agrícola (y de un uso ineficiente o de poco uso), podría contribuir a la solución de este problema, ya que este subproducto constituye uno de los recursos que más abundan en Latinoamérica, calculándose su producción en - alrededor de 6.5 millones de toneladas métricas.

La búsqueda de sistemas de utilización de éste subproducto requiere la cooperación de investigadores, productores y organismos de desarrollo de los países productores de café. Dicho interés contemplaría no solamente los posibles usos directos del subproducto, del café en la alimentación animal, sino también en la industria (producción de - proteínas microbiana, s producción de alcoholes) y en la agricultura (fertilizantes, como cobertura de cultivos y como material orgánico-

para el mejoramiento de la naturaleza física de los suelos).

Debido a que la pulpa de café presenta una adecuada composición química que puede ser utilizada como alimento tanto para ganado bovino como porcino, ha sido objeto de varias investigaciones. Sin embargo, en todos los casos estudiados hasta la fecha, la pulpa de café ha producido respuestas no muy favorables en el rendimiento de los animales. Al parecer, el bajo rendimiento observado se debe a la presencia de sustancias tóxicas no bien identificadas, siendo éste uno de los mayores problemas que presente para ser usada actualmente.

Otros de los problemas que limite el uso de la pulpa es que tiene un alto contenido de humedad al momento de procesar el grano de café, lo cual hace difícil su manejo y aprovechamiento. En resumen, los problemas o limitaciones observados están íntimamente relacionados a un difícil manejo y tratamiento de la pulpa de café previo a su utilización como alimento, con una posible existencia de factores tóxicos que causan un bajo consumo y asimilación por parte del animal.

El presente trabajo tuvo como objeto estudiar el efecto de diferentes procesos de deshidratación sobre la composición química y el valor alimenticio de la pulpa de café, en la alimentación de cerdos en crecimiento, y así contribuir al mejoramiento de la eficiencia de la producción animal en nuestro país.

REVISION DE LITERATURA

Composición química de la pulpa de café

La pulpa representa el epicarpio y el meso carpio que se obtienen del grano de café después de haber pasado por la despulpadora, y representa alrededor de 45-65 % del peso total del grano de café.

La composición química proximal de la pulpa de café determinada por diferentes autores, presenta diferencias que según Aguirre(1) pueden ser atribuibles a las distintas variedades del café, al origen de éste, al procesamiento de las muestras, a las distintas métodos analíticos usados, a la altura sobre el nivel del mar de los lugares de cultivo y a la época de cosecha. Los datos de composición química proximal, indican un contenido promedio de 11% de proteína cruda, 21 % de fibra cruda, 44% de extracto libre de nitrógeno y 8% de cenizas(2,9,21)

Se ha determinado el contenido de cafeína y taninos y se ha encontrado valores que oscilan entre 0.2 a 1.5, y 1.0 a 4.5 % respectivamente (2,7,9,21). Esta variación es probable que se deba a las variedades de café y a los tratamientos sufridos.

Según Bressani y col. (8) el alto contenido de fibra cruda y el bajo contenido de ELN, además de la cafeína, taninos y polifenoles, pueden ser los factores limitantes en la utilización de la pulpa de café. Estrada(16) encontró que la pulpa contiene cafeína en cantidades suficientes para inducir disminución en el consumo del alimento y el rendimiento de los animales.

De acuerdo a Jaffé y Ortiz (21), el contenido de almidón y azúcares oscila entre 16.42 % y 2.16 % del ELN, respectivamente que se supone contiene todos los carbohidratos solubles; sin embargo, el ELN fué superior (37.80%), a la suma del almidón y los azúcares. El porcentaje de ELN de la pulpa deshidratada en diferentes estudios varía desde 37.8 % hasta 60.2%(21,38).

Valor alimenticio de la pulpa de café

Se ha realizado recientemente una serie de estudios con el fin de caracterizar la pulpa de café y con ello dar mejor utilización a la misma.

Animales monogástricos: Se sabe que debido al contenido de fibra y de los posibles factores fisiológicos adversos, la pulpa de café no puede incluirse en niveles altos en una ración para éste tipo de animales.

Estudios realizados en ratas jóvenes y adultas (6,8) han demostrado que conforme el nivel de pulpa de café deshidratada aumenta en la ración, los aumentos de peso son menores, obteniéndose una mortalidad de 50-100 % en los tres primeros días de estudio, cuando los niveles de pulpa en la ración sobrepasaban el 30 %.

Bressani y col. (8) encontraron que la rata puede adaptarse a niveles de hasta 50% de pulpa de café en la ración si se le administra progresivamente. Asimismo, encontraron que el almacenamiento parece reducir la toxicidad.

Méndez y col. (25) demostraron que la torta de café tiene un efecto nocivo sobre los pollos en crecimiento, resultando en un aumento de mortalidad hasta el grado que hace prohibitivo el uso de la torta de café como alimento para aves.

En estudios realizados en gallinas, Squibb^o demostró que la incorporación de 15 % de pulpa de café en la ración resultó en una disminución de la producción de huevos, y la incorporación de 30 a 45 % en pérdida de peso y alta mortalidad. Bressani (6) con un tratamiento igual encontró efectos similares pero más severos en polluelos.

Los resultados de una investigación hecha por Aruch (2) son muy halagadores. Este investigador trabajó con animales de laboratorio y concluyó que sus resultados son excelentes en todos los casos, sobre todo cuando el alimento utilizada era muy seco y finamente molido.

Estos hallazgos son interesantes ya que implican cierta relación entre el estado físico de la pulpa y su utilización biológica.

Recientemente, Rosales (34) encontró que a medida que aumentaba la pulpa de café en raciones para cerdos disminuía la ganancia de peso y aumentaban la concentración de ácidos grasos libres en el suero, y se encontró también una ligera significancia en lo que a niveles sanguíneos de glucosa, nitrógeno de urea y la relación de aminoácidos no esenciales a esenciales se refiere. Rosales (34) concluye que el cerdo tolera y crece favorablemente con niveles que no sobrepasan el 16.4 % de pulpa de café en la ración.

Van Rosta y Randel (39) encontraron que la pulpa de café ensilada tiene un sabor (palatabilidad) aceptable por los cerdos y permite una adaptación probable para terneros.

En otro estudio (34) se encontró que al agregar 8.2 % de pulpa de café a la ración, la eficiencia del alimento fue superior a otros porcentajes (16.4 y 24.6 %).

Animales Rumiantes: En la década del 40, el Centro Nacional de Agronomía de El Salvador en vista de la falta crónica, escasez o alto costo de los alimentos, propone estudiar productos desconocidos en cuanto a su valor nutritivo, especialmente pulpa de café.

Work y col (41) alimentaron vacas lecheras con pulpa de café en reemplazo del maíz de la ración y encontraron un 9.25 % de aumento en la producción de leche. Además, encontraron que no era necesario moler la pulpa porque las vacas la consumían en forma natural.

Los estudios realizados por Echeverría (15) establecen que después de haber usado pulpa de café, durante un año y medio en la alimentación de vacas lecheras, no observó disminuciones en la producción de leche, más bien ocasionalmente ésta se incrementó entre un 10 y 25%. Sin embargo, Mather (24) no encontró diferencias en la producción de leche de vacas alimentadas con raciones que contenían pulpa de café.

Cabezas (11) realizó una serie de experimentos con el objeto de mejorar la eficiencia de utilización de la pulpa de café -- como alimento para bovinos en crecimiento. Los resultados indicaron que el consumo de alimento y el crecimiento de los animales disminuían al aumentar la ingesta diaria de pulpa de café. Sin embargo, se encontró un proceso de adaptación a la pulpa, al consumir los animales raciones que contenían 30% de ese material.

Todos los investigadores anteriormente mencionados coinciden en que el nivel de 30 % de pulpa de café deshidratada produce disminuciones significativas en el consumo de alimento y ganancias de peso, y la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de Subproductos del Café en la Alimentación Animal y otras aplicaciones Agrícolas e Industriales (32), celebrada recientemente, hizo la siguiente recomendación de orden práctico "La pulpa de café puede ser empleada hasta niveles de 20 % de la ración sin producir efectos negativos aparentes en el rendimiento animal".

Posibles factores tóxicos y adversos en la pulpa de café

Cafeína y Taninos

Efectos fisiológicos de la cafeína: La cafeína es un alcaloide que se encuentra en las hojas del té en un 3.2 %, en el café que contiene entre 0.6 y 2.2 % y en otras bebidas tales como el

mate, la kola y el guarana. Químicamente es una purina de gran semejanza con otras xantinas, tales como la teobromina del cacao; su formula es 1, 3, y trimetilxantina, y se encuentra como base y como sal de ácidos minerales, que dan origen a cristales en forma de agujas solubles en agua y de sabor amargo.

Los efectos fisiológicos de la cafeína han sido estudiados principalmente en humanos y animales monogástricos (36). Se ha establecido también, que la cafeína es una sustancia que se absorbe rápidamente cuando se administra ya sea por vía oral, o subcutánea.

Estudios sobre el efecto de la cafeína en producción animal son escasos. Cunningham (14) encontró que dosis diarias de cafeína pura de 50 mg/kg de peso corporal agregadas a la ración produjeron una disminución en el consumo de alimento; sin embargo, éste fué utilizado eficientemente, pues los animales aumentaron de peso más rápidamente y retuvieron un mayor porcentaje de nitrógeno que aquéllos que no recibieron cafeína.

Cabezas y col. (13) administraron a terneros rumiantes de 100 días de edad, raciones con niveles de 0.12 y 0.24 % de cafeína pura y raciones con pulpa de café en cantidades que proporcionaron 0, 0.11 y 0.15 % de cafeína, y observaron una ganancia en peso e ingesta de alimento significativamente menores que cuando las raciones tenían 0.24 % de cafeína pura o pulpa de café, pero la ración con 0.12 % de cafeína pura y la ración control, produjeron iguales resultados, lo que permitió concluir que los efectos negativos de la pulpa de café, eran debidos a otros factores que actuaron en forma aislada o combinada con la cafeína. Concluyen estos autores (13) que es probable que la acción negativa de la cafeína y los taninos estén relacionada con una alteración de

de la disponibilidad y utilización de los nutrientes presentes en la pulpa de café.

Taninos en Animales Monogástricos:

Los taninos son compuestos químicos de estructura muy compleja, que pertenecen al grupo de los polifenoles y que se encuentran ampliamente difundidos en plantas y animales (36).

La mayoría de las investigaciones hechas con ratas y pollos (8, 35) han permitido establecer que el efecto tóxico de los taninos está estrechamente vinculado con disminuciones del consumo de alimento, la digestibilidad de la proteína y la retención de nitrógeno. Respecto a éste último efecto, Cabezas (12) concluye -- que es posible que sea producido por los taninos, mientras que la disminución de nitrógeno retenido y el aumento de orina excretada sean resultado de la acción de cafeína.

Usos Agrícolas

La Asociación Nacional del Café (ANACAFE)^o ha iniciado en Guatemala, un trabajo tendiente a determinar la composición mineral de la pulpa fresca y procesada de diversas maneras, con el propósito de aprovechar los distintos subproductos del café.

SChandler y col. (35) encontraron que el uso de la pulpa de café como cubierta de hileras de cafetos aumentan los rendimientos durante 3 años consecutivos (de 875 a 1383 lbs/cuerda), concluyendo que éste método es aconsejable en extensiones limitadas de cafetos jóvenes y cultivados intensivamente a pleno sol, especialmente en áreas con períodos de sequía definidos.

Por otro lado, se encontró (23) que los rípios (granos imperfectos, almendras partidas y frutos pequeños) triturados y adicionados de superfosfato producen un buen abono.

Suárez (37) y Bolaños (5) presentan datos de investigaciones que demuestran la bondad de la pulpa de café como abono orgánico, resultando superior a un fertilizante 8-8-8 y a aplicaciones de potasio o fósforo.

Punnett (31) resalta la posibilidad del uso del café gastado, molido, como material orgánico en la agricultura. Barbera^o concluye y subraya el interés económico actual en la fabricación de fertilizantes y productos para el acondicionamiento de suelos. La pulpa de café puede ser convertida también en un fertilizante, pues el contenido de minerales de sus cenizas es el siguiente: ácido fosfórico: 10.3 %, K, 53.0 %; Ca: 3.8 %; Mg, 7.6 %; H_2SO_4 3.3 %; Cl, 0.8 % y otros, 21 %.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- 1- Estudiar el efecto de diferentes procesos de deshidratación sobre la composición química de la pulpa de café.
- 2- Estudiar el valor nutritivo de raciones para cerdos en crecimiento con la adición de 24 % de pulpa de café deshidratada por diferentes procesos.
- 3- Observar los posibles cambios metabólicos en cerdos en crecimiento, alimentados con raciones conteniendo 24 % de pulpa de café deshidratada.

Materiales

1- Alimentos: Pulpa de café

Se utilizó pulpa de café de la cosecha de café 1974-75.

Se colectó al momento de despulpar el café, en un beneficio de la costa sur de Guatemala, luego se transportó en estado fresco, a cuartos refrigerados para preservarla de cualquier cambio bioquímico.

La pulpa de café fue objeto de los siguientes tratamientos.

a) Deshidratación al sol: la pulpa de café se puso en bandejas de lámina de 1.5 m de largo por 1.0 m de ancho por 2 pulgadas de alto, tratando de que la pulpa, en estas bandejas, alcanzará un espesor de 1 pulgada. El período de deshidratación durante el cual llegó a una humedad de 12 % fue de 24 horas.

b) Deshidratación por rodos: la pulpa de café fresca fué licuada (licuadora común) y luego pasada por un sistema de rodillos que giran a 4 rpm y tienen una temperatura interna de 143 °C con una presión de 60 lbs.

c) Deshidratación en bandejas: la pulpa de café fresca se colocó en las de 29" por 29" de un secador con tunel vertical a contra-corriente en la que las bandejas se mueven en sentido opuesto al aire entrante. Se usó una temperatura de aire caliente de 75 °C. Se puso en éstas bandejas 1.5 lbs/pie² de pulpa de café durante 3 horas, tiempo suficiente para deshidratación hasta un 12 % de humedad.

c) Deshidratación por liofilizadora. Para éste tratamiento fue necesario licuar la pulpa de café. Luego se puso en -- bandejas de 21 x 41 x 5 cm, tratándose de que alcanzará un espesor de 2.5 cm de altura. Se deshidrató a un 12 % de humedad en un periodo de 72 horas.

La pulpa de café deshidratada por estos cuatro diferentes -- procedimientos, fué molida en un molino de martillos, luego se almacenó en bolsas de plástico bajo condiciones ambientales, para luego ser utilizada en la elaboración de las raciones.

II Dietas

Para el ensayo metabólico con cerdos se usaron raciones isoproteicas e isocalóricas. El nivel de pulpa de café utilizado -- fué de 24%. Con el propósito de uniformizar las dietas con respecto al contenido de fibra cruda se agregó 5% de alfalfa a la ración control. La composición de las dietas experimentales utilizadas en el presente trabajo se muestra en el cuadro No. 1.

III Balance metabólico

Para realizar este estudio se utilizaron 12 cerdos de la raza Landrace los cuales se alojaron en jaulas metabólica individuales en la finca experimental del INCAP, localizada en el altiplano de Guatemala, a una altura de 1480 m sobre el nivel del mar. Previá al inicio del experimento, todos los animales fueron alimentados con una ración basal (ración No 1 , cuadro No. 1) y con una ingesta de 13.93 gr de proteínas/kg de peso/día por un periodo de 5 días, con el propósito de adaptarlos a las condiciones -- experimentales. Al finalizar esta etapa de adaptación, los cerdos

fueron distribuidos de acuerdo a su peso en seis grupos, de dos animales cada uno, asignándose a cada grupo las raciones experimentales descritas en el cuadro No. 1.

Los grupos de animales 1 y 2 recibieron la ración control con diferentes ingestas de proteína. El primer grupo recibió una ingesta de 13.93 gr de proteína/kg/día y el segundo grupo recibió 9.71 gr de proteína/kg/día. Los grupos 3, 4, 5 y 6 fueron alimentados con las raciones 3, 4, 5, y 6 respectivamente, y con una ingesta igual a la ofrecida al grupo No. 2. El balance metabólico tuvo una duración de 9 días, divididos en dos períodos de balance de 4 y 5 días, respectivamente, y de acuerdo al plan experimental que se muestra en el cuadro No. 2.

Durante estos períodos se recolectaron diariamente las heces y la orina, las cuales se homogenizaron y almacenaron en un cuarto refrigerado a una temperatura de 4°C, hasta el momento de los análisis químicos. En los recipientes que contenían las orinas se agregó 50 ml de ácido acético como preservativo. Todos los animales fueron pesados al inicio y al final de cada balance con la finalidad de ajustar la ingesta proteica.

IV BIOQUIMICOS

Al final del segundo balance, los animales se dejaron por un periodo de 20 horas en ayunas, con el fin de obtener las muestras de sangre, las cuales se obtuvieron por punción yugular y en el suero sanguíneo se efectuaron las siguientes determinaciones: Proteína sérica total (22), glucosa (27) alfa amino nitrógeno (13), relación de aminoácidos no esenciales a esenciales (40), lisina libre (40). y albúmina.

V ANIMALES

Se utilizarón cerdos de la raza Landrace, que al inicio del

experimento tenían 10 semanas de edad y un peso promedio de 12 kg. Todos los animales fueron desparasitados y vacunados contra el cólera porcino, previo al inicio del experimento.

La composición química proximal de la pulpa de café deshidratada por los diferentes procesamientos, se llevó a cabo de acuerdo a los métodos oficiales de la AOAC (3).

RESULTADOS

La composición química proximal de la pulpa de café fresca y deshidratada por los diferentes procesos, utilizada en la elaboración de las raciones experimentales, aparece en el Cuadro No. 3 . Como se puede observar, la pulpa de café deshidratada por rodillos y por bandejas es la que contiene más humedad, al comparar con las pulpas deshidratadas por otros procesos diferentes. En este mismo cuadro se puede observar que los valores más bajo obtenidos se encuentran en las pulpas deshidratadas por rodillos y por liofilizadora. En cuanto al contenido de fibra cruda, las pulpas deshidratadas al sol, rodillos y liofilizador arrojaron un tenor de 17.30, 17.43 y 17.49 % respectivamente. El valor más bajo se obtuvo al emplear el método de deshidratación por bandejas y el más alto, de 18.1 %, correspondió a la pulpa fresca. Con respecto al nitrógeno, no se observa mayor variabilidad; los valores obtenidos oscilaron entre 1.36 y 1.55 g/100 g, lo cual se refleja en el porcentaje calculado de proteína.

Como se puede observar en éste mismo cuadro, la pulpa fresca contiene más cafeína que las demás muestras deshidratadas por los otros diferentes procesamientos, no encontrándose mayor variabilidad entre estos valores.

En lo que al ácido tánico se refiere, los porcentaje más altos se obtuvieron al deshidratar la pulpa por rodillos y por liofilizadora, y fueron de 4.27 y 4.12 g/100 respectivamente; los valores intermedios se obtuvieron con la deshidratación al sol y en la pulpa fresca, y el valor más bajo fué 2.62 g/100 g para la pulpa deshidratada por bandejas.

En cuanto al ácido cafeico, el valor obtenido en la pulpa fresca fue de 40 % menor que los valores promedio obtenidos al emplear los otros procesos de deshidratación.

La composición química proximal por cada 100 g de ración utilizada en el experimento aparece en el Cuadro No. .

Es importante hacer notar que todas las raciones fueron iso proteicas, y que los valores de cafeína y ácido tánico en las raciones que contenían 24% de pulpa de café deshidratada por los diferentes procesos, fueron más o menos similares, con un promedio de 0.16 g/100 g de muestra para la cafeína, y 2.01 g/100 g para el ácido tánico. Como se puede apreciar, el valor más bajo para el ácido tánico corresponde a la ración con pulpa de café deshidratada por liofilizadora, que fué de 1.67 g/100 g de muestra.

Los cambios en peso y consumo promedio de alimento del primer balance aparecen en detalle en Cuadro No. 4 . La mayor ganancia en peso que fue de 2.75 kg se obtuvo en el grupo que consumió la ración No. 1. No se observaron ganancias en los grupos que consumieron las raciones 2 y 5, pero sí en los grupos que consumieron las raciones 3, 4 y 6, que fueron de 0.50, 1.0 y 0.75 kg, respectivamente. Para el segundo balance, como se aprecia en el Cuadro No. 5 se observaron las mismas tendencias en lo que a ganancia de peso se refiere.

En el Cuadro No. 6 se presente el promedio de los dos balance con respecto al consumo promedio del alimento y ganancia de peso; aquí nuevamente, se puede observar que la mayor ganancia de peso fue de 5.25 kg que corresponde al grupo control No. 1, y el menor -- aumento en peso 0.25 Kg para el grupo control No. 2.

Los cuadros No. 7 y 8 presentan los resultados del primer y segundo balance metabólico respectivamente. Es de interés hacer notar que la ingesta de nitrógeno se mantiene constante a través de los dos períodos de balance.

En cuanto a los porcentaje de retención y de absorción, al análisis estadístico realizado para los dos balance en forma individual, no demostro diferencias significativas para las distintas raciones experimentales. Sin embargo, al promediar el balance No. 1 contra el balance No. 2, el porcentaje de retención no presentó significancia estadística; en cambio sí se encontró diferencia significativa entre tratamientos para el porcentaje de absorción, como se puede constatar en el Cuadro No. 9; puede verse que los grupos - controles 1 y 2 se comportan iguales entre sí, pero son diferentes a los grupos que consumieron las raciones con pulpa de café deshidratada por los diferentes procesos.

El Cuadro No. 10 presenta los valores promedio de sodio y potasio excretados en la orina de los animales utilizados en el estudio. Como se puede apreciar, el sodio no presentó diferencias - estadísticamente significativa entre tratamientos en el primer balance. En tanto que en el segundo balance sí se encontro que los animales del grupo No. 1 excretaron mayor cantidad de sodio (P-.05) Con respecto a la excreción de potasio no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, en ninguno de los dos balances.

Los metabolitos determinados en el suero sanguíneo de los cerdos utilizados en el estudio aparecen el cuadro No. 11, donde - se puede observar que el contenido de lisina libre, albúmina sérica, proteína sérica, glucosa y la relación de aminoácidos no esenciales a esenciales no presentaron diferencias estadística entre - tratamientos.

Respecto a la excreción de orina por los animales utilizados en el experimento no se encontró diferencia significativa, Cuadro No. 12 En los volúmenes de orina excretados por los aniamles que consumieron raciones conteniendo 24 % de pulpa de café al comparar, 111

los grupos de animales que consumieron la raciones control. Como se puede observar los grupos control excretaron un promedio de 0.10 lts /kg/dia, mientras que se encontraron valores de 0.13, 0.13 0.11 y 0.08 lts/kg/dia para los grupos que consumieron raciones con 24 % de pulpa de café deshidratda por sol, rodillos, bandejas y liofilizadora, respectivamente.

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo con el propósito de estudiar el efecto de diferentes procesos de deshidratación sobre la composición química y el valor nutritivo de la pulpa de café. Los procesos de secado usados fueron los siguientes: deshidratación al sol, en rodos, en bandejas y por liofilización. Los materiales así procesados fueron analizados por su composición química proximal y su contenido de cafeína, ácido tánico y ácido cafeico y ácido clorogénico. Las mismas determinaciones fueron llevadas a cabo en la pulpa fresca original con el propósito de caracterizar químicamente la materia prima. Para el balance metabólico se prepararon raciones con 18% de proteína y con un contenido de 24% de pulpa de café obtenida por los diferentes procesos de deshidratación, las cuales fueron ofrecidas a cerdos en crecimiento, por un período experimental de 14 días. Durante este tiempo, los animales estuvieron los cinco primeros días en adaptación, y los restantes en balance de nitrógeno en dos períodos de cuatro y cinco días respectivamente. La ración control tenía el mismo nivel de proteína y fue formulada a base de soya y maíz, la cual fue ofrecida a los animales a dos niveles distintos de ingesta proteínica: 13.93 g. y de 9.71 g de prot/Kg/día; el último nivel de ingesta fue el que se ofreció también a los animales alimentados con las raciones que contenían la pulpa de café. Al final del segundo balance los animales fueron sangrados, y en el suero se llevaron a cabo los siguientes análisis: glucosa, proteína total, albumina, alfa amino nitrógeno y la relación

de aminoácidos no esenciales a esenciales. En la orina además del análisis de nitrógeno se determinó también la excreción de sodio y potasio.

Con respecto a la composición química proximal los valores obtenidos fueron similares para todas las muestras estudiadas. El contenido de cafeína fue más alto en la pulpa fresca, y disminuyó significativamente en las pulpas deshidratadas. De igual manera, no se encontraron diferencias significativas en el contenido de ácido tánico, y ácido cafeico para las diferentes muestras, a pesar de que la pulpa secada en bandejas mostró un menor contenido de ácido tánico. El volumen de orina, la excreción urinaria de sodio y potasio, así como los metabolitos determinados en el suero sanguíneo no mostraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos al compararlos con el grupo control. La pulpa secada en bandejas, y por liofilización mostraron la mejor relación de aminoácidos no esenciales a esenciales.

En lo que se refiere al balance metabólico, no se detectaron diferencias significativas en la retención nitrogenada para las raciones que contenían pulpa de café y los grupos testigos, si se observó una mejor retención para el grupo que contenía la muestra secada en bandejas. Se encontró asimismo, una reducción en la digestibilidad proteínica en las raciones que contenían pulpa

de café al comparar con los grupos testigos.

Se concluye que el mayor problema actual en la utilización biológica de este sub-producto agrícola es su bajo consumo por parte del animal, y en los resultados obtenidos en el presente estudio la pulpa deshidratada por bandejas dio mejores resultados al compararla con los otros procesos de deshidratación.

CONCLUSIONES

El objetivo principal del presente trabajo fué el de evaluar --- diferentes processo de deshidratación sobre la composición química y el valor nutritivo de la pulpa de café; los resultados obtenidos permiten llegar a las siguientes conclusiones:

- 1- La composición química proximal fué similar para el material deshidratado al sol, rodos, en bandejas y por liofilizadora, y los datos obtenidos corroboran los valores encontrados en estudios -- anteriores para la pulpa de café.
- 2- El contenido de cafeína fue más alto para la pulpa fresca, al comparar con el material deshidratado, posiblemente debido al almacenamiento de la pulpa previo al procesamiento. El contenido de ácidos tánico y cafeico fue más bajo para la pulpa secada por bandejas, sugiriendo que este proceso de deshidratación afecta el -- contenido de estas sustancias.
- 3- La metodología analítica para la estimación de la cafeína, ácido tánico y ácido cafeico debe ser mejorada, debido a que los resultados encontrados para estos compuestos en los diferentes ratios -- acusan valores más altos a los estimados con base al análisis de la materia prima.
- 4- No se encontraron diferencias en el volumen de orina excretada por los cerdos alimentados con raciones que contenían 24 % de pulpa de café, al comparar con el grupo control. Así mismo, no se encontró diferencia en la excreción urinaria de sodio y potasio entre los diferentes grupos experimentales. Con respecto a los demás metabolitos analizados en el suero sanguíneo, es posible que el corto período experimental no permitiera detectar mayor diferencia entre los distintos tratamientos estudiados.

- 5- La presencia del ácido tánico en las diferentes muestras de -- pulpa de café disminuyó significativamente la digestibilidad -- proteica al compararla con la ración control que no contenía este material. Sin embargo, la retención nitrogenada no fue afectada, indicando una mejor utilización proteica de las raciones que contenían pulpa de café. Desde el punto de vista práctico la mayor limitación para el uso de éste material es su bajo consumo por parte de los animales, lo que, de acuerdo al presente estudio implicaría una mejor utilización de la proteína.
- 6- Al analizar en conjunto los resultados obtenidos, y bajo condiciones experimentales del presente estudio, se puede decir que la pulpa deshidratada en bandejas resultó con los mejores valores desde el punto de vista químico, bioquímico y nutricional. Sin embargo, la aplicación práctica de este proceso debe también contemplar el tiempo que transcurre entre la recolección de la pulpa y el proceso de secado.

DISCUSION

Estudios previos llevados a cabo con pulpa de café como ingrediente de raciones para animales, han enfatizado que uno de los problemas de mayor importancia económica en la utilización de este material es su alto contenido de agua, que debe ser removida para que el material para que el material deshidratado pueda ser incorporado a raciones secas. Los estudios llevados a cabo en animales hasta la realización del presente estudio usaron pulpa de café deshidratada al sol, o primero ensilada y luego deshidratada al sol, y no se ha informado sobre el uso de pulpa de café deshidratada por otros medios, a pesar de que Molina y col. informaron sobre la deshidratación de la pulpa de café en bandejas con aire caliente en contra corriente. El presente trabajo, por consiguiente, representa un esfuerzo para evaluar este método de deshidratación en comparación con otros.

Los datos obtenidos con respecto a la composición química proximal de la pulpa de café deshidratada por diferentes procesos, son similares a los obtenidos por diferentes investigadores que han analizado este material (7), excepto en el contenido de proteínas que fue ligeramente más bajo para la pulpa de café usada en el presente estudio. En lo que se refiere al menor

contenido de cafeína encontrado para las diferentes muestras. de pulpa de café comparadas con la pulpa fresca, es posible que se deba a un efecto de almacenamiento ya que el material fresco fue almacenado por 3 semanas previo a la deshidratación por los diferentes procesos. Durante este período las muestras fueron almacenadas a temperaturas bajo cero. Durante el proceso de congelación y descongelación, es probable que la estructura celular se haya roto liberando su contenido. La cafeína, parte del contenido celular, pudo destruirse por hidrólisis o pudo reaccionar con los taninos, reacción que se ha demostrado que ocurre entre estas dos sustancias. Además otros investigadores (17) han indicado que el contenido de cafeína de la pulpa de café tiende a disminuir durante el almacenamiento en ensilaje o en el material deshidratado, lo que pudo haber ocurrido en el presente estudio, como ya fue indicado.

Los valores encontrados para el contenido de ácido cafeico y ácido tánico en las diferentes raciones que contienen pulpa de café, resultaron más altos de lo que se esperaba en base al análisis de la materia prima y del porcentaje utilizado en las raciones. Estos hallazgos indican la necesidad de buscar mejores métodos analíticos de estas sustancias, con el propósito de poder correlacionar los resultados químicos con los datos biológicos. Sin embargo, es conveniente señalar que la ración

de pulpa de café deshidratada en bandejas que acusó el menor contenido de ácido tánico y cafeico, resultó en el valor más alto en retención de nitrógeno al comparar con las demás muestras de pulpa.

En lo que se refiere a los resultados obtenidos en el balance metabólico, la mayor ganancia en peso de los animales alimentados con la ración control No. 1 (sin pulpa de café) era de esperarse, ya que este grupo experimental recibió una ingesta proteínica suficiente para llenar los requerimientos cualitativos y cuantitativos del cerdo en crecimiento. En cambio, los demás grupos experimentales recibieron solamente la mitad de la cantidad de proteína requerida para esta etapa de desarrollo. A pesar de que estos datos reflejan directamente el tratamiento dietético de los animales en experimentación, es necesario también tomar en cuenta que el período experimental fue relativamente corto, y que se necesitaría un tiempo más largo para poder obtener conclusiones más concretas sobre el comportamiento de los animales, principalmente porque otros investigadores (34) han reportado un efecto de adaptación con respecto a tiempo de los animales alimentados con raciones que contienen pulpa de café.

La evidencia experimental derivada de estudios anteriores sobre el uso de la pulpa de café en rumiantes monogástricos,

ha sugerido por lo menos tres posibles mecanismos que podrían explicar los efectos adversos observados en la alimentación animal*. Estos se refieren a la presencia de cafeína, fenoles y taninos en el mencionado subproducto agrícola.

Con respecto a la cafeína, es posible que la presencia de esta sustancia estimule el metabolismo y la diuresis, trayendo como consecuencia una mayor excreción del nitrógeno urinario, lo que se refleja en una disminución de la retención nitrogenada. Aparentemente, los efectos adversos de la cafeína se acentúan con la presencia de los fenoles de bajo peso molecular. Es probable que estos dos compuestos estén actuando a nivel celular, a pesar de que no se dispone actualmente de una evidencia directa del papel de los fenoles de bajo peso molecular a este nivel. Estos compuestos son eliminados del organismo animal al unirse con los ácidos sulfúrico y glucurónico, como un mecanismo de detoxificación.

Una alta ingesta de estas sustancias podría aumentar los requerimientos de azufre por parte del animal, así como utilizar los compuestos ricos en energía para otros fines que no sean metabólicos. En este caso, el ion sulfato vendría probablemente de la cistina, aumentando de esta manera el requerimiento de los aminoácidos azufrados. En lo que se refiere

* Dr. Ricardo Bressani, Jefe, División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP - Comunicación personal.

a los taninos, estos compuestos podrían actuar a nivel intestinal disminuyendo la digestibilidad de la proteína. Esta posibilidad se ha evidenciado en otros estudios en los cuales se ha demostrado la unión de los taninos con la proteína. Es en base a estas hipótesis que se discuten los estudios metabólicos.

Los resultados obtenidos en el presente estudio con respecto al balance de nitrógeno han indicado que, desde el punto de vista estadístico, no existe ninguna diferencia en la retención nitrogenada de la ración control al compararla con las demás raciones preparadas con pulpa de café. Sin embargo, es de interés hacer notar que los grupos alimentados con la pulpa deshidratada en bandejas acusaron la mejor retención, seguida por aquéllas procesada por liofilización. Los procesos de secado al sol y por rodos resultaron con los valores de retención más bajos. Los resultados químicos indicaron que el contenido de cafeína era similar para todas las raciones que contenían pulpa de café, asimismo, no se encontró diferencias en el volumen de excreción de orina entre estas raciones y la ración control. Es posible que los niveles de cafeína presentes en las raciones que contenían pulpa, no hayan sido lo suficientemente altos para inducir un aumento en la diuresis, y, en consecuencia, causar una mayor pérdida del nitrógeno urinario.

Estudios posteriores deben contemplar la determinación de azufre en la orina con el propósito de corroborar el posible mecanismo descrito anteriormente, con respecto a la acción sinérgica de la cafeína con los fenoles a nivel celular.

Los valores de absorción de nitrógeno encontrados para las raciones que contenían pulpa de café, son sumamente interesantes, y parecen confirmar la hipótesis formulada con respecto al posible efecto de los taninos sobre la digestibilidad proteínica, ya que se encuentran diferencias significativas con este parámetro entre la ración control y las que contenían pulpa de café.

Es también de interés mencionar que al analizar en conjunto los resultados obtenidos con el balance metabólico, ellos parecen indicar que, bajo las condiciones experimentales usadas, las raciones que contenían pulpa de café fueron más eficientemente utilizadas para síntesis proteínica que la ración control. Esta conclusión se basa en el hecho de que a pesar de que la digestibilidad aparente fue menor para las raciones que contenían pulpa de café, éstas resultaron en coeficientes de retención nitrogenada similares a los obtenidos con la ración control. Puede ser que estos resultados se deban al nivel relativamente bajo de ingesta proteínica por parte de los animales que consumieron las raciones con pulpa de café, lo que se traduciría en una mayor eficiencia de utilización de la proteína disponible en la ración para los propósitos de cre-

cimiento y mantenimiento de los animales. Es posible que con mayores ingestas de proteína proveniente de la pulpa no se observen estos resultados, confirmando así que la mayor limitación en el uso de este material desde el punto de vista práctico, es el bajo consumo por parte de los animales de dietas que contienen pulpa de café.

Finalmente, el corto período experimental posiblemente no hay permitido detectar diferencias significativas tanto en la excreción urinaria de sodio y potasio, como en los metabolitos que se determinaron en el suero sanguíneo de los animales que consumieron las raciones con pulpa de café. Sin embargo, nuevamente es interesante llamar la atención a la relación de aminoácidos no esenciales a esenciales obtenidos para el grupo alimentado con la pulpa deshidratada en bandejas, que fue de 1.22 comparada con 1.16 del grupo control No. 1, ya que como se indicó, esta pulpa dió el mejor balance nitrogenado. Por el contrario, la pulpa deshidratada al sol y la deshidratada con rodos, que dieron la retención de nitrógeno más bajo, también resultaron una razón de aminoácidos no esenciales a esenciales más alta.

Los valores obtenidos para la proteína sérica total y la albúmina están de acuerdo con los valores normales en-

contrados en la literatura para los cerdos en proceso de crecimiento (34).

Se puede concluir que el método de deshidratación más apropiado hasta el momento, es por medio de bandejas con aire caliente en contra corriente, según los datos informados en este estudio. Sin embargo, debido a que las diferencias entre métodos no fueron estadísticamente significativas, aunque sí biológicamente, es necesario realizar mayores investigaciones así como pruebas con cerdos y otros animales, ya que el proceso de deshidratación al sol tiene a su favor ser más económico en cuanto a energía se refiere que el de bandejas, y éste más eficiente en términos de producto seco por aire.

CUADRO 1

COMPOSICION DE LAS RACIONES UTILIZADAS EN EL
E X P E R I M E N T O

%

R A C I O N E S

INGREDIENTES	1	2	3	4	5
Soya	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
Maíz	53.6	34.6	34.6	34.6	34.6
Pulpa de café des- hidratada al sol	----	24.0	----	----	----
Pulpa de café des- hidrata rodillos.	----	----	24.0	----	----
Pulpa de café des- hidratada bandejas.	----	----	----	24.0	----
Pulpa de café des- hidratada por lio- filizadora.	----	----	----	----	24.0
Metionina	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Vit, y elementos menores /1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Aurofac	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Minerales /2	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Melaza	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Aceite de soya	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
Alfacel	5.0	---	---	---	---

/1 Dohufrol/Duphar, Amsterdam, Holanda: contiene por kg. Vit A 2×10^6 U.I., Vit D₃ 4×10^5 UI., Vit, E 1 000 UI., Vit., B₁₂ 3 mg., Fe 20 000 mg., Mn 10 000 mg., Cu 1 500 mg., I 150 mg., Zn 4×10^4 mg.

/2 Carbonato de calcio 45.6 %, fosfato monobásico de calcio 13.2 % Sal común 32.0 %, almidón (material de rellano) 7.2 % y Progam 2.0 %.

ESQUEMA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL
EMPLEADO EN ESTE EXPERIMENTO

BALANCE 1

BALANCE 2

	Periodo de Adaptación (dias)	Periodo de Balance. (dias)	Periodo del Balance (dias).
Control 1°	5	4	5
Control 2@	5	4	5
Racion con Pulpa de café deshidra- tada al sol.	5	4	5
Racion con pulpa de café deshidra- tada en rodillos.	5	4	5
Ración con pulpa de café deshidra- tada en bandejas.	5	4	5
Ración con pulpa de café deshidra- tada en liofiliz- ador.	5	4	5

° Los animales tenían una ingesta proteica de 13.93 gr de proteína/kg/día

@ Los animales tenían una ingesta proteica de 9.71 gr. de proteína/kg/día.

COMPOSICION QUIMICO PROXIMAL DE LAS RACIONES UTILIZADAS
DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL

Gr./100 gr. de muestra

	1	2	3	4	5
Humedad	12.52	13.53	11.78	12.30	12.32
E.E.	8.34	7.15	7.32	7.43	7.16
F.C.	4.88	4.33	4.24	5.56	4.50
N	2.76	2.24	2.37	2.85	2.80
Proteina(Nx6.25)	17.25	17.13	17.94	17.81	17.50
Cenizas	4.58	5.62	5.93	5.91	6.05
Cafeina	0.08	0.17	0.15	0.17	0.16
Acido tanico	0.30	2.16	2.34	1.39	1.67
Acido Cafeico	0.54	1.84	0.47	1.02	0.30

-
- 1- Ración control
2- Ración con 24 % pulpa de cafe deshidratada al sol.
3- Ración con 24 % pulpa de café deshidratada por rodillos.
4- Ración con 24 % pulpa de café deshidratada por bandejas.
5- Ración con 24 % pulpa de café deshidratada por liofilizador.

COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DE LA PULPA DE CAFE FRESCA
y DESHIDRATADA POR DIFERENTES PROCESOS UTILIZADA EN LA
ELABORACION DE LAS RACIONES EXPERIMENTALES I

Gr. /100 gr, de muestra.

	Pulpa de cafe - fresca.	Pulpa de cafe des hidratae da al sol	Pulpa de cafe des hidrata- da por - Rodillos	Pulpa de Cafe des hidrata- da por - Bandejas	Pulpa de cafe des hidrata- da por - Liofili- zador.
Humedad	7.46 [@]	8.66	13.46	11.28	8.71
E.E.	3.54	3.30	2.24	3.56	2.54
F.C.	18.10	17.30	17.48	16.75	17.49
N	1.36	1.33	1.55	1.39	1.46
Proteina(Nx6.25)	8.50	8.63	9.69	8.69	9.13
Cenizas	5.78	6.36	5.40	5.75	6.94
Cafeina	1.34	0.48	0.39	0.44	0.52
Acido tanico	3.86	3.05	4.27	2.34	4.12
Cafeico	1.74	2.88	3.05	2.82	2.81

@ Pulpa de café deshidratada al horno a 35°C por 18 horas.(humedad 86%).

CAMBIOS DE PESO, CONSUMO Y UTILIZACION DEL ALIMENTO
(PROMEDIOS) POR LOS CERDOS EN EL PERIODO EXPERIMENTAL

PRIMER BALANCE

G R U P O S

	1	2	3	4	5	6
Periodo experi mental (días)	4	4	4	4	4	4
Peso inicial(kg)	15.5	14.75	13.50	11.50	12.50	12.0
Peso final (kg)	13.25	14.75	14.00	12.50	12.50	12.75
Peso ganado(kg)	2.75	0.0	0.50	1.0	0.0	0.75
Consumo de ali mento (kg)	1.22	0.43	0.40	0.32	0.35	0.33

Los grupos 1 y 2 consumieron raciones control.

Los grupos 3,4,5 y 6 consumieron raciones conteniendo 24% de pulpa de café deshidratada al sol, rodillos, bandejas y liofilizadora.

CUADRO 5

GAMBIOS DE PESO, CONSUMO Y UTILIZACION DEL ALIMENTO
(PROMEDIOS) POR LOS CERDOS EN EL PERIODO EXPERIMENTAL

SEGUNDO BALANCE

G R U P O S

	1	2	3	4	5	6
Periodo experi mental (días)	5	5	5	5	5	5
Peso inicial(kg)	13.25	14.75	14.0	12.50	12.50	12.75
Peso final (kg)	20.75	15.00	14.25	12.50	13.25	13.00
Peso ganado (kg)	2.50	0.25	0.25	0.0	0.75	0.25
Consumo de ali mento,Kg	1.50	0.43	0.41	0.35	0.35	0.36

Los grupos 1 y 2 consumieron raciones control.

Los grupos 3,4,5 y 6 consumieron raciones conteniendo 24 % de pulpa de
café deshidratada al sol, rodillos, bandejas y liofilizadora.

SUMARIO DE LOS DATOS DE CAMBIO DE PESO, CONSUMO
Y UTILIZACION DEL ALIMENTO POR LOS CERDOS DURANTE
TODO EL PERIODO EXPERIMENTAL

G R U P O S

	1	2	3	4	5	6
Periodo experi mental (días)	9	9	9	9	9	9
Peso inicial (kg)	15.5	14.75	13.5	11.5	12.5	12.0
Peso final (kg)	20.75	15.00	14.25	12.5	13.25	13.0
Peso ganado (kg)	5.25	0.25	0.75	1.0	0.75	1.0
Consumo de alime nto (kg)	2.72	0.35	0.30	0.67	0.69	0.69

Los grupos 1 y 2 consumieron raciones control

Los grupos 3,4,5 y 6 consumieron raciones con 24% de pulpa de café
deshidratada al sol, rodillos, bandejas y liofilizadora.

RESUMEN DEL PRIMER BALANCE METABOLICO

GRUPOS	NITROGENO (g/kg/día)			NITROGENO POR CIENTO	
	INGESTA	FECAL	URINARIA	Absorbido	Retenido
1	2.03	0.22	0.59	89.16	60.10
	1.96	0.24	0.44	87.76	65.31
2	0.80	0.06	0.35	92.50	48.75
	0.80	0.07	0.33	91.25	50.00
3	0.78	0.14	0.27	82.05	47.44
	0.78	0.18	0.21	76.92	50.00
4	0.75	0.12	0.22	88.00	54.67
	0.77	0.14	0.26	81.82	48.05
5	0.78	0.19	0.19	75.64	51.28
	0.80	0.15	0.19	81.25	57.50
6	0.73	0.16	0.22	78.08	47.95
	0.78	0.13	0.20	83.33	57.67

Los grupos 1 y 2 fueron controles con una ingesta proteica de 13.93 g de proteina y 9.71 g de proteina respectivamente.

Los grupos 3, 4, 5 y 6 consumieron raciones con 24 % de pulpa de café deshidratada al sol, rodillos, bandejas y liofilizadora.

CUADRO 8

RESUMEN DEL SEGUNDO BALANCE METABOLICO

GRUPOS	NITROGENO (gr./Kg./día)			NITROGENO POR CIENTO	
	INGESTA	FECAL	URINARIO	Absorbido	Retenido
1°	1.72	0.20	0.61	88.4	52.9
	1.67	0.17	0.49	89.8	60.5
2°	0.79	0.05	0.23	93.7	64.6
	0.80	0.04	0.33	95.0	53.8
3	0.79	0.14	0.26	82.3	49.4
	0.80	0.15	0.26	81.2	48.8
4	0.80	0.14	0.33	82.5	41.2
	0.77	0.14	0.29	81.8	44.1
5	0.78	0.16	0.14	79.5	61.5
	0.77	0.13	0.23	83.0	53.2
6	0.80	0.17	0.25	78.8	47.5
	0.78	0.11	0.26	85.9	52.6

° Los grupos 1 y 2 son controles.

Los grupos 3,4,5 y 6 consumieron raciones conteniendo pulpa de café deshidratada por sol, rodos, bandejas y liofilizadora.

RESUMEN DE LOS DOS BALANCES METABOLICOS

GRUPOS	% de Absorción	% de Retención
1	88.8a	59.7
2	93.2a	54.3
3	80.6b	48.9
4	83.4b	47.5
5	79.9b	55.9
6	81.5b	51.4

Los grupos 1 y 2 consumieron raciones control

Los grupos 3,4,5 y 6 consumieron las raciones que contenían 24 % de pulpa de café deshidratada por sol, rodos, bandejas y liofilizadora.

LETRAS diferentes son estadísticamente significativas (P-0.05)

CUADRO 10

VALORES PROMEDIO DE SODIO Y POTASIO EXCRETADOS
EN ORINA DE LOS
ANIMALES UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO

mg/100 ml

BALANCE 1

BALANCE 2

GRUPOS	BALANCE 1		BALANCE 2		PROMEDIOS	
	SODIO	POTASIO	SODIO	POTASIO	SODIO	POTASIO
1	1.39	0.45	1.09a	0.36	1.24	0.40
2	0.84	0.28	0.56b	0.21	0.70	0.24
3	0.58	0.28	0.42b	0.20	0.50	0.24
4	0.44	0.36	0.47b	0.26	0.46	0.31
5	0.74	0.31	0.51b	0.28	0.62	0.30
6	1.24	0.52	0.79b	0.42	1.02	0.47

Los grupos 1 y 2 consumieron raciones control.

Los grupos 3,4,5 y 6 Consumieron raciones conteniendo 24% de pulpa de -
café deshidratada al sol, rodillos, bandejas y liofilizadora.

Letras diferentes son estadisticamente significativas (P-0.05).

CUADRO 11

VALORES PROMEDIO DE LOS METABOLITOS DETERMINADOS
EN EL SUERO SANGUINEO DE LOS CERDOS UTILIZADOS EN EL
EXPERIMENTO°

G R U P O S

	1	2	3	4	5	6
Lisina libre mg/100 ml	0.021	0.022	0.027	0.028	0.027	0.016
Albúmina mg/100 ml	3.82	3.92	4.21	4.36	4.05	4.18
Proteína g/100 g	9.18	8.84	8.84	8.92	6.8	9.1
Glucosa g/100 gr	124.52	133.44	107.34	147.62	139.4	163.97
Alfa-amino nitrogeno mg /100 ml	1.64	2.11	1.81	1.22	1.16	1.12
Amonio mg/100 ml	0.34	0.26	0.19	0.28	0.25	0.27
Relación amino ácidos no esen- ciales a esen- ciales.	1.16	2.11	1.64	1.81	1.22	1.12

° Datos tomados al final del experimento.

Los grupos 1 y 2 consumieron ración control.

Los grupos 3,4,5 y 6 Consumieron raciones con 24 % pulpa de café
deshidratada al sol, rodillos, bandejas y liofilizador.

EXCRESION PROMEDIO DE ORINA DE LOS ANIMALES
UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO

BALANCE I

<u>Grupos</u>	<u>Lts/día</u>	<u>Lts/kg/día</u>	<u>Vol. total lts.</u>
1	1.73	0.10	6.92
2	1.42	0.38	5.67
3	1.74	0.19	7.17
4	1.60	0.13	6.42
5	1.36	0.11	5.50
6	0.92	0.09	3.68

EXCRESION PROMEDIO DE ORINA DE LOS ANIMALES
UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO

BALANCE II

<u>Grupos</u>	<u>Lts/día</u>	<u>Lts/kg/día</u>	<u>Vol. total.lts.</u>
1	2.14	0.10	10.2
2	1.28	0.10	6.4
3	2.78	0.13	13.9
4	3.60	0.13	8.0
5	1.40	0.11	7.0
6	1.17	0.08	5.8

CUADRO No. 14

EXCRESION PROMEDIO DE ORINA
(Balance I y II)

<u>Grupos</u>	<u>Lts/día</u>	<u>Lts/kg/día</u>	<u>Vol. total lts.</u>
1	1.94	0.10	8.6
2	1.35	0.24	6.0
3	2.26	0.16	10.5
4	2.60	0.13	7.2
5	1.38	0.11	6.2
6	1.05	0.09	4.7

B I B L I O G R A F I A

- 1- Aguirre, B. F. La utilización industrial del grano de café y de sus subproductos. Guatemala, Instituto Centroamericano de Investigaciones y Tecnología Industrial, 1966. 43 p. (Investigaciones tecnológicas del ICAITI, N°. 1).
- 2- Aruch, E. I fondi di caffè nell' Alimentazione degli animali. L'Italia Agricola 55(10):299-304. 1918.
- 3- Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of analysis. 11 th. Washinton, D.C., 1950. 523 p.
- 4- Bará, H.; E.M., Espinosa, y M.S. Guerrero. Determinación del nivel adecuado de pulpa de café en la ración de novillos. Agricultura en El Salvador 10(2):27-35. 1970.
- 5- Bolaños, J. R. La Pulpa de café como alimento para ganado. Ponencia presentada por la Asociación Cafetalera de El Salvador. Primer congreso pecuario nacional. El Cafe de El Salvador 23 (258-259):217-218. 1953.
- 6- Bressani, R.; L.G. Elias, Eugenia Estrada y R. Jarquín. Valor Nutritivo de la pulpa de café en monogástricos. Alpa 6:142-143. 1971.
- 7- _____; Eugenia Estrada y R. Jarquín. Pulpa y pergamino de café. II. Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa: Turrialba 22(3):299-304. 1972.
- 8- _____, L.G. Elias, R. Jarquín y L. Urrutia. Pulpa y pergamino de café. IV. Efecto de la pulpa de café deshidratada en la dieta de ratas y pollos. Turrialba 23(4): 403-409. 1973.
- 9- _____, R. Jarquín, Eugenia Estrada y R. Gómez-B. Composición química de la pulpa de café. Alpa 6:113-114. 1971.
- 10- Burns, E.E. Method of tannin analysis for forage crop evaluation. Georgia Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin N.S. 32. 1963. 14 p.
- 11- Cabezas, M.T. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de ganado de carne. En: Reunión Internacional sobre la utilización de Subproductos del café en la Alimentación Animal y otras aplicaciones Agrícolas e Industriales. 1° Turrialba, Costa Rica, 11-14 junio, 1974. Informe final. Turrialba, C. R., IICA, 1974.
- 12- _____; Eugenia Estrada, Beatriz Murillo, J.M. Gonzáles y R. Bressani. Performance of growing cattle fed rations containing caffeine and tannic acid. Propuesto para publicación en Animal Production. Inglaterra 1974.

- 13- _____; J.M. González, J.E. Braham y R. Bressani. Pulpa de café y cafeína en raciones para terneros. Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. 4° Guadalajara, México, 22-29, Junio 1973.
- 14- Cunningham, H. M. "Effect of caffeine on nitrogen retention, carcass composition, fat mobilization and the oxidation of C-14 labelled body fat in pigs". J. Animal Sc., 27:424-426. 1968.
- 15- Echeverría, G. "La pulpa de café como alimento para el ganado". Rev. Cafetera Colombia, 8(115):3310-3313. 1947.
- 16- Estrada V. Eugenia. Cafeína y taninos como factores limitantes en el uso de la pulpa de café en la alimentación de terneros. Tesis (Magister Scientífica) Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. INCAP/CESNA. 1973. 56 p.
- 17- _____; Estudios del efecto de algunos tratamientos sobre las características tóxicas de la pulpa de café. Tesis (Licenciado Químico) Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 1971. 54p.
- 18- Fisher, L.J.; Silvia L. Buring and L.E. Rosemberg. "A Modified ninhydrin colorimetric method for the determination of plasma alpha amino nitrogen". Clinical Chem. 9:573-581, 1963.
- 19- Fonseca, H. "Descubren nuevo alimento para el ganado". Agro-Industria, 2(9):11-16. 1973.
- 20- Jarquín, R.; J.M. González, J.E. Braham, y R. Bressani. "Pulpa y pergamino de café. II. Utilización de la pulpa de café en ruminantes". Turrialba, 23:41-47. 1973.
- 21- Jaffé, W. y D.S. Ortiz. "Notas sobre el valor alimenticio de la pulpa de café". AGRO, (Venezuela) 7(23):31-37. 1952-1953.
- 22- Layne, E. Spectrophoretic and turbidimetric methods of measuring -- proteins. III. Biuret method. In: Methods in Enzymology, Vol. III. p 450. New York, Academic Press Inc.
- 23- Martínez Nadal, Noemí G. "Coffee by-products, their chemical composition and possible economic uses". Coffee and Tea Industries and the Flavor Field. 1958:9-10, 33-34. Aug. 1958.
- 24- Mather, R. E. y W.P. Apgar, Jr. Dried extracted coffee meal as a feed for dairy cattle. J. Of Dairy Sc. 39(7):938. 1956.
- 25- Mendez, T. y A. P. Torres. "A torta de café na alimentação das aves". Revista de Agricultura (Paracicaba) 36(2):75-83. 1961.
- 26- Mosehr, R. E.; A.J. Boyle, E.J. Bird, S.D. Jacobson, T.M. Batcheler, L.I. T. Yseri y G.B. Myers. "The use of flame photometry for the quantitative determination of Na and K in plasma and urine". Am. J. Clin. Path., 19:461-470. 1949.

- 27- Nelson, N. J. "A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose". J. Biol. Chem., 153:375-380. 1944.
- 28- Obrink, K.J. A Modified Conway Unit for Microdiffusion Analysis. J. Biochem., 59:134-136. 1955.
- 29- Osegueda Jiménez, F. L.; R.A. Quiteño, R.A. Martínez y M. Rodríguez. "Uso de la pulpa seca en el engorde de novillos en confinamiento". Agric. El Salvador, 10:3-9. 1970!
- 30- Pomenta, J. V.; Burns, M.E. "Factors affecting chlorogenic, quinic, - and caffeic acid levels in sunflower kernels". J. of Food - Sci. 36:490-492. 1971.
- 31- Punnett, P.W. Spent grounds cause major soluble problem. Tea and coffee Trade Journal 114(2):13,41-42. 1958.
- 32- Reunión Internacional sobre la Utilización de Subproductos del Café en la Alimentación Animal y otras Aplicaciones Agrícolas e Industriales. 1a. Turrialba, Costa Rica, 11-14 junio, 1974. Informe Final. Turrialba, C.R., IICA, 1974. 92 p.
- 33- Rogerson, A. "Nutritive value of coffee hulls". E. African Agr. J., 20:254-255. (Original no consultado: Compendiado en Nut. Abs. Rev., 25:1086. 1955.
- 34- Rosales, F. A. El uso de la pulpa de café deshidratada en la alimentación de cerdos. Tesis (Magister Scientiarum). Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia- INCAP/CESNA. 1974. 46 p.
- 35- Schanderl, S. H. "Tannins and related phenolics". En: Joslyn, M.A. Methods of food analysis. 2nd ed. New York, Academic Press, 1970. pp 701-725.
- 36- Sollman, R. A manual of pharmacology. Philadelphia, W.B. Saunders, Co., 1957. pp. 254, 256, 259, 264.
- 37- Suarez de Castro, F. "Valor de la pulpa como abono". Bol. del Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café. 5:1-2. 1966!
- 38- Van Severen, M. L. y R. Carbonell. Estudios sobre la digestibilidad de la pulpa de café y de la hoja de banano. El Café de El Salvador, 19(219):1619-1624. 1949.
- 39- Van Rest, D. J. y P.F. Randel. Methods of ensiling coffee pulp. Transactions of the American Society of Agricultural Engineering. 12(2):180-181, 186. 1969.
- 40- Whiteshead, R. G. "Rapid determination of some plasma amino acids in - subclinical Kwashiorkor". Lancet, 1:250. 1964.
- 41- Work, S. M.; L. Van Severen y L. Escalón. "Informe preliminar del - valor de la pulpa de café seca, como sustituto del maíz en la ración de vacas lecheras". Café El Salvador, 16:773-779. 1946.



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto

No. 130. *Palmyra R. de Quan*

PALMYRA R. DE QUAN
BIBLIOTECARIA



Ch.

ING.

PA. A1