

636.4
P215

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**EFFECTO DE NIVELES PROTEICOS Y PULPA
DE CAFE EN CERDOS CRIOLLOS**

Tesis

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

LEONEL ARMANDO BERDUCIDO PINZON

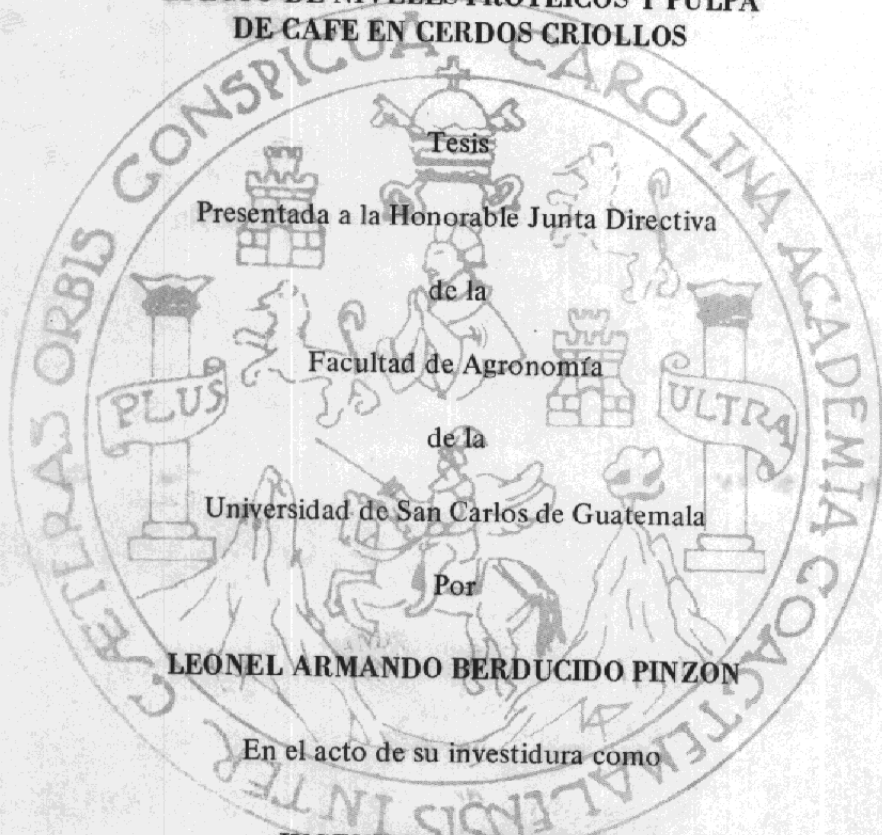
En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

en el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Marzo 1975



PdeO Guate, 24.X.75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Roberto Valdeavellano

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Ing. Agr. Carlos Estrada C.
Vocal 1o.:	Ing. Agr. Salvador Castillo O.
Vocal 2o.:	Ing. Agr. Ronaldo Prado
Vocal 3o.:	Ing. Agr. Carlos Guillermo Aldana
Vocal 4o.:	P.A. Napoleon Medina
Vocal 5o.:	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. Lionel Siekavizza
Examinador:	Lic. Fernando Dias Romeu
Examinador:	Ing. Agr. Ronaldo Prado
Secretario:	Ing. Agr. Oswaldo Porres G.

**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 vuestra consideración el trabajo de tesis titulado

**“EFECTO DE NIVELES PROTEICOS Y PULPA
DE CAFE EN CERDOS CRIOLLOS”.**

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

Atentamente,

(f) Leonel Armando Berducido Pinzón

INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA

COSTA RICA
EL SALVADOR
GUATEMALA
APARTADO POSTAL 118

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

CARRETERA PANAMAYEL ZONA II
GUATEMALA, C. A.

CABLE: INCAP

HONDURAS
NICARAGUA
PANAMA

TELEFONOS: 40-42 AL 40-47
Y 40-48 AL 40-50

21 de febrero 1975

Sr. Decano de la Facultad
de Agronomía
Ing. Agr. Carlos Estrada Castillo
Presente

Estimado Señor Decano:

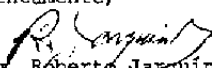
Por medio de la presente deseo notificarle que he asesorado el trabajo de tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, del Br. Leonel Berducido Pinzón.

Dicho trabajo titulado "Efecto de niveles proteicos y de pulpa de café en cerdos criollos" ha sido encontrado enteramente satisfactorio, y en mi opinión, llena ampliamente 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. Berducido Pinzón pueda llevar a cabo su examen de tesis respectivo.

Agradeciendo de antemano su atención, lo saluda

Atentamente,


Ing. Roberto Jarquín R., División
de Ciencias Agrícolas y de Alimentos

RJR/mr

27 de febrero de 1975

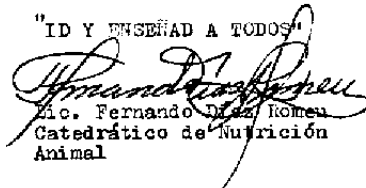
Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ingeniero Carlos Estrada Castillo
Presente

Estimado Señor Decano:

Atentamente me permito manifestar a usted que he revisado el trabajo de Tesis de Grado desarrollado por el Br. Leonel Berducido Pinzón, titulado "EFECTO DE NIVELES PROTEICOS Y PULPA DE CAFE EN CERDOS CRIOLLOS," el cual, en mi opinión, llena los requisitos establecidos para su aceptación como tal, constituyendo un aporte importante para el desarrollo de la industria pecuaria del país.

Sin otro particular, me suscribo como su atento y seguro servidor.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Lic. Fernando Díaz Romen
Catedrático de Nutrición
Animal

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE REGISTRO-REFERENCIA

**DEDICO ESTE ACTO
Y
ESTA TESIS**

A Dios

A mis padres

**Ruben G. Berducido
Margarita P. de Berducido**

A mi esposa

María Teresa

A mi hija

Claudia María

A mis hermanas

A la Facultad de Agronomía

A la Universidad de San Carlos de Guatemala

A la División de Química Agrícola (INCAP)

A mis compañeros de Promoción.

AGRADECIMIENTO

Quiero por este medio patentizar mi agradecimiento a las personas que de una u otra forma, colaboraron para la realización de este trabajo, en especial a: Dr. Ricardo Bressani, Dr Luiz G. Elías, Dr Edgar Braham, Dr Roberto Gómez Brenes e Ing. Roberto Jarquín por su acertada dirección y buenos consejos. También a Don Lauro Rivera, Don Carlos Urrutia (Q.E.P.D), P.A. Jorge Mario Gonzáles y en general a todo el personal de la división de Química Agrícola del Instituto de Nutrición de Centro America y Panama (INCAP), en donde tube oportunidad de realizar mi trabajo de tesis.

Así mismo quiero dejar constancia de mi agradecimiento al Lic. José A. Olivares.

CONTENIDO

1. INTRODUCCION

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Requerimientos proteínicos

2.2 Pulpa de café

2.2.1 Composición química

2.2.2 Valor nutritivo de
la pulpa de café

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Animales experimentales

3.2 Raciones

3.3 Instalaciones y cuidado de los animales

3.4 Análisis químicos

3.5 Análisis bioquímicos

4. RESULTADOS

4.1 Estudios químicos

4.2 Estudios biológicos y bioquímicos

5. DISCUSION Y CONCLUSIONES

5.1 Niveles proteicos

5.2 Niveles de pulpa

6. RESUMEN

7. BIBLIOGRAFIA

CUADROS

1. Requerimientos de calorías y de proteína para cerdos en crecimiento y para la ceba.
2. Formulación de las raciones del primer experimento utilizando diferentes niveles proteicos y dos niveles de pulpa de café.
3. Formulación de las raciones del segundo experimento utilizando diferentes porcentajes de pulpa de café deshidratada.
4. Análisis de proteína y fibra cruda de los ingredientes utilizados en la elaboración de las raciones de ambos experimentos.
5. Análisis proximal de las raciones utilizadas en el primer experimento.
6. Análisis proximal de las raciones con diferentes niveles de pulpa de café utilizados en el segundo experimento.
7. Comportamiento de cerdos criollos alimentados con diferentes niveles de proteína en la ración.
8. Comportamiento de cerdos criollos alimentados con diferentes niveles de pulpa de café en la ración.
9. Comportamiento de cerdos criollos alimentados con diferentes niveles de pulpa de café en la ración.
10. Valores iniciales y finales de constituyentes del suero sanguíneo de cerdos criollos alimentados por 12 semanas con diferentes niveles de proteína de la ración.

11. Valores iniciales y finales de constituyentes del suero sanguíneo de cerdos criollos alimentados durante 12 semanas con diferentes niveles de pulpa de café.
12. Resultados de albúminas séricas y proteínas séricas totales obtenidos en cerdos criollos alimentados durante 10 semanas con diferentes niveles de pulpa de café.
13. Valores iniciales y finales de la relación de aminoácidos no esenciales a esenciales de cerdos criollos alimentados por 12 semanas con diferentes niveles proteínicos en la ración.
14. Valores iniciales y finales de la relación de aminoácidos no esenciales a esenciales de cerdos criollos alimentados por 12 semanas con diferentes niveles de pulpa de café en la ración.
15. Valores iniciales y finales de la relación de aminoácidos no esenciales a esenciales de cerdos criollos alimentados por 10 semanas con diferentes niveles de pulpa de café.

1. INTRODUCCION

Se han llevado a cabo numerosos estudios para tratar de solucionar el problema de la desnutrición proteínico-calórica en Centro América y se ha establecido que son numerosos los factores que contribuyen al problema y que la solución requiere la contribución de diversos sectores (agrícola, salud, educación, comunicaciones, etc); entre dichos sectores merece mención especial el agrícola, ya que la economía de estos países se basa primordialmente en la productividad agropecuaria. Se sabe que en los países desarrollados el adelanto tanto técnico como científico, en el aspecto zootécnico y en el agronómico ha contribuido enormemente al mejoramiento de razas porcinas especializadas productoras de carne como resultado de un aumento en la disponibilidad de cereales y subproductos industriales. Sin embargo, en el área centroamericana se carece de los métodos científicos aplicables al fomento de la industria animal a la vez que de las prácticas y conocimientos necesarios para desarrollar una producción eficiente de granos que permita establecer programas de mejoramiento de la nutrición en animales monogástricos.

Con respecto a la industria porcina, datos estadísticos obtenidos en la república de Guatemala indican que el 90o/o de la población porcina está constituida por el cerdo criollo, indicando que esta clase de animal representa una reserva económica para la población de bajos recursos.

Por otro lado, debido a la resistencia adquirida a vivir en condiciones tan precarias del medio climático y alimenticio, estos animales constituyen un potencial genético que debe de investigarse.

También es cierto que en países como Guatemala, los cereales, especialmente el maíz, son escasos y caros por la

demanda de ellos para la población humana, derivándose de ello la necesidad de buscar otras fuentes de proteína y energía que permitan la elaboración de raciones prácticas y baratas para la nutrición porcina.

En nuestro medio se encuentran subproductos agrícolas e industriales que por falta de investigación no se aprovechan eficientemente. Hay disponibilidad de materiales provenientes de la agricultura, como lo es la pulpa de café, que por falta de tecnología apropiada para su aprovechamiento continúan siendo desperdicios agrícolas. Sin embargo, en el INCAP se han venido haciendo esfuerzos desde hace algunos años para un mejor aprovechamiento de los subproductos y desperdicios agrícolas existentes en la elaboración de raciones tanto para animales rumiantes como monogástricos. Siendo la pulpa de café un recurso abundante en todo el hemisferio, que en la actualidad en muchos países se desperdicia y en algunos lugares causa hasta problemas sanitarios, se considera de importancia primordial efectuar la investigación pertinente para su aprovechamiento.

El objeto de este trabajo de tesis consistió en estudiar recursos existentes en el área, primero aportando información relacionada al nivel proteíco requerido por el cerdo criollo en la dieta y segundo, investigando el porcentaje de pulpa de café que este tipo de cerdo tolera como parte de una dieta alimenticia.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Requerimientos proteínicos:

Los requerimientos de proteína para el cerdo en las diferentes etapas de crecimiento como también para propósitos de manutención, reproducción y lactancia han sido bastante bien definidos.

El cuadro 1 presenta los datos que sobre esto ha publicado el Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos (25). En este cuadro se incluye el peso de los animales, el aumento en peso esperado, el porcentaje de proteína en la dieta, así como el contenido de nutrientes totales digeribles y la energía digerible. Es importante señalar que el porcentaje de proteína en la dieta, representa una proteína de alta calidad nutritiva, o sea aquella que tiene los aminoácidos esenciales en las cantidades necesarias para el cerdo y en el balance adecuado, para una eficiente utilización.

Los datos en el cuadro indican que los requerimientos de proteína como tal, son altos cuando el cerdo es pequeño y van disminuyendo con la edad, hasta alcanzar valores del 12o/o. En general se considera que el cerdo tiene un requerimiento bajo para proteína en la dieta, sin embargo, es común encontrar que muchas fórmulas de concentrados prescriben raciones prácticas con un tenor protéico excesivamente alto.

Gómez Brenes y colaboradores (15) han informado recientemente de resultados de valores de proteínas séricas y albúminas, parámetros indicativos del estado de nutrición proteínica, en cerdos criollos y Duroc Jersey alimentados con niveles de 6.1 y 14.6o/o de proteína. La información obtenida sugiere que el cerdo criollo requiere menor cantidad de proteína total en la dieta que el cerdo Duroc, pero que el patrón de aminoácidos esenciales probablemente es el mismo para ambos.

CUADRO 1

**REQUERIMIENTOS DE CALORIAS Y DE PROTEINA
PARA CERDOS EN CRECIMIENTO Y PARA
LA CEBÁ.**

	Cerdos en crecimiento			Cerdos en ceba		
Rango-peso vivo, lbs	10-25	25-50	50-75	75-125	125-175	175-225
Aumento diario esperado, lbs	0.6	1.0	1.3	1.6	1.7	1.9
Proteína cruda. o/o	22	18	16	14	13	12
NTD, o/o	80	80	75	75	75	75
Energía digerible Kcal ^x	1600	1600	1500	1500	1500	1500

x Calculado en base a que una libra de NTD contiene 2000 Kcal de energía digerible.

Fuente: Nutrient Requirements of Swine-National Academy of Sciences-National Research Council-Publication 648-1959.

2.2 **Pulpa de café:**

2.2.1 **Composición química:**

Los datos informados en la literatura acerca de la composición química de la pulpa de café han sido muy variables; el contenido proteínico de la pulpa deshidratada oscila entre 8.23 (13) y 11.2o/o (9).

Según Bressani y colaboradores (9) el patrón de aminoácidos de la pulpa de café es superior a la del maíz y comparable a la de algunos concentrados proteínicos, como la harina de pescado, soya y algodón. La fracción del análisis proximal conocido como extracto libre de nitrógeno (ELN) varía en la pulpa deshidratada, habiéndose encontrado valores desde 37.8 (17) hasta 60.2 (28).

En lo que respecta a fibra cruda, los valores obtenidos por algunos investigadores oscilan entre 15.76 (8) y 27.83 o/o (13); algunos autores han investigado el efecto de la fermentación de la pulpa de café sobre el contenido de fibra cruda y de la fracción del extracto libre de nitrógeno, habiendo encontrado disminución en el contenido de fibra cruda (13) de 27.83 a 13.16o/o y un aumento de contenido del extracto libre de nitrógeno de 57.61 a 66.13o/o, mientras que otros investigadores han observado resultados inversos. Bressani y colaboradores (9) no observaron mayores diferencias en la composición química de la pulpa fermentada y deshidratada.

El contenido de grasa en la pulpa oscila entre 1.7 y 2.6o/o (9,17) lo que la hace muy similar a otros forrajes utilizados para la alimentación de animales (24).

El porcentaje de materia inorgánica obtenido por algunos investigadores varía entre 3.2 y 8.3o/o (1,9). Otros informes han indicado que la pulpa de café contiene un alto porcentaje de potasio (9) y una relación de calcio a fósforo de 4:1; Aguirre (1) informó un 11o/o de ácido silícico del total de materia inorgánica y concluyó que según diferentes niveles de esta sustancia puede producirse disminución de la digestibilidad de los forrajes.

Con respecto a las vitaminas Bressani y colaboradores (8) han informado niveles de rivo flavina de 41.5 mg/100g de pulpa de café y Jaffé y Ortiz (17) han obtenido resultados de 0.07 mg/100g y 0.31 mg/100g para rivo flavina y 0.4 mg/100g y 1.70 mg/100g para niacina en pulpa deshidratada y fermentada, respectivamente.

Debido a la discrepancia existente en lo que respecta a la composición química de la pulpa de café encontrada en la

literatura, Cabezas (x) propone que los factores que dan origen al fenómeno anterior pueden ser debido a: 1) origen de la pulpa, 2) tipo y tratamiento a que la pulpa es sometida y 3) diferencia en el análisis proximal.

2.2.2 Valor nutritivo de la pulpa de café:

Los estudios llevados a cabo para conocer el valor nutritivo de la pulpa de café (6,7,17,28) han llevado a la conclusión que este subproducto agrícola puede ser utilizado para la alimentación de animales tanto ruminantes como monogástricos (6, 13, 31, 26).

Existen muy pocos estudios (6, 7, 13) sobre los niveles adecuados de la pulpa de café para la alimentación de monogástricos. Bressani y colaboradores (7) estudiaron el efecto de la pulpa de café deshidratada; estos investigadores concluyeron que conforme el nivel de pulpa de café se incrementa en la ración, el aumento ponderal promedio disminuye y que a niveles mayores de 30o/o acusaban una alta mortalidad en las ratas habiendo encontrado que la mortalidad era menor cuando se utilizaban ratas adultas.

Squibb menciona (27) que Zeelers trabajando con cerdos alimentó niveles de 25, 50 y 75o/o de pulpa de café y concluyó que ésta, tenía poca aceptación y que los cerdos perdían peso pero no hubo ninguna mortalidad.

Estudios realizados en cerdos por Jarquín y colaboradores (19) utilizando niveles de 8.2, 16.4 y 24.6o/o de pulpa de café deshidratada en la ración indican que la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia disminuyen en relación directa al nivel de pulpa empleado; y cuando efectuaron balances metabólicos encontraron que el nitrógeno retenido para el grupo

(x) M. Cabezas (Científico de la división de ciencias agrícolas y alimentos del INCAP), Comunicación personal 1974.

control y las raciones con 8.2 y 16.4 de pulpa de café fue de 46.5, 43.3 y 42o/o respectivamente, mientras que en el grupo con 24.6 de pulpa de café la retención fue de 36.5o/o, lo que demuestra que a mayor cantidad de pulpa en las raciones menor es el porcentaje de nitrógeno retenido.

Cabezas y colaboradores (12) efectuaron balances nitrogenados en terneros Holstein de 122 kg de peso. Los resultados revelaron un descenso significativo en el porcentaje de nitrógeno retenido por el animal; descenso que produjo una mayor excreción de nitrógeno en la orina, acompañado de un incremento considerable de la orina excretada, cuando la ración contenía 24o/o de pulpa. Se observó también que la pulpa tendía a producir una disminución en el consumo de alimento y en el porcentaje de nitrógeno absorbido.

Con respecto a los efectos adversos de la pulpa de café, Bressani (9) concluyó que la exposición al sol, así como la fermentación de la pulpa antes de ser deshidratada, destruía parcialmente los factores tóxicos permitiendo a los animales una ganancia de peso satisfactoria.

Se cree que los factores tóxicos adversos de la pulpa de café son la cafeína y los taninos (7). Sin embargo Jeffé y Ortiz (17) concluyen que ni la cafeína ni los taninos son los factores tóxicos de la pulpa de café. Conningham (14) estudió el efecto de la cafeína en cerdos, encontrando que niveles de cafeína de 1.5 g/kg de peso/día inevitablemente la retención de nitrógeno en un 7.9o/o en un período de 4 semanas y que los depósitos de grasa disminuían en un 6.6o/o en un experimento y 13.3o/o en otro.

Cabezas (10) informa que en raciones para crecimiento de ganado Holstein, la pulpa de café deshidratada, a niveles de 0, 10, 20 y 30o/o durante 12 y 24 semanas, y deshidratada o ensilada-deshidratada a niveles de 0, 30 y 48o/o durante 12 semanas produce una disminución en el rendimiento de los

terneros, pero que después de un período de adaptación los resultados son bastante aceptables.

Cabezas y colaboradores (11) llevaron a cabo un estudio con terneros de raza Holstein de 7 a 8 meses de edad, los cuales fueron sometidos a diferentes tratamientos alimenticios, preparados a base de pulpa de café en substitución de cascarilla de algodón. Estos investigadores llegaron a la conclusión que la ingesta de pulpa de café a niveles de 30o/o en la ración determina en el animal un período de adaptación que más tarde le permite ingerir niveles mayores de este material, mientras que niveles menores del 30o/o no producen en el animal adaptación alguna.

Bará y colaboradores (3) trabajando con novillos criollos mejorados, en confinamiento, substituyeron el 15 y el 30o/o en una ración testigo a base de pasto elefante ensilado con pulpa de café seca o ensilada. Estos investigadores obtuvieron resultados satisfactorios en los grupos que consumieron el 15o/o de la pulpa de café seca o ensilada cuando se comparó con el grupo testigo, no habiéndose encontrado diferencias significativas entre éste y los grupos experimentales en lo que respecta a ganancia de peso. Indican también que ni aún a niveles de 30o/o hay rechazo del alimento y que no se observan efectos fisiológicos desfavorables.

Braham y colaboradores (4) alimentaron terneros de raza Holstein de 140 a 150 días de edad con raciones que contenían 30 o 48o/o de pulpa de café ensilada y deshidratada y 30o/o de pulpa deshidratada sin ensilar, en substitución de cascarilla de algodón del grupo testigo que consumió una ración sin pulpa de café. Estos investigadores encontraron que para ambos tipos de pulpa, los pesos y la utilización del alimento eran inferiores al grupo testigo obteniéndose una mejor respuesta en el grupo que consumió la pulpa deshidratada sin ensilar. Este estudio demostró también que el consumo de pulpa de café eleva el nivel de ácidos grasos libres en el suero sanguíneo

Jarquín y colaboradores (20) trabajando con terneros castrados de raza Holstein con una edad de 76 días, emplearon pulpa de café deshidratada al sol, en la preparación de raciones que contenían 0, 10, 20 y 30o/o de este material en substitución de cascarillas de algodón. Estas raciones se proporcionaron ad-libitum por períodos de 12 y 24 semanas, y se observó que el aumento ponderal y el índice de eficiencia de alimentación acusaron una relación inversa con respecto al contenido de pulpa de café en la ración.

Jarquín y colaboradores (18) evaluaron la posibilidad de utilizar el pergamino de café como material de relleno en alimentos formulados para ganado bovino. Para este propósito incorporaron niveles de 15 y 30o/o de este material en substitución de tazol de maíz en una serie de raciones experimentales. Los resultados obtenidos en cuanto a ganancia en peso y conversión alimenticia mostraron una relación inversa con el nivel de pergamino empleado en la ración. A pesar de ello, los autores señalan la factibilidad de utilizar 30o/o de pergamino de café en raciones para ganado bovino.

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1 Animales experimentales

En la realización del presente trabajo se utilizaron cerdos criollos de dos meses de edad aproximadamente, provenientes del área de San Martín Jilotepeque, municipio del departamento de Chimaltenango. Al llegar estos animales a la Finca Experimental del INCAP fueron sometidos, previo al estudio, a una alimentación ad-libitum a base de una mezcla de 85 partes de maíz y 15 partes de soya, y al mismo tiempo, durante este período de adaptación, se les administró la vacuna contra el cólera porcino, y se desparasitaron con Tripazol (1).

Se efectuaron dos experimentos por separado y en distinta época; en el primer experimento se trató de investigar el nivel adecuado de proteína para este tipo de cerdo. Al mismo tiempo, el nivel más alto de proteína fue comparado con dos raciones elaboradas con distintos porcentajes de pulpa de café. El segundo experimento consistió en evaluar raciones isoprotéicas con tres niveles de pulpa de café.

Para el primer experimento se utilizó un total de 31 cerdos criollos, 16 machos y 15 hembras, los cuales fueron distribuidos de acuerdo a peso y sexo, en cinco grupos experimentales. Tres de estos grupos con un total de 7 cerdos cada uno de ellos, 4 hembras y 3 machos, fueron alimentados con las raciones que contenían niveles proteínicos de 8, 12 y 16o/o; los dos grupos restantes estaban constituidos por un total de cinco cerdos cada grupo, 2 machos y 3 hembras, los cuales fueron alimentados con raciones cuyo contenido proteico también fue de 16o/o pero con niveles de 12 y 24o/o de pulpa de café.

(1) Tripazol; medicamento veterinario para parásitos intestinales.

Para el segundo experimento se usó un total de 24 cerdos criollos, 12 machos y 12 hembras, los cuales fueron distribuidos de acuerdo a peso y sexo, en cuatro grupos experimentales. Las raciones utilizadas fueron calculadas con un 16o/o de proteína con niveles de 12, 18 y 24o/o de pulpa de café.

3.2 Raciones

Los ingredientes utilizados para la elaboración de las raciones son prácticamente comunes para ambos experimentos, existiendo pequeñas diferencias en el contenido proteínico de la soya y el maíz empleados en el primero y segundo experimentos; sin embargo, dicha diferencia fue considerada en la cantidad de premezcla utilizada para la elaboración de las raciones. Para el primer experimento se utilizó olote molido como material de relleno para balancear el contenido de fibra, y en el segundo se utilizó tazol (1) molido para el mismo propósito por considerarse más adecuado para obtener una mejor homogenización de las raciones. La melaza empleada es el subproducto de la industria azucarera cuya disponibilidad es abundante en el área centroamericana. Las vitaminas, elementos menores y Aurofac empleados provienen de casas comerciales locales. La pulpa de café se obtuvo del beneficio San Lázaro, localizado en Antigua Guatemala, a una altura de 1530 m sobre el nivel del mar siendo recolectada al momento de despulpar el café y transportada en estado fresco a la Finca Experimental del INCAP donde fue extendida sobre lienzos plásticos en capas de cuatro pulgadas de espesor, y expuesta al sol por 36 horas aproximadamente, tiempo adecuado para reducir la humedad a un 12o/o. La pulpa deshidratada en la forma descrita fue pasada por un molino de martillos y almacenada en bolsas de papel bajo condiciones ambientales naturales, para luego ser utilizada en la elaboración de las raciones de acuerdo al progreso del experimento.

- (1) Tazol: Término que denota la parte vegetativa, deshidratada de la planta de maíz desde el punto en que se colecta la mazorca hacia arriba.

Para la elaboración de las raciones experimentales se procedió a preparar una premezcla de 65 partes de maíz y 35 partes de harina de soya; de esta premezcla se tomó la cantidad necesaria para obtener el porcentaje deseado de proteína en la ración control. Esta premezcla se formuló en base a estudios biológicos con ratas y representa la combinación de valor proteínico óptimo entre la proteína de soya y la de maíz (5). En ambos experimentos donde se utilizó pulpa de café fue necesario disminuir la cantidad de premezcla de las raciones de acuerdo al aporte proteico del nivel de pulpa empleado. Para obtener uniformidad en el contenido de fibra fue necesario utilizar olote o tazol molidos. Los demás ingredientes de las raciones fueron constantes exceptuando el almidón que se utilizó para completar a 100o/o.

La formulación de las raciones elaboradas para el primero y segundo experimento se describen en los cuadros 2 y 3 respectivamente.

CUADRO 2.

FORMULACION DE LAS RACIONES DEL PRIMER EXPERIMENTO UTILIZANDO DIFERENTES NIVELES PROTEICOS Y DOS NIVELES DE PULPA DE CAFE

(Valores expresados en o/o)

Ingredientes	Ración No. 1	Ración No. 2	Ración No. 3	Ración No. 4	Ración No. 5
Premezcla (Soya-maíz)	33.00	49.50	66.00	61.00	56.00
Pulpa de café				12.00	24.00
Olote de maíz molido	16.80	15.80	14.80	7.70	0.60
MineralesX	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Vitaminas y elementos menoresXX	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Aurofac-10	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Melaza	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Almidón de maíz	36.80	21.30	5.80	5.90	6.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Proteína o/o	8.3	12.9	16.4	16.8	16.4

X Harina de hueso con 33o/o, sal yodada 32o/o, carbonato de calcio 33o/o, elementos menores 2o/o.

XX Dohyfral/Duphar, Amsterdam, Holanda; contiene por kg. vitamina A 2,000.000 U.I., vitamina D₃ 400,000 U.I., vitamina E 1,000 U.I., vitamina B₁₂ 3 mg, Fe 20,000 mg., Mn 10,000 mg., Cu 1,500 mg., I 150 mg., Zn 40,000 mg.

CUADRO 3.
FORMULACION DE LAS RACIONES DEL SEGUNDO
EXPERIMENTO UTILIZANDO DIFERENTES
PORCENTAJES DE PULPA DE CAFE DESHIDRATADA.
 (valores expresados en o/o)

ingredientes	Ración No. 1	Ración No. 2	Ración No. 3	Ración No. 4
Premezcla (Soya-maíz)	72.70	66.90	64.00	60.90
Pulpa de café	0	12.00	18.00	24.00
Tazol molido	14.00	7.00	3.60	0.30
MineralesX	3.00	3.00	3.00	3.00
DohyfralXX	0.10	0.10	0.10	0.10
Aurofac-10	0.20	0.20	0.20	0.20
Melaza	10.00	10.00	10.00	10.00
Almidón de maíz	—	0.80	1.10	1.50
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Proteína o/o	16.5	16.6	16.7	16.7

X Ver cuadro No. 2

XX Ver cuadro No. 2

3.3 Instalaciones y cuidado de los animales

Los grupos experimentales fueron alojados en sus respectivos compartimientos, cada uno de ellos estaba previsto de un comedero grande, para poder proporcionar el alimento *ad-libitum*. El sistema de agua era similar en todos los corrales y se tuvo cuidado constante de que estuviera disponible todo el tiempo que duró el período experimental. Los pisos de cemento fueron diariamente lavados y cepillados. Los animales se pesaron semanalmente por un período total de 12 semanas para los grupos del primer experimento y por 10 semanas para los grupos del segundo experimento, tiempo correspondiente a la duración del experimento. Al mismo tiempo se registró control semanal de consumo de alimento por cada grupo experimental.

3.4 Análisis químicos

Los ingredientes utilizados en la elaboración de las diferentes raciones experimentales, así como las mismas ya

elaboradas, fueron analizadas por su composición química proximal utilizando los metodos de la AOAC (2).

3.5 Análisis bioquímicos

Muestras de sangre fueron obtenidas por punción yugular, en ayunas, al iniciar y al finalizar cada experimento, las muestras fueron analizadas para determinar su contenido de proteínas totales de acuerdo al método de Biuret (21), así mismo se estudió el contenido de albúmina (16) y la razón de aminoácidos no esenciales a esenciales (29).

4. RESULTADOS.

4.1 Estudios químicos

Los resultados de los análisis de proteína y fibra cruda de los ingredientes empleados en la elaboración de las raciones, en ambos experimentos, se presentan en el cuadro 4.

De acuerdo al contenido de proteína y fibra cruda de estos ingredientes se diseñaron las diferentes raciones experimentales empleadas, cuyo análisis proximal se describe en los cuadros 5 y 6. En general son ligeramente superiores a lo programado debido principalmente al ligero aporte proteico proporcionado por el material de relleno cuyo contenido proteico no se consideró en el cálculo respectivo. Las diferencias observadas en el contenido de fibra cruda son probablemente debidas a la variación existente en el contenido de fibra cruda de la pulpa de café o del material de relleno empleado.

4.2 Estudios biológicos y bioquímicos

En el cuadro 7 se describen los resultados obtenidos con los diferentes niveles de proteína empleados en el primer experimento. Los promedios de peso vivo alcanzados fueron de 24.9, 34.1 y 34.9 para los distintos tratamientos, indicando que a medida que se aumenta el contenido proteico de la ración se observa una mejor respuesta en el crecimiento. El análisis estadístico efectuado muestra una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) entre los grupos alimentados con las raciones que contenían 8.3o/o y 16.4o/o de proteína, sin embargo el grupo que consumió la ración con 12.9o/o de proteína no mostró diferencia significativa al compararlo con el grupo control o sea el que recibió la ración con 16.4o/o de proteína.

CUADRO 4
ANALISIS DE PROTEINA Y FIBRA CRUDA DE
LOS INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA
ELABORACION DE LAS RACIONES DE
AMBOS EXPERIMENTOS

(Valores expresados en o/o)

Ingredientes	Proteína g/100 g	Fibra cruda g/100 g
Harina de soya	50.7	3.6
Harina de soya	48.1	3.6
Maíz amarillo	10.0	1.8
Maíz amarillo	9.3	1.8
Olote de maíz	1.8	38.9
Tazol molido	4.4	40.0
Pulpa de café	10.5	23.9

CUADRO 5
ANALISIS PROXIMAL DE LAS RACIONES
UTILIZADAS EN EL PRIMER EXPERIMENTO

(g/100 g)

Ración No.	Humedad	Extracto etéreo	Fibra cruda	Proteína	Cenizas	Extracto libre de nitrógeno
1	12.5	0.8	6.7	8.3	3.9	67.8
2	12.5	1.3	5.5	12.9	4.9	62.9
3	12.4	1.8	5.3	16.4	5.6	58.5
4	12.3	1.8	6.0	16.8	5.7	57.4
5	12.8	2.0	6.1	16.4	5.5	57.2

CUADRO 6.

**ANALISIS PROXIMAL DE LAS RACIONES CON
DIFERENTES NIVELES DE PULPA DE CAFE
UTILIZADOS EN EL SEGUNDO
EXPERIMENTO**

(g/100 g)

Ración No.	Humedad	Extracto etéreo	Fibra cruda	Proteína	Cenizas	Extracto libre de nitrógeno
1	15.1	1.6	6.7	16.5	6.8	53.3
2	14.0	1.7	6.7	16.6	7.3	53.7
3	13.6	2.1	7.5	16.7	6.5	53.6
4	14.4	2.0	7.0	16.7	6.6	53.3

CUADRO 7

**COMPORTAMIENTO DE CERDOS CRIOLLOS ALIMENTADOS
CON DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA
EN LA RACION**

Tratamiento o/o de proteína en la ración	Peso en Kg.			D.E. ^X	Alimento consumido	Eficiencia de alimentación ^{XX}
	Inicial	Final	Ganado			
8.3	7.30	24.90	17.60 $\pm$	7.5	87.90	5.0
12.9	8.10	34.10	26.00 $\pm$	7.9	114.70	4.4
16.4	7.40	34.90	27.50 $\pm$	2.9	123.00	4.5

Duración del estudio 12 semanas

X Desviación Estandar del promedio

XX Eficiencia de alimentación: $\frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Ganancia en peso}}$

En el cuadro 8 se presentan los resultados obtenidos en el primer experimento cuando se comparó la ración control de 16.4o/o de proteína con raciones de contenido protéico similar pero con niveles de 12 y 24o/o de pulpa de café. A juzgar por los resultados observados en el cuadro, la inclusión de 12o/o de pulpa de café en la ración mejora ligeramente la ganancia de peso sin mostrar diferencia estadísticamente significativa con respecto al control.

También se observa una mejor ingestión de alimento de la ración con 12o/o de pulpa, sin mostrar diferencia en la conversión de alimento cuando se compara con la ración control. La adición de 24o/o de pulpa de café en la ración afecta negativamente la ganancia de peso, el consumo del alimento y la eficiencia de conversión del mismo.

En el cuadro 9 se presentan los resultados del comportamiento de los cerdos del segundo experimento, es decir, los que fueron alimentados por 10 semanas consecutivas con las dietas de 16o/o de proteína y con niveles de 12, 18 y 24o/o de pulpa de café. Con respecto a los resultados de ganancia en peso, índice de eficiencia alimenticia y consumo de alimento vemos que éstos guardan una relación inversa de acuerdo al nivel de pulpa empleado. El análisis estadístico, mostró una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los diferentes grupos, sin embargo, cuando por medio del análisis de mínima diferencia significativa (MDS), se compararon los grupos que ingirieron 12, 18 y 24o/o de pulpa con la ración control, únicamente se encontró diferencia significativa con el grupo que consumió la ración con 24o/o de pulpa de café; mientras que los grupos que consumieron 12 y 18o/o de pulpa de café en la ración no mostraron diferencia alguna al ser comparados con el grupo control.

CUADRO 8

**COMPORTAMIENTO DE CERDOS CRIOLLOS
ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE
PULPA DE CAFE EN LA RACION.**

Tratamiento		Peso en kg.			D.E. ^X	Alimento consumido kg.	Eficiencia de alimentación ^{XX}
o/o de proteína en la ración	o/o de pulpa de café en la ración	Inicial	Final	Ganado			
16.4	0	7.4	34.9	27.5 $\pm$	2.9	123.0	4.5
16.8	12	7.8	37.4	29.6 $\pm$	7.6	133.9	4.5
16.4	24	8.6	21.6	13.0 $\pm$	5.3	85.7	6.6

Duración del estudio 12 semanas

X Desviación Estandar del promedio

XX Eficiencia de alimentación: $\frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Ganancia en peso}}$

CUADRO 9

**COMPORTAMIENTO DE CERDOS CRIOLLOS ALIMENTADOS
CON DIFERENTES NIVELES DE PULPA
DE CAFE EN LA RACION**

Tratamiento		Peso en kg.			D.E. ^X	Alimento consumido kg.	Eficiencia de alimentación ^{XX}
o/o de proteína en la ración	o/o de pulpa de café en la ración	Inicial	Final	Ganado			
16.6	0	9.9	37.0	27.1 $\pm$	3.2	104.4	3.9
16.6	12	9.9	34.9	25.0 $\pm$	1.3	103.8	4.2
16.7	18	10.0	32.4	22.4 $\pm$	7.8	97.4	4.3
16.7	24	9.9	29.1	19.2 $\pm$	4.6	84.1	4.4

Duración del estudio 10 semanas

(X) Desviación Estandar del promedio

(XX) Eficiencia de alimentación: $\frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Ganancia en peso}}$

En el cuadro 10 se muestran los valores iniciales y finales de proteínas séricas totales, y albúminas de los cerdos alimentados con diferentes niveles protéicos en la ración. Podrá observarse que los parámetros medidos aumentan en relación directa al nivel proteínico empleado, sin embargo al practicar el análisis estadístico no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, tanto para proteínas séricas totales como para albúminas.

En los cuadros 11 y 12 se presentan los valores iniciales y finales de proteínas séricas totales y albúminas de los grupos de cerdos alimentados con diferentes niveles de pulpa de café tanto en el primero como en el segundo experimento. En lo que respecta a los parámetros medidos, se puede decir que los valores obtenidos tanto para proteínas séricas como para albúminas son bastante similares para los diferentes tratamientos, no existiendo diferencia significativa entre tratamientos.

CUADRO 10
VALORES INICIALES Y FINALES DE CONSTITUYENTES
DEL SUERO SANGUÍNEO DE CERDOS CRIOLLOS
ALIMENTADOS POR 12 SEMANAS CON
DIFERENTES NIVELES DE PROTEÍNA
EN LA RACIÓN.

Tratamiento o/o de proteína en la ración	Proteína Sérica g/100 ml			Albúmina Sérica g/100 ml		
	Inicial	Final	D.E. (*)	Inicial	Final	D.E. (*)
8.3	6.71	6.91 [±]	.17	2.49	2.98 [±]	.50
12.9	6.45	7.17 [±]	.33	2.62	3.67 [±]	.33
16.4	6.75	7.37 [±]	.44	2.77	3.43 [±]	.26

(*) Desviación Estandar del promedio.

CUADRO 11

**VALORES INICIALES Y FINALES DE
CONSTITUYENTES DEL SUERO SANGUINEO
DE CERDOS CRIOLLOS ALIMENTADOS
DURANTE 12 SEMANAS CON DIFERENTES
NIVELES DE PULPA DE CAFE**

Tratamiento o/o de proteína en la ración	o/o de pulpa de café en la ra- ción.	Proteína Sérica g/100 ml			Albumina Sérica g/100 ml		
		Inicial	Final	D.E. (*)	Inicial	Final	D.E. (*)
16.4	0	6.75	7.37 ⁺	.44	2.77	3.43 ⁺	.26
16.8	12	6.86	7.64 ⁺	.17	2.46	3.13 ⁺	.46
16.4	24	6.73	7.63 ⁺	.24	2.92	3.86 ⁺	.56

(*) Desviación Estandar del promedio.

CUADRO 12

**RESULTADOS DE ALBUMINAS SERICAS Y PROTEINAS SERICAS
TOTALES OBTENIDOS EN CERDOS CRIOLLOS ALIMENTADOS
DURANTE 10 SEMANAS CON DIFERENTES NIVELES
DE PULPA DE CAFE.**

Tratamiento o/o de proteína en la ración	o/o de pulpa de café en la ración	Proteína: Sérica g/100 ml			Albumina Sérica g/100 ml		
		Inicial	Final	D.E. (*)	Inicial	Final	D.E. (*)
16.5	0	7.46	8.48 ⁺	.49	2.14	3.17 ⁺	.26
16.6	12	7.78	8.29 ⁺	.48	2.15	3.47 ⁺	.53
16.7	18	8.25	9.07 ⁺	.14	1.71	3.10 ⁺	.05
16.7	24	7.82	8.65 ⁺	.74	2.25	3.33 ⁺	.44

(*) Desviación Estandar del promedio.

En el cuadro 13 se presentan los resultados de la relación de aminoácidos no esenciales a esenciales existente en los cerdos alimentados con diferentes niveles de proteína en la ración. Los resultados indican que existe una relación directa entre el contenido protéico de la ración y el parámetro medido. A pesar de la diferencia numérica entre los resultados, el análisis estadístico no mostró ninguna diferencia entre tratamientos.

En el cuadro 14 y 15 se presentan los resultados de la relación de aminoácidos no esenciales a esenciales de los dos estudios donde se utilizó pulpa de café en las raciones. Los resultados indican que existe una respuesta favorable en este parámetro al incluir pulpa de café en la dieta. No obstante la variación observada entre los diferentes grupos, al efectuar el análisis estadístico, no se encontró diferencia significativa alguna entre tratamientos.

CUADRO 13

VALORES INICIALES Y FINALES DE LA RELACION DE AMINOACIDOS NO ESENCIALES A ESENCIALES DE CERDOS CRIOLLOS ALIMENTADOS POR 12 SEMANAS CON DIFERENTES NIVELES PROTEINICOS EN LA RACION.

Tratamiento o/o de proteína en la ración	Relación AANE/AAE(*)		
	Iniciales	Finales	D.E (**)
8.3	1.12	1.15 [±]	.26
12.9	1.15	0.89 [±]	.26
16.4	1.37	0.79 [±]	.17

(*) AANE = aminoácidos no esenciales; AAE, aminoácidos esenciales.

(**) Desviación Estandar del promedio.

CUADRO 14

**VALORES INICIALES Y FINALES DE LA RELACION DE
AMINOACIDOS NO ESENCIALES A ESENCIALES DE
CERDOS CRIOLLOS ALIMENTADOS POR 12
SEMANAS CON DIFERENTES NIVELES DE
PULPA DE CAFE EN LA RACION.**

Tratamiento o/o de proteína en la ración	o/o de pulpa de café en la ra- ción	Relación AANE/AAE(*)		
		Inicial	Final	D.E.(**)
16.4	0	1.37	0.79 ⁺	.17
16.8	12	1.39	0.56 ⁺	.17
16.4	24	1.27	0.73 ⁺	.76

(*) Ver cuadro 13.

(**) Desviación Estandar promedio.

CUADRO 15

**VALORES INICIALES Y FINALES DE LA RELACION
DE AMINOACIDOS NO ESENCIALES A ESENCIALES
DE CERDOS CRIOLLOS ALIMENTADOS POR 10
SEMANAS CON DIFERENTES NIVELES DE
PULPA DE CAFE.**

o/o de proteína en la ración	Tratamiento o/o de pulpa de café en la ra- ción	Relación AANE/AAE		
		Inicial	Final	D.E.(*)
16.5	0	1.44	0.69 ⁺	.14
16.6	12	1.45	0.65 ⁺	.06
16.7	18	1.17	0.57 ⁺	.10
16.7	24	1.16	0.58 ⁺	.14

(*) Desviación Estandar promedio.

5. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las ligeras diferencias observadas en el análisis proximal de las diferentes raciones (cuadros 5 y 6) provienen de la variación en el contenido de los diferentes nutrientes de los ingredientes y de las proporciones de éstos empleada en la elaboración de las raciones. Sin embargo, el contenido de proteína y fibra están dentro del rango calculado para las distintas raciones experimentales.

5.1 Niveles protéicos.

Al analizar los resultados del cuadro 7, que describe la respuesta de los cerdos criollos a raciones con diferentes niveles de proteína, se aprecia que no existe diferencia significativa en las ganancias de peso entre los niveles de 12.9 y 16.4o/o de proteína. Los resultados obtenidos, sobre todo con respecto a las proteínas séricas totales y albúmina, parámetros indicativos del estado de nutrición protéica (cuadro 10) sugieren que el cerdo criollo prospera adecuadamente con una menor cantidad de proteína total en la dieta. Además, los resultados presentados en el cuadro 13 correspondientes a la relación de aminoácidos no esenciales a esenciales, indican que 12.9o/o de proteína en la ración es adecuada para este tipo de cerdo.

La información bioquímica recabada en este experimento confirma los datos informados por Gómes Brenes y colaboradores (15), sugiriendo que el cerdo criollo requiere menor cantidad de proteína en la dieta que el cerdo Duroc. Informes de McConnell, Griffin y Barth (22, 23) indican que los cerdos de razas especializadas para carne requieren más proteína en la dieta que los cerdos tipo graso. El cerdo criollo utilizado en el presente estudio, y el que generalmente existe en nuestro medio, es de tipo graso, lo que confirma los resultados obtenidos por los autores anteriormente citados (22, 23).

Si bien es cierto, por los resultados obtenidos, que los requerimientos de proteína del cerdo criollo son menores que los de razas especializadas (15), esto no indica que el patrón de aminoácidos esenciales sea diferente. Se debe tener siempre presente que el nivel de proteína requerido para crecimiento depende, sobre todo, de la eficiencia con la que el patrón de aminoácidos de la dieta satisface las necesidades del animal durante ese período de crecimiento. En este sentido cabe señalar que la mezcla de harina de soya y maíz utilizados en el trabajo de Gómez Brenes y colaboradores (15) así como en el presente, se traduce en un patrón de aminoácidos apropiada (5).

El interés primordial en conocer el contenido de aminoácidos de una proteína, y los requerimientos nutricionales de determinada especie, es poder desarrollar la habilidad de incrementar el valor nutritivo de determinada proteína combinándola con otra, en las proporciones adecuadas para alcanzar el balance de aminoácidos deseado. Otra posibilidad para mejorar el balance de aminoácidos de una proteína o de una ración sería la adición de aminoácidos puros, algunos de los cuales se obtienen comercialmente. Por ejemplo, la metionina o su análogo la hidroximetionina puede ser utilizada en aquellos casos donde esta deficiencia existe; así mismo, la lisina de calidad para consumo animal puede inducir utilizaciones de alimento excelentes, cuando se utiliza en la cantidad apropiada en dietas deficientes en este aminoácido. Esto es, aún más importante cuando el cerdo es joven. Conviene mencionar que los resultados de los análisis químicos no deben utilizarse como único criterio para evaluar la capacidad nutricional de una proteína. Es necesario también conocer su disponibilidad fisiológica, ya que ésta puede ser alterada fácilmente por los procesos industriales donde se emplean presiones y temperaturas elevadas, originando reacciones químicas entre aminoácidos y carbohidratos que las hacen poco o nada absorbidos por el organismo.

El hallazgo de que el cerdo criollo requiere menos cantidad de proteína en la dieta es de interés práctico, ya que permite la formulación de raciones de menor costo destinadas a este tipo de cerdo. Está por demás mencionar que la proteína es uno de los componentes más importantes en la dieta del animal, no porque sea ésta en realidad de mayor importancia que una vitamina, sino más bien porque es uno de los nutrientes más deficitarios en el mundo, particularmente en América Latina, y porque la proteína es el término que engloba en un concepto de los principales nutrientes requeridos por el animal en crecimiento, o sea primero el nitrógeno y segundo, el conjunto de aminoácidos esenciales.

5.2 Niveles de pulpa

El cuadro 8 se describe la respuesta de los cerdos comparando las raciones Nos. 3, 4 y 5 utilizadas en el primer experimento, cuya formulación se detalla en el cuadro 2 y su correspondiente análisis proximal aparece en el cuadro 5. Las raciones se diseñaron isoprotéicas e isocalóricas, además se trató de que el contenido de fibra fuera similar, para lo cual fue necesario considerar el aporte protéico y de fibra de la pulpa de café. Para balancear la proteína fue necesario reducir la cantidad de premezcla de acuerdo al nivel de pulpa empleado, y para obtener uniformidad en el contenido de fibra fue necesario utilizar olote de maíz molido, variando también la cantidad empleada de acuerdo al nivel de pulpa de café, ya que este material es relativamente alto en fibra. La respuesta observada en el cuadro 8 nos indica que el comportamiento de los cerdos a la ración con 12o/o de pulpa de café es favorable en cuanto a ganancia de peso, consumo de alimento y eficiencia de alimentación al compararla con la ración que no incluye pulpa en su formulación. El análisis estadístico efectuado no revela diferencia significativa alguna en lo concerniente a ganancia de peso entre estos dos grupos, sin embargo, sí demostraron una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) entre éstos y el grupo con 24o/o de pulpa de café.

Es de interés señalar que con el nivel de 12o/o de pulpa de café se obtuvo una mejor ganancia en peso y se detectó un ligero mayor consumo de la ración, Hecho que sugiere que una ración con 16.8o/o de proteína que incluya 12o/o de pulpa es capaz de producir en el cerdo una ganancia de peso aceptable.

El hecho de que los parámetros bioquímicos medidos, como lo son las proteínas séricas totales, albúminas y relación de aminoácidos no esenciales a esenciales, no muestran diferencias significativas, (cuadros 11 y 14), sugieren que cualquiera de las tres raciones mantienen al animal en un estado nutricional aceptable.

En vista de lo anteriormente expuesto se consideró oportuno investigar un nivel intermedio de pulpa de café, para lo cual se formularon las raciones que se describen en el cuadro 3, cuyo análisis químico se detalla en el cuadro 6, utilizando niveles de 12, 18 y 24o/o de pulpa de café.

Obviamente la respuesta en crecimiento es un reflejo de la cantidad de alimento consumido, la cual muestra una tendencia a disminuir a medida que aumenta el contenido de pulpa en las raciones. Sin embargo, niveles de 12 y 18o/o de pulpa de café no muestran diferencia significativa alguna con respecto a la ración control en las ganancias de peso descritas en el cuadro 9, mientras que el grupo que consumió 24o/o de pulpa en la ración, muestra al igual que el experimento anterior, diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.01$) con respecto a los demás grupos. Esto indica que posiblemente 24o/o de pulpa de café en la ración es un nivel muy alto para ser utilizado en raciones de cerdos criollos. La respuesta obtenida con el cerdo criollo compara favorablemente con los resultados informados por Jarquín y colaboradores (19) en el cerdo Duroc donde el nivel de 16.4o/o de pulpa de café en la ración no muestra diferencia significativa alguna con respecto al control. Sin embargo, el nivel de 24.6o/o de pulpa se considera detrimental para el desarrollo de los animales.

En lo que respecta a los parámetros bioquímicos, los cuales se presentan en los cuadros 12 y 15, podrá observarse que son bastante similares entre sí y comparables con los del primer experimento, habiéndose encontrado una variación un poco más acentuada en lo que respecta a la variación de aminoácidos no esenciales a esenciales. A pesar que la ganancia de peso observada con el nivel de 24o/o de pulpa fue estadísticamente diferente ($P < 0.01$) con respecto a los demás grupos, los parámetros sanguíneos medidos, que son un reflejo del estado nutricional de los animales, no muestran diferencia significativa alguna en los diferentes tratamientos, tanto para proteínas séricas totales y albúminas como para la relación de aminoácidos no esenciales a esenciales, lo cual sugiere nuevamente que los niveles de pulpa empleados no alteran el estado nutricional de los animales.

La respuesta en crecimiento de los cerdos, así como los análisis sanguíneos efectuados, sugieren la conveniencia de continuar investigando la utilización de la pulpa de café en la nutrición porcina.

Sería conveniente repetir esta investigación con los niveles de pulpa empleados de 12, 18 y 24o/o efectuando cambios de concentración protéicas de las dietas de acuerdo al crecimiento de los animales, pero sin cambiar el nivel de pulpa de café. En el presente trabajo se utilizó un nivel constante de proteína; si bien es cierto que dicho nivel puede considerarse relativamente alto para el cerdo criollo, se prefirió utilizarlo ya que ha sido informado por Bressani y colaboradores (7) que un mayor nivel de proteína en la dieta induce mejor tolerancia a niveles más altos de pulpa de café en la ración.

La tendencia a obtener menor crecimiento y menor eficiencia alimenticia a medida que se incrementa el porcentaje de pulpa de café en la ración ya ha sido informado por Bressani y colaboradores (6, 7), y por otros investigadores (4, 10, 11, 20) en

animales rumiantes. Los factores responsables sin embargo, no han sido aún identificados, a excepción de los datos publicados por Jaffé y Ortiz (17), quienes indican que estas sustancias se encuentran en los extractos alcohólicos de la pulpa. Si bien es cierto que la cafeína y los taninos tienen algún efecto depresor en el crecimiento del animal (4), esto no explica el efecto total observado, máxime que los trabajos de Cunningham (14) administrando cafeína a cerdos a razón de 1.5g por kg de alimento en condiciones de alimentación restringida, indican que el crecimiento mejora y la eficiencia de alimentación, y la retención de nitrógeno aumentan en estos animales.

Los resultados obtenidos en la presente investigación nos permiten concluir, por una parte, que el cerdo criollo requiere una menor concentración de proteína en su dieta para crecer adecuadamente, y por otra, que niveles de 12 a 18o/o de pulpa de café deshidratada y molida son adecuados para utilizar en raciones a base de soya y maíz en nutrición porcina. Las principales limitaciones radican en el alto contenido de fibra que la pulpa contiene y en ciertos factores desconocidos que, en una u otra forma, prolongan la etapa de crecimiento del cerdo. Las implicaciones económicas de los hallazgos del presente trabajo son obvias, primero al estimar la economía que representa un menor requerimiento de proteína por el cerdo criollo y segundo la economía derivada de utilizar un desperdicio agrícola en substitución de una fuente de nutrientes como lo es el maíz.

6. RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo con el propósito de estudiar la respuesta del cerdo criollo a diferentes niveles de proteína en la ración manteniendo constante el patrón de aminoácidos esenciales expresado en gramos por gramo de nitrógeno. Para la elaboración de las raciones se usó una premezcla a base de 65 partes de maíz y 35 partes de soya. En este experimento también se comparó la ración con el nivel más alto de proteína con raciones que contenían 12 y 24o/o de pulpa de café deshidratada y molida. Para la realización del trabajo se distribuyeron 31 cerdos criollos por peso y sexo entre cinco grupos experimentales. Tres de estos grupos, de siete cerdos cada uno, fueron alimentados con niveles proteínicos de 8.3, 12.9 y 16.4o/o y los dos grupos restantes, constituidos por cinco cerdos cada uno, se alimentaron con raciones cuyo contenido proteínico varió de 16.4 a 16.8o/o con 12 y 24o/o de pulpa de café incluida. Los grupos experimentales fueron alojados en sus respectivas cochiqueras con piso de cemento en donde tuvieron libre acceso a las raciones y agua por las 12 semanas que duró el experimento. Al iniciar y al finalizar el experimento se obtuvieron muestras de sangre en ayunas y por punción yugular, para determinar en el suero sanguíneo proteínas totales y albúmina sérica, así como la relación de aminoácidos no esenciales a esenciales. Además, se recabaron datos relativos al consumo de la ración, la eficiencia de conversión y los aumentos de peso. Los parámetros bioquímicos estudiados no acusaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Las ganancias ponderales diarias mostraron una relación directa con el nivel proteínico y fueron de 221, 310 y 327 g con eficiencias alimenticias de 5.0, 4.4 y 4.5. Los niveles de 12 y 24o/o de pulpa acusaron una ganancia de peso de 352 y 155 g con una eficiencia de 4.5 y 6.6, respectivamente. En el segundo experimento, 24 cerdos criollos se distribuyeron por peso y sexo en cuatro grupos experimentales, los cuales recibieron ad-Libitum por 10 semanas consecutivas raciones con

16.6o/o de proteína, pero con niveles de 0, 12, 18 y 24o/o de pulpa de café. Al igual que en el experimento anterior se tomaron muestras de sangre en ayunas al inicio y al final del experimento. También se recabaron semanalmente datos de ganancias de peso, consumo de alimento y eficiencia de utilización del mismo. Las ganancias de peso observadas estuvieron inversamente relacionadas al nivel de pulpa empleado, siendo de 387, 357, 320 y 274 g con una eficiencia alimenticia de 3.9, 4.2, 4.3 y 4.4, respectivamente. Los grupos alimentados con 12 y 18o/o de pulpa no mostraron diferencia significativa con respecto al control, por lo contrario, se observó diferencia significativa ($p < 0.01$) entre el control y el grupo que consumió 24o/o de pulpa en la ración en lo que respecta a ganancias de peso. Los parámetros bioquímicos medidos no mostraron diferencias significativas entre tratamientos. La evidencia experimental obtenida permite concluir que el cerdo criollo prospera adecuadamente con un nivel de 12o/o de proteína en su dieta, siempre que contenga un patrón de aminoácidos adecuado. Otro de los hallazgos del presente trabajo es que el cerdo criollo tolera 18o/o de pulpa de café en la ración. La información obtenida es de gran utilidad práctica con su correspondiente implicación de orden económico para ayudar, en una u otra forma, al desarrollo de la industria porcina.

7. BIBLIOGRAFIA

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, No. 1).
2. Association of Official Agricultural Chemist, Washington, D. C. **Official methods of analysis of the A.O.A.C.** 11th ed. Washington, D.C., 1970. p.957.
3. Bará, M.; M. Espinosa y S. Guerrero. **Determinación del nivel adecuado de la pulpa de café en la ración de novillos.** El Salvador, Instituto Salvadoreño de Investigaciones de Café, 8 P. (ISIC, Bol. Informativo, No.92).
4. Braham, E.; R. Jarquín., J. M. Gonzales y R. Bressani. "Pulpa y pergamino de café. III. Utilización de la pulpa de café en forma de ensilaje". **Arch. Latinoamer. Nutr.**, 23:379-388. 1973.
5. Bressani, R. y L. G. Elías. "All-Vegetable protein mixtures for human feeding; the development of INCAP vegetable mixture 14 based on soybean flour". **Journal. Food Sci.**, 3:626-631. 1966.
6. -----; L.G. Elías. Eugenia Estrada y R. Jarquín. "Valor nutritivo de la pulpa de café en monogástricos". Asociación Latinoamericana de Producción Animal., 6:142-143. 1971.
7. -----; Eugenia Estrada., L. G. Elías., R. Jarquín y Lucresia Urrutiadel Valle. "Pulpa y pergamino de café. IV. Efecto de la pulpa de café deshidratada en la dieta de ratas y pollos". **Turrialba**, 23:403-409. 1973.

8. Bressani, R.; R. Gomez Brenes y J. R. Conde. "Cambios de la composición química del grano y de la pulpa de café durante el proceso de tostación y actividad biológica de la niacina del café". **Arch. Venez. Nutr.**, 12:93-104. 1962.
9. -----; Eugenia Estrada y R. Jarquín. "Pulpa y pergamino de café. I. Composición química y contenido de aminoácidos". **Turrialba**, 22:299-304. 1972.
10. Cabezas, M. T. "Utilización de la pulpa de café para la alimentación de ganado bovino". —Boletín Informativo de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, No.5— **Rev. AGA**, (Guatemala), 4(26):16-19. 1973.
11. -----; Beatriz Murrillo R. Jarquín, J. M. Gonzales, Eugenia Estrada y R. Bressani. "Pulpa y pergamino de café VI. Adaptación del ganado bovino a la pulpa de café". **Turrialba**, 24:160-167. 1974.
12. -----; J. M. Gonzales y R. Bressani. "Pulpa y pergamino de café. V. Absorción y retención de nitrógeno en terneros alimentados con raciones elaboradas con pulpa de café". **Turrialba**, 24:90-94. 1974.
13. Choussy, F. "La pulpa de café como alimento del ganado". **Bol. Instituto Tecnológico de El Salvador**, 1:1-15. 1944.
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". **Journal. Animal. Sci.**, 28:424-430. 1968.

15. Gómez Brenes, R.A.; R. Jarquín., J. M. Gonzales y R. Bressani. "Comparación del cerdo criollo y Duroc en cuanto a crecimiento y utilización del alimento". **Turrialba**, 24:29-34. 1974.
16. Hawk, B.; Oser, B. L. y Summerson, W. H. *Practical physiological chemistry*. 12th ed. New York, Blackiston Co.; 1951. 1323 p.
17. Jaffé, W. y D. S. Ortiz. "Notas sobre el valor alimenticio sobre la pulpa de café". **Agro. (Venezuela)**, 23:31-37. 1952.
18. Jarquín, R.; Beatriz Murillo., J. M. Gonzales y R. Bressani. "Pulpa y pergamino de café". VII. Utilización del pergamino de café en la alimentación de rumiantes". **Turrialba**, 24(2):168-172. 1974.
19. —————; F. A. Rosales., J. M. Gonzales, J.E. Braham y R. Bressani. "Pulpa y pergamino de café. IX. Uso de la pulpa de café en la alimentación de cerdos en la fase de crecimiento y acabado". Aceptado para su publicación en **Turrialba**. 1975.
20. —————; J.M. Gonzales., E.Braham y R. Bressani. "Pulpa y pergamino de café. II. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de rumiantes". **Turrialba**, 23:41-47. 1973.
21. Layne, E. "Spectrophotometric and turbidimetric methods of measuring proteins". In: *Methods in enzymology*, ed. by S. P. Colowick and N. O. Kaplan. New York, Acadmic Press, Inc., 1957. V.3, pp. 447-454.

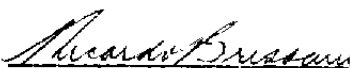
22. McConnell, J. C.; K. M. Barth y S. A. Griffin. "Nutrient digestibility and nitrogen metabolism studies at different stages of growth with fat and lean type swine fed two levels of protein". **Journal. Animal. Sci.**, 32:654-657. 1971.
23. -----; K. M. Barth y S. A. Griffin. "Nitrogen metabolism at three stages of development and its relationships to measurements of carcass composition in fat and lean type swine". **Journal. Animal. Sci.**, 35:556-560. 1972.
24. Morrison, F. B. Compendio de alimentación del ganado, 8a. ed. ... Trad. por José Luis de la Loma. México (D.F.) UTEHA (c1956). pp. 174-180.
25. National Research Council. Commite on Animal Nutrition. **Nutrien requeriments of Domestic animals; No.2, nutrient requeriments of Swine, rev. 1959.** Washington, D C., National Academy of Sciences-National Research Council, 1959. 34 p. (NRC, Publication 648).
26. Robajo, B. A. "Ensayo sobre la utilización del café en la alimentación de ovinos y porcinos". **Rev. Fac. de Med. Vet. y Zoot.**, 24(121):718-726. 1961.
27. Squibb, R. L. **Presents Status of fried coffee pulp and silage coffee as pulp an animal feedstuff.** Guatemala, Minist. Agr. Instituto Agropecuario Nacional, 1950. 10 p. (Bol. No.19).
28. Van Severen, M. L. y R. Carbonell. "Estudios sobre la digestibilidad de la pulpa de café y de la hoja del banano". **Café del Salvador.**, 18:1619-1624. 1949.

29. Whitehead, R. G. "Rapid determination of some plasma aminoacids in subclinical kwashiorkor". **Lancet** (Inglaterra), 1:250-252. 1964.
30. Work, S. H.; M. L. Van Severen y L. Escalon. "Informe preliminar del valor de la pulpa de café seca como sustituto del maíz en la ración de vacas lecheras". **Cafetal** (Cuba), 7(76):20-21. 1952.

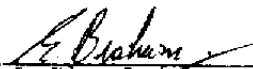
Vo.Bo. Palmira R. de Quán
Bibliotecaria

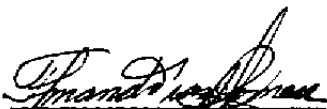
TESIS REVISADA POR:


Ing. ~~Roberto Jerquin~~
Asesor de tesis, Científico de la sección de Nutrición Animal INCAP.


Dr. Ricardo Bressani
Asesor de tesis, Jefe de la división de Ciencias Agrícolas y de Alimentos INCAP.


Dr. Luiz Gonzaga Elias
Asesor colaborador de tesis, Jefe de la sección de Ciencias de Alimentos INCAP.


Dr. Edgar Brachmann
Jefe asistente de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, Director del curso de Post-gradúo de Nutrición Animal, INCAP.


Lic. Fernando Diaz Renedo
Asesor de tesis, Catedrático titular de la Facultad de Agronomía.


Lic. Pa. Palmira A. del Quen
Bibliotecaria
Facultad de Agronomía.

Imprimase:


Ing. Agr. Salvador Castillo O.