



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**



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

**MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD NUTRICIONAL
DE DIETAS A BASE DE ARROZ
Y FRIJOL ROJO
(Phaseolus vulgaris)**

ARAMA AURORA COLON PEÑA

**CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES EN NUTRICION Y CIENCIAS DE ALIMENTOS
(CESNA)**

Curso de Postgrado en Ciencias y Tecnología de Alimentos

GUATEMALA, DICIEMBRE DE 1979

FE DE ERRATAS

<u>Página</u>	<u>Renglón</u>	<u>Dice</u>	<u>Debe decir</u>
15	8	Manihot esculenta	<u>Manihot esculenta</u>
22	22	aspaecto	aspecto
23	21	colidales	coloídales
47	4	transucrrir	transcurrir
48	4	pra	para
51	2	convenional	convencional
Cuadro 1	**	340 g/día expresado en base seca de ingesta	533 gramos/día expresado en base húmeda de ingesta
Cuadro 8	*	ES	EE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA
(INCAP)

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE DIETAS A
BASE DE ARROZ Y FRIJOL ROJO (*Phaseolus vulgaris*)

Tesis elaborada por

ARAMA AURORA COLON PEÑA

Previo a optar al Grado de

MAESTRO
(Magister Scientifical)

CENTRO DE ESTUDIOS SUPERIORES EN NUTRICION Y CIENCIAS DE ALIMENTOS
(CESNA)

Curso de Postgrado en Ciencias y Tecnología de Alimentos

INCAP T-292

Guatemala, Diciembre de 1979

COMITE INTERINSTITUCIONAL DEL CESNA

Director del CESNA	Dr. Luis Octavio Angel
Decano de la Facultad de Ciencias Médicas	Dr. Rolando Castillo
Decano de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia	Lic. Leonel Carrillo M.
Decano de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	Dr. Max Ernesto Figueroa
Directora de la Escuela de Nutrición	Dra. Susana Icaza
Director del Curso de Postgrado en Salud Pública con Enfoque en Nutrición Materno Infantil	Dr. Luis Octavio Angel
Director del Curso de Postgrado en Bioquímica y Nutrición Humana	Dr. Oscar Pineda
Director del Curso de Postgrado de Ciencias de Alimentos y Nutrición Animal	Dr. Edgar Braham

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
QUIMICAS Y FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Decano	Lic. Leonel Carrillo M.
Vocal Primero	Lic. José Héctor Aguilar
Vocal Segundo	Lic. Adolfo León Gross
Vocal Tercero	Lic. Justo Comas Futex
Vocal Cuarto	Prof. Iván Cabrera
Vocal Quinto	Prof. Jorge Matute
Secretario	Lic. Eduardo Robles

COMITE DE TESIS

Dr. Luiz G. Elfas

Dr. Ricardo Bressani

Dr. Mario R. Molina

Dr. Roberto Gómez Brenes

DEDICO ESTA TESIS

A mi Patria, República Dominicana

A la Universidad Autónoma de Santo Domingo

A mis Padres

A mis Hermanos

A mis Maestros y Amigos

A Guatemala

A MI AMIGO LUIZ GONZAGA ELIAS

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Mercedes Antonia Muñoz por su interés en la realización de mis estudios

Al Lic. Juan Antonio Mella N. por su incondicional ayuda

Al Dr. Ricardo Bressani por su orientación y estímulo

Al Dr. J. Edgar Braham por su interés en mi formación profesional

Al Dr. Barrie Axtell por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo

A todos los miembros del Comité Asesor de Tesis por su orientación en la elaboración de este estudio

Al Personal Técnico y Administrativo de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, por su desinteresada colaboración

Y a todos aquellos que de una forma u otra contribuyeron a la realización de este trabajo

RECONOCIMIENTOS

A1 Instituto de Nutrición de Centro América
y Panamá (INCAP)

A la Universidad de San Carlos de Guatemala
(USAC)

A la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

A la Organización de los Estados Americanos (OEA)

C O N T E N I D O

	<u>Página No.</u>
I. INTRODUCCION	1
1.1. Situación actual de productos amiláceos y leguminosas en la República Dominicana	3
II. REVISION DE LITERATURA	
Materia Prima	
1. Leguminosas	
1.1 Composición Química	5
1.2 Valor Nutritivo	6
1.3 Factores Antinutricionales	9
2. Productos Amiláceos	
2.1 Arroz (<u>Oryza sativa</u>)	
2.1.1 Composición química del arroz	10
2.1.2 Valor nutritivo del arroz	11
2.1.3 Factores antinutricionales del arroz	13
2.2 Yuca (<u>Manihot esculenta</u> o <u>utilissima</u>)	
2.2.1 Composición química de la yuca	14
2.2.2 Valor nutritivo de la yuca	15
2.2.3 Factores antinutricionales de la yuca	17
2.3 Plátano (<u>Musa paradisiaca</u>)	
2.3.1 Composición química del plátano	19
2.3.2 Valor nutritivo del plátano	20
2.3.3 Factores antinutricionales del plátano	20
3. Procesamiento	21
3.1 Enlatado	
3.2 Mezclas	24
III. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO	26
IV. OBJETIVOS	27
V. MATERIALES Y METODOS	
A. Materiales	
1. Alimentos	28

	<u>Página No.</u>
2. Animales	28
3. Instalaciones	28
4. Aditivos	28
B. Métodos	
1. Preparación de los materiales	29
2. Preparación de las dietas	30
3. Métodos químicos	30
4. Métodos físicos	31
5. Métodos biológicos	31
6. Métodos tecnológicos	33
7. Cómputo químico	36
8. Proteína utilizable	36
VI. RESULTADOS	38
VII. DISCUSION	42
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
IX. RESUMEN	50
X. BIBLIOGRAFIA	52
XI. APENDICES	62

LISTA DE CUADROS

- CUADRO 1 COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS UTILIZADAS EN LA DETERMINACION DEL VALOR NUTRITIVO EN RATAS
- CUADRO 2 COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS UTILIZADAS EN EL ANALISIS DE RAZON PROTEICA NETA EN RATAS
- CUADRO 2 ANEXO DESCRIPCION DE LA COMPOSICION DE LA MEZCLA BASAL USADA EN LAS DIETAS PARA LA DETERMINACION DE LA RAZON PROTEICA NETA
- CUADRO 3 COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DE LAS DIETAS BASALES, TANTO EN BASE HUMEDA COMO EN BASE SECA EXPRESADA EN mg/100 GRAMOS
- CUADRO 4 CONTENIDO DE VITAMINAS / MINERALES DE LAS DIETAS BASALES
- CUADRO 5 INGESTA DE PROTEINA Y VITAMINAS COMPARADA CON LA RECOMENDACION DEL NRC, 1974 (GRAMOS/DIA Y mg/DIA).
- CUADRO 6 INGESTA DE MINERALES COMPARADA CON LA RECOMENDACION DEL NRC, 1974 (EXPRESADO EN mg/día)
- CUADRO 7 PATRON DE AMINOACIDOS DE LAS DIETAS (mg/g DE NITROGENO) Y ADECUACION DE LAS MISMAS CON RESPECTO AL PATRON DE LA FAO, 1971
- CUADRO 8 CONSUMO DE ALIMENTO, GANANCIA DE PESO Y VALOR NUTRITIVO EN RATAS ALIMENTADAS CON LAS DIETAS BASALES COMPARADAS CON CASEINA AL 10% DE PROTEINA
- CUADRO 9 CONSUMO DE ALIMENTO, GANANCIA DE PESO Y RAZON PROTEINICA NETA (RPN) EN RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS BASALES COMPARADAS CON CASEINA AL 8.8% DE PROTEINA
- CUADRO 10 DIGESTIBILIDAD APARENTE (%) Y DIGESTIBILIDAD VERDADERA DE PROTEINA EN RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS BASALES COMPARADAS CON CASEINA AL 10% DE PROTEINA
- CUADRO 11 CONTENIDO DE CALORIAS DE LAS DIETAS BASALES Y ENERGIA DIGERIBLE DE LAS MISMAS COMPARADO CON LA RECOMENDACION DEL NRC DE 1974.
- CUADRO 12 PROTEINA UTILIZABLE DE LAS DIETAS BASALES

LISTA DE GRAFICOS

- GRAFICO 1 CONSUMO DE ALIMENTO EN LA DETERMINACION DEL VALOR NUTRITIVO EN RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS BASALES
- GRAFICO 2 GANANCIA DE PESO EN LA DETERMINACION DEL VALOR NUTRITIVO EN RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS BASALES

I. INTRODUCCION

El patrón tradicional de alimentación de las poblaciones de bajos recursos económicos está constituido principalmente por productos amiláceos, los cuales son de bajo valor nutritivo, siendo el consumo de alimentos de origen animal muy bajo.

Cuando se estudia la dieta básica de muchos países latinoamericanos y sus tendencia al consumo de alimentos tradicionales, se confirma la necesidad imperiosa de producir nuevos productos que no alteren las características organolépticas de los alimentos básicos pero que, al mismo tiempo, suministren una mejor adecuación nutricional.

La dieta dominicana está basada fundamentalmente en productos amiláceos y leguminosas. Muchos son los amiláceos existentes, pero la combinación más característica en la dieta del dominicano es la de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*) y arroz, la cual se consume en la relación 25:75 (34). Se ha comprobado en estudios anteriores que la combinación entre una leguminosa y un cereal presenta una proteína de buena calidad, debido a la complementación entre los dos alimentos. Estos alimentos tienen la ventaja de que están presentes en la dieta de la población, a cualquier nivel socioeconómico y para todas las edades.

En el presente estudio se trató de mejorar un patrón de consumo y no la ingesta aislada de un determinado tipo de alimento y, por lo tanto, se eligieron aquellos productos amiláceos y leguminosas que pesaban más en la dieta típica dominicana, con el objeto de identificar esta dieta y estudiar su influencia sobre el estado nutricional de

la población. Igualmente, la investigación está dirigida a los grupos de menores ingresos que representan más de la mitad de la población del país (34).

Por estas razones nos pareció interesante estudiar una manera práctica de mejorar la calidad alimenticia de estos productos, para tener un alimento que fuera completo en sí, de alto valor proteínico, de bajo costo y aceptable para la población.

En base a lo expuesto se trató de mejorar la calidad nutricional de las dietas bajo estudio, a través de la determinación la mejor combinación de frijol rojo y arroz para un producto que reuniera las condiciones necesarias y apropiadas para lograr los fines propuestos.

1.1 SITUACION ACTUAL DE PRODUCTOS AMILACEOS Y LEGUMINOSAS EN LA REPUBLICA DOMINICANA

Como se ha mencionado, los productos amiláceos y las leguminosas constituyen la base de la dieta típica dominicana. Entre los primeros se destacan el arroz, la yuca y el plátano, y entre los segundos el frijol y el guandul.

El arroz (*Oryza sativa*) es el producto de mayor importancia en la dieta de la población dominicana alcanzando a cubrir cerca del 25% del consumo de calorías (34). El promedio ponderado del valor del gasto en arroz alcanza un 9% del total del gasto en alimentos, el cual es significativamente mayor que el de otros productos de importancia en la dieta del dominicano (35).

La yuca (*Manihot esculenta*) es un tubérculo cuya ingesta depende mucho del autoconsumo, alcanzando un 8% del total de calorías para la mayor parte de la población (34). Es una fuente barata de carbohidratos cuyo consumo tiende a disminuir a medida que se asciende en la escala de ingresos. Es consumida en forma de casave, el cual se prepara con yuca amarga para el expendio en tortas de diferentes tamaños y que, en muchos casos es un sustituto del pan. También se consume enlatada.

Hay estudios que revelan una pérdida de 17.37% como promedio ponderado en la producción global de yuca (34). Las pérdidas ocurren a nivel de productor y en post-cosecha y son debidas principalmente a daños mecánicos y de clasificación por tamaño.

Dentro de los amiláceos también sobresale el plátano. Es una fruta cuya ingesta depende de los ingresos. Se ha demostrado que

en los grupos de menor ingreso aporta un 22% del total de calorías, y en los altos llega al 14% y 8.6% del total de proteínas ingeridas en la dieta (34).

El cultivo de leguminosas especialmente frijol y guandul, se ha diseminado mucho dadas las condiciones ecológicas de los suelos. El consumo de frijol representa un alto porcentaje en la dieta del dominicano, calculándose un consumo total de 80,000 quintales mensuales, aproximadamente (38).

Entre las leguminosas, el guandul sigue al frijol como elemento de la dieta típica. Se consume siempre tierno y generalmente combinado con tubérculos, no utilizándose seco para consumo humano, lo que representa grandes pérdidas. Tiene la ventaja de crecer en suelos poco fértiles, con un período de producción largo, por lo que se adapta a una gran variedad de climas tropicales secos. Esta característica permite ampliar el rango de producción, cuyo incremento es fruto de la demanda de materia prima por parte de las industrias de conservas que se han instalado en el país, con fines de exportación y mantenimiento del producto en el mercado nacional durante todo el año.

II. REVISION DE LITERATURA

MATERIA PRIMA

1. Leguminosas

1.1 Composición Química.

Las leguminosas son ricas en proteínas, su contenido varía entre 18 y 30%. Se ha demostrado que todas las leguminosas poseen un contenido similar de proteína cruda total, aunque existe variación dentro y entre especies (42). En ellas el contenido de globulinas es mayor que el de albúminas (49).

Braham y col. (13) determinaron la composición química en la harina del grano de guandul encontrando valores relativamente altos de proteína; sin embargo, Gómez y col. (52) encontraron valores intermedios.

Las leguminosas son buenas fuentes de carbohidratos, alrededor de 60% (16), muy digeribles y con un bajo contenido de grasa (1.2%), pero esta grasa es de buena calidad por ser rica en ácidos grasos esenciales (43). La cantidad de fibra depende de la especie, pero en general es baja; para el guandul es de 8.1% y 4.3% para el frijol (*Phaseolus vulgaris*) (112). Además, poseen buena cantidad de vitaminas del complejo B (65); en mg/100 gramos, la tiamina, se encuentra en un promedio de 0.8 y la niacina de 2.0. En el frijol la actividad de vitamina A es de 10 U.I (112). La cantidad de ácido ascórbico es baja, y se destruye con el tiempo de almacenaje, oxidación y calentamiento (43).

Es de destacar que las leguminosas son ricas en calcio y su contenido de hierro presenta una baja utilización (78).

La mayor parte de los trabajos realizados en leguminosas han sido principalmente enfocados al estudio de la proteína, por lo tanto,

hay poca información con respecto al resto de nutrientes. Los datos aquí presentados fueron tomados de la Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina (112).

1.2 Valor Nutritivo

Como se ha mencionado anteriormente, las leguminosas son consideradas buenas fuentes de proteínas, pero esta proteína es de baja calidad, debido a su bajo contenido de aminoácidos azufrados. Esta deficiencia puede corregirse, al menos en parte, combinando las leguminosas con otros alimentos.

Luego de los aminoácidos azufrados, el triptofano constituye la deficiencia más importante de las leguminosas. Sin embargo, tienen un contenido adecuado de lisina.

El frijol común (habichuela) (*Phaseolus vulgaris*) encaja en este patrón general de composición, notándose que además de la metionina tiene cantidades limitantes de leucina cuando se compara con el patrón de referencia de la FAO (45).

Según Elías (39), desde el punto de vista práctico el guandul puede constituir una fuente adicional de proteína, ya que su valor nutritivo se compara favorablemente con el del frijol común.

A pesar del alto nivel proteico que poseen, la digestibilidad de las leguminosas es baja en muchos casos. Por lo tanto, para lograr una buena utilización las leguminosas deben ser sometidas a cocción, con el fin de eliminar tóxicos, pero sin exceder el tratamiento térmico que reduciría el valor nutritivo de las mismas (19).

En estudios de Elías (39) realizados con cuatro especies diferentes de leguminosas con y sin caldo de cocción, se observó que

el aumento de peso en cualquiera de las especies era menor al ser evaluadas con caldo, que al eliminar este último después de la cocción. Este efecto fue más visible en el caso de los frijoles, que en el del caupí, el guandul o la soya.

A través de ensayos biológicos, se ha podido demostrar que el guandul es una leguminosa cuyo valor biológico se ve limitado tanto por el valor de metionina como del triptofano (65), destacándose el lugar que ocupa el guandul en relación a su contenido dentro de las leguminosas (Citado por Clawson, 27).

Los hallazgos de Braham y col. (13) también demostraron que en el guandul la metionina y el triptofano eran limitantes al mismo grado, porque el agregado individual de cada uno de ellos no produjo efecto sobre el crecimiento de los animales.

Más tarde Bressani y Elías (17) comprobaron que al agregar 0.1% de triptofano y 0.3% de metionina a la harina precocida de guandul, se producía un aumento en el valor de la proteína, que causaba tasas de crecimiento comparables con las que se obtenían al utilizar una dieta a base de caseína (13).

Otros investigadores (19,64) compararon el patrón de aminoácidos de algunas leguminosas con el patrón de aminoácidos de referencia de FAO, y encontraron que la metionina, la leucina y el triptofano eran los aminoácidos limitantes. Como ya se indicó, el guandul presenta la particularidad de que su aminoácido deficiente en primer lugar es el triptofano, en vez de la metionina (Citado por Elías y col. 43).

Todavía no se sabe con exactitud, si la treonina es el aminoácido deficiente en el guandul después de la metionina y el triptofano, aunque es conocido que la treonina se absorbe más lentamente en experimentos in vitro que otros aminoácidos. Se comprobó (13) que al suplementar la harina del grano de guandul con metionina, triptofano y treonina se producía un ligero aumento de peso en los animales, comparado con aquéllos a quienes sólo se les dio harina suplementada con metionina y triptofano.

Hay que destacar que el efecto de la adición de metionina es el de mejorar el Puntaje Químico de la dieta, sin tener efecto sobre la digestibilidad y sobre la proporción de eficiencia proteica (27).

La baja digestibilidad de las proteínas de leguminosas se ha observado no sólo entre especies, sino también entre variedades de la misma especie. Jaffé (Citado por Bressani, 14) observó que el guandul tenía una digestibilidad de 59%, en contraste con otras variedades que mostraron valores tan altos como 90%.

Referente al valor nutritivo de la proteína entre especies, no puede basarse en la composición de aminoácidos o en el contenido de inhibidores de tripsina. El efecto adverso sobre el valor nutritivo (especialmente del caldo de cocción) se debe a la baja digestibilidad de esta fracción nitrogenada, resultado de la acción de otras sustancias presentes en las leguminosas que pueden formar complejos indigeribles con las proteínas como son: proteínas resistentes a la hidrólisis enzimática (globulinas) (49,50), inhibidores de tripsina, sustancias que pueden reaccionar con la proteína como los fenoles, y al procesamiento.

1.3 Factores Antinutricionales

La disminución del valor nutritivo de las leguminosas se debe en gran parte a la presencia de factores tóxicos. De éstos se conocen los inhibidores de tripsina, hemaglutininas, taninos y polifenoles.

Los inhibidores de tripsina son sustancias termolábiles, que según Bressani y col. (21) provocan una disminución en el crecimiento como resultado de una pérdida endógena de aminoácidos esenciales y que no tienen mucha relación con la disminución que pudiera ocurrir en la proteólisis intestinal. La cantidad de inhibidores de tripsina está relacionada con el color y el contenido de polifenoles de las semillas (42).

Según Jaffé (67) probablemente estos inhibidores no son los principales causantes del efecto tóxico, ya que existen otros inhibidores de enzimas cuya importancia fisiológica se desconoce, y que pueden unirse a la proteína, evitando la acción de la tripsina (6, 67).

Las hemaglutininas de las leguminosas pueden destruirse por autoclaveado, notándose que a medida que se destruyen por acción del calor, mejora el valor nutritivo de la leguminosa (80).

Elías y col. (44) observaron en mezclas preparadas con guandul, que la cocción mejoraba la ganancia de peso de los animales y el I.E.P. (Índice de Eficiencia Proteínica).

Braham y col. (13) también señalan que el guandul tiene compuestos tóxicos, a juzgar por la detención en el crecimiento de los animales alimentados con guandul crudo, comprobaron que el valor nutritivo no mejora con cocción a 121°C y 16 libras de presión por 20 minutos.

Las aglutinas del frijol son resistentes a la actividad enzimática del tracto gastrointestinal, pues en estudios efectuados con ratas se ha notado que las heces presentan acción hemaglutinante detectable cuando los animales ingirieron dietas de frijol crudo (68).

Los polifenoles y taninos son otro grupo de factores tóxicos que afectan a las leguminosas (14). Estas sustancias a diferencia de los inhibidores de tripsina y las hemaglutininas son termoestables.

La literatura consultada no presenta datos referentes al contenido de taninos y polifenoles en el guandul.

2. Productos Amiláceos

2.1 Arroz (*Oryza sativa*)

2.1.1 Composición Química del Arroz

El arroz es rico en carbohidratos. Su contenido en forma de almidón es alrededor de 90% en base seca (1). Informes de Houston (58) indican que el contenido de amilosa constituye de 8 a 37% de su contenido de almidón, mientras que la amilopectina es el mayor constituyente.

Su contenido en azúcares no es generalmente alto. Los azúcares de la capa externa del grano son no-reductores mientras que los del núcleo son tanto reductores como no reductores. En ambas regiones del grano la sucrosa es el azúcar que se encuentra en mayor cantidad.

Según estudios de Bressani (19) el contenido de proteínas del arroz varía entre 6 y 9% en base seca. De éstas las globulinas, prolaminas y albúminas se encuentran en menor proporción que las glutelinas (1).

Su contenido de grasa es bajo. Izzo y col. (63) estudiaron la composición de los lípidos del grano encontrando que la cantidad

de grasa depende de la variedad, pero ésta no influye en la composición de los ácidos grasos de la misma. Se ha determinado que alrededor del 80% de los lípidos del arroz se encuentra en las puliduras y una tercera parte en el endospermo (74).

Hinton y Shaw (56) afirman que la ingesta de vitaminas del complejo B depende principalmente del consumo de cereales, los cuales tienen una estructura compleja y las vitaminas no se encuentran uniformemente distribuidas en el grano. Como todo cereal, el arroz es buena fuente de tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina y ácido pantoténico.

Las vitaminas liposolubles A y D se encuentran en pequeñas cantidades (76). El mineral que se encuentra en mayor cantidad es el fósforo, le siguen el potasio, magnesio y sílice. Es bajo en calcio, sodio y hierro (108).

2.1.2 Valor Nutritivo del Arroz

Por estudios de Schroeder (102) se dio a conocer que la actividad de los microorganismos puede causar cambios en la composición del grano de arroz. Pueden ocurrir cambios en las proporciones de azúcares reductores y no-reductores, aunque no todos los cambios producidos por la actividad de microorganismos van en detrimento del valor nutritivo. En algunos casos el crecimiento de microorganismos puede aumentar el valor nutritivo produciendo vitaminas o aminoácidos esenciales. Algunos metabolitos (micotoxinas) de microorganismos pueden ser tóxicos o ir en detrimento del valor nutritivo.

Sure y col. (106) comprobaron que la lisina y la treonina son los aminoácidos más limitantes ya que al adicionarlos su calidad proteínica mejora significativamente.

Hundley y col. (61) comprobaron en raciones a base de arroz, que el balance nitrogenado positivo en hombres adultos aumentaba, lo que no sucedía con la adición de treonina. También informan que la necesidad de agregar treonina al suplementar con lisina puede deberse a un desbalance entre estos aminoácidos, o a una limitación fisiológica en la disponibilidad de treonina por el organismo.

En estudios en ratas de Daniel y col. (32) se obtuvo un I.E.P. de 2.33 para la proteína de arroz con un nivel de 6% en la ración; de 2.30 cuando se adicionó L-lisina y de 3.59 con L-lisina y DL-metionina.

Houston y col. (59) informan comparaciones de aminoácidos para arroz molido que arrojaron valores más altos de aminoácidos azufrados que los encontrados en la literatura.

La capacidad de desarrollo del grano para incorporar aminoácidos fue mayor en las muestras con el más alto contenido de proteínas en el grano maduro. El contenido de ácido ribonucleico del grano tendía a ser mayor en las muestras con alto contenido de proteínas (59).

Según Bressani y col. (19) el suplemento natural a la proteína del grano de cereales son las proteínas de leguminosas, porque los aminoácidos de una proteína complementan a los de otra. La máxima calidad proteínica entre arroz y frijoles se obtuvo cuando de la proteína total el arroz aportaba 80% y los frijoles 20%.

En su estado natural, el valor nutritivo del arroz es bueno y puede compararse con el de todos los demás cereales que se utilizan como alimentos básicos. En comparación con el maíz, tiene la ventaja de encerrar cantidades más abundantes de niacina. El arroz blanco (descascarillado, pilado y pulido para extraer afrecho y gérmenes)

pierde una proporción de su mejor proteína y la mayor parte de sus grasas, vitaminas y minerales (58). Al lavarlo y cocerlo, el arroz blanco pierde casi todas las vitaminas y minerales restantes, por lo que su valor nutritivo se reduce entre su recolección y consumo; de ahí la relación entre el consumo de arroz blanco y el beriberi (58).

Un medio importante de acrecentar el valor nutritivo del arroz es enriqueciendo artificialmente el producto bruto con tiamina y otros nutrientes (niacina, riboflavina y hierro). Este procedimiento se ha aplicado en Haití, Puerto Rico y Filipinas.

Una de las formas que actualmente se utiliza para mejorar la calidad proteínica y valor nutritivo del arroz es la fortificación. También por medios de selección y cruzamiento genético se han obtenido variedades con un contenido de proteínas mayor de 10% (Bressani y col. 19).

La suplementación de harina de arroz con proteínas buenas como la harina de algodón, harina de soya, caseína, levadura torula y mezcla de levadura torula y harina de soya, resultó en valores de I.E.P. más altos que las raciones no suplementadas (43). Además se indicó que ese aumento en I.E.P. se debía a una corrección de las deficiencias de lisina y treonina como también a un aumento en la concentración proteínica total.

2.1.3 Factores Antinutricionales del Arroz

Barber y col. (8) han informado la presencia de inhibidores de tripsina en varias partes de la cariósida del arroz. Los resultados indican que en el germen se encuentra la mayor concentración (85-95%) de la actividad.

Su efecto adverso es poco conocido, sólo se comprobó la presencia de estos inhibidores en puliduras de arroz, a juzgar por la disminución en el crecimiento de los pollos. Esto parece estar relacionado con el mejoramiento de la calidad nutritiva de la proteína.

En otros estudios se encontró actividad hemaglutinante en varias fracciones de la carióspside del arroz, hallando que la actividad era mayor en el germen con respecto a las demás fracciones del grano (8). En los granos sin germen había poca actividad y podía destruirse por calor.

Según Milatovic (87) varios factores afectan la calidad nutritiva de los cereales durante su almacenamiento como son: la velocidad de lipólisis y la respiración del grano, que dependen de la humedad del cereal, temperatura y humedad relativa del medio.

2.2 Yuca (Manihot esculenta o utilissima)

2.2.1 Composición Química de la Yuca

La yuca es una buena fuente de calorías. Su contenido de carbohidratos en forma de almidón (25-30%) es alto. Se ha demostrado (53) que la acumulación de almidón se ve inhibida cuando se prolonga el período de luz por más de 12 horas (tiempo luz requerido para el desarrollo de la yuca). Es baja en grasa (0.8%) y su contenido de proteína en peso fresco también lo es (2.0). Layrisse (78) informa un bajo contenido de proteína para la yuca, aunque López encontró una especie con 15.4% de proteína (83). Su contenido de vitamina A en forma de caroteno es excepcionalmente bajo (75).

La concentración de glucósidos varía de 0.005 a 0.02% en yucas bravas o amargas y de 0.005 a 0.0075% en las dulces (24), lo que

demuestra que el contenido de glucósidos no difiere mucho entre las especies. Los glucósidos se encuentran en la cáscara o floema de la raíz, donde se concentra el 60% del total de la planta.

La yuca es fuente barata de vitamina C, vitaminas del complejo B, fósforo y hierro, pero es baja en calcio (30,79).

Dada su riqueza en almidón, que es su nutriente más importante la yuca requiere abundante potasio (88).

2.2.2 Valor Nutritivo de la Yuca (Manihot esculenta)

Como se ha dicho anteriormente, la yuca es una fuente barata de carbohidratos (25-30%) y, tiene un bajo contenido de proteína (2.0%). Hay estudios que informan un aumento en la calidad y cantidad de la proteína (3%) mediante un sistema de hibridación en la raíz de yuca (53).

Respecto a la calidad de proteína en harina de yuca, Elías y col. (44) informaron la aplicación de un método para determinar la respuesta en ratas alimentadas con dietas con niveles de proteína de 0 a 7 u 8% de proteína en la dieta, observándose que la respuesta entre consumo de proteínas y aumento de peso es lineal, lo que permite calcular el índice de regresión para los dos parámetros, siendo éste el valor de la calidad de la proteína bajo estudio. Mientras más alto es el índice más alta es la calidad.

Según estudios de Bressani (17), la yuca es deficiente en metionina, ya que la suplementación de las dietas con este aminoácido produjo aumento en el crecimiento de los animales y mejoró notablemente la eficiencia de utilización, haciendo notar que en las ratas las necesidades de aminoácidos azufrados son mayores que en humanos.

También estudios de Toselo (Citado por Jorge-Joao, 72) sobre la composición de aminoácidos de la harina de yuca, informan que la metionina es el aminoácido más deficiente. Además Dutra (36) ha informado que la adición de 100 mg de metionina a 100 g de harina de yuca aumentó el I.E.P. drásticamente cuando las ratas fueron alimentadas con harina de yuca y frijoles en tres proporciones comúnmente consumidas.

Otros investigadores (24) estudiaron el efecto de la suplementación con metionina en el mejoramiento de la calidad de la proteína de yuca. Se observó un aumento en ganancia de peso, en consumo de alimento, en conversión alimenticia y un I.E.P. más alto que en las dietas no suplementadas.

Sin embargo, otro estudio informa que no se observaron diferencias significativas con la suplementación de la harina de yuca con lisina y metionina. También informan que la eficiencia de conversión de alimentos no se vio afectada por los niveles de yuca, ni por la suplementación de aminoácidos o niveles de proteína animal (53).

Es importante usar la mínima cantidad de metionina para fortificar la harina de yuca, para mantener bajo el precio y evitar cambios en las características organolépticas de la harina (36). Pequeñas cantidades de metionina (0.2-0.4%), resultaron ventajosas desde el punto de vista económico y no interfirieron con el sabor y el aspecto físico de la harina.

Se comparó el valor nutritivo de la harina de yuca para cerdos con el maíz, trigo y cebada, mostrándose que el valor de energía digerible era bueno (89).

Debido a características intermedias en la calidad de la raíz de yuca, algunas variedades pueden usarse como alimento, o en la producción de alimentos industriales con un alto rendimiento (79,84).

En la yuca las sales potásicas favorecen la formación de almidón siendo el nitrógeno y el fósforo esenciales para el crecimiento de la raíz; sin embargo, si el suelo tiene mucho nitrógeno acumulado ocurrirá un fuerte desarrollo del crecimiento vegetativo sin el correspondiente aumento en la producción de raíz.

La yuca tiene la propiedad de agotar a los suelos debido a su alto requerimiento de nutrientes.

2.2.3 Factores Antinutricionales de la Yuca

El contenido de ácido prúsico o cianhídrico constituye el principal factor que afecta el valor nutritivo de la yuca, encontrándose en forma libre o combinado. De los tipos que se consumen, la yuca amarga (*Manihot utilissima*) tiene mayor cantidad de ácido cianhídrico que la yuca dulce (*Manihot aipi*). Este ácido es venenoso, pero desaparece por efecto de la cocción (24).

Se ha comprobado que la cantidad de cianuro en la yuca se incrementa considerablemente cuando las raíces se dejan en la tierra por períodos de más de un año, por sequía o por deficiencia de potasio (24).

Se ha indicado también, que la harina de raíz de yuca tanto en sus variedades dulces como amargas, puede ser una excelente fuente energética en raciones para pollos, ya que la toxicidad no es una constante de la variedad, sino difiere entre las mismas variedades en diferentes áreas de cultivo (3). Se dice que las diferencias en el grado de toxicidad pueden ser explicadas por la presencia o ausencia de sus-

tancias tales como metionina, vitamina B₁₂, cistina, sulfuro, iodo y otros compuestos como cobre y hierro (53).

La yuca puede contener alta cantidad de linamarina, glucósido que por efecto de una enzima (linasa), origina ácido cianhídrico en dosis que pueden variar de nocivas hasta mortales (25). Según Grace (53) por la acción de esta enzima, la faseolunatina (glucósido cianogénico de la yuca) comienza a desdoblarse durante la recolección dando ácido cianhídrico, acetona y glucosa. La hidrólisis del glucósido por la enzima puede acelerarse por remojo de las raíces, corte o acción del calor.

Se cree probable que el cianógeno de la yuca tenga que ver con la formación de la molécula proteínica (24). También informan que la presencia de ácido cianhídrico es fácil de reconocer por su sabor amargo y su distribución varía según las variedades. En las dulces la mayor concentración de ácido está localizada en la piel y capa exterior, mientras que en las amargas, el ácido está distribuido en todas las partes de la raíz (53).

Según Oyenuga y col. (Citado por Barrios, 9) la concentración del ácido cianhídrico de la yuca varía de 29 a 213 mg/kg en raíces frescas.

Otro estudio de Layrisse (78) informa que no existe relación definida entre el sabor y el contenido de principios venenosos, ya que el sabor y el contenido de ácido cambian de acuerdo a condiciones ambientales.

Para reducir la toxicidad del HCN (ácido cianhídrico) pueden utilizarse varios métodos, unos más efectivos que otros. El secamiento en horno con aire forzado a temperaturas moderadamente altas, que

elimina el HCN libre y destruye la enzima linamarasa, que es necesaria para formar el glucósido y liberar el HCN. Es de notar que el calor seco no tiene ningún efecto sobre el glucósido presente y éste se consume en la raíz (53).

La cocción con agua destruye el HCN junto con la enzima (linamarasa) y causa una disminución en la cantidad de glucósido total que es soluble en agua. El rallado, mezclado y secado al sol son métodos prácticos y efectivos para reducir tanto el ácido cianhídrico, como el nivel de glucósido. Si se seca por varios días, la mayor parte del glucósido será hidrolizado para liberar el HCN que se disipa en el aire.

Calderón y col. (24) estudiaron el efecto de la metionina en el suministro de azufre para la detoxificación del cianuro presente en la yuca, como glucósido cianogénico o cianuro de potasio agregado. En los experimentos se usaron tres niveles de cianuro de potasio, mostrándose mayor ganancia de peso en las ratas que consumieron dietas suplementadas con metionina que excretaron niveles más altos de tiocianato en la orina, que las que consumieron las dietas no suplementadas a todos los niveles de cianuro agregado.

También se ha dicho que la vitamina B₁₂ tiene un papel directo o indirecto en la detoxificación del cianuro, ya que una deficiencia de ella produce un aumento en la excreción de tiocianato (53).

2.3 Plátano (Musa paradisiaca)

2.3.1 Composición Química del Plátano

El plátano tiene un contenido de carbohidratos de alrededor de 24.0% (89). Su contenido de proteínas es bajo, pero de buena digestibilidad (no mayor de 2.0% (49)); es bajo en grasa, 0.4%.

Constituye el mayor aporte de vitamina A en los países tropicales, no sólo por su contenido, sino por la cantidad en que se consume. Hay estudios donde se han determinado los coeficientes de digestibilidad de la proteína, fibra y grasa en la harina de plátano con cáscara (69).

El plátano es rico en vitamina C y suficiente en tiamina (0.13 mg/100 g) y niacina (1.26 mg/100 g). Sin embargo el contenido de calcio es bajo en relación a los requerimientos humanos (81).

En el plátano la hidrólisis del almidón a azúcar y la desaparición de la acidez proceden de una tasa de hidrólisis baja y por eso hasta una etapa muy avanzada de madurez, el plátano tiene más almidón y pulpa ácida (26). En el curso de la maduración el contenido de almidón de esta fruta decrece de 20 a 1% y los azúcares aumentan alrededor de 1 a 18% (10). La mayor parte de los carbohidratos del plátano son utilizables (97).

2.3.2 Valor Nutritivo del Plátano

Se ha dicho que el contenido de proteínas del plátano es bajo. Generalmente el plátano verde es alto en fécula y bajo en azúcares (108). Estudios en dietas para cerdos han demostrado que la harina de plátano verde con cáscara mejoraba la digestibilidad de la fibra y la energía digerible de las dietas.

2.3.3 Factores Antinutricionales del Plátano

Los principales cambios enzimáticos que se observan en el plátano son las oxidaciones que causan oscurecimiento del color y alteraciones en el sabor (97). Un cambio de importancia es el empardeamiento enzimático que llega al color marrón en frutas de colores claros como el plátano. Esto es debido a la oxidación del sustrato

tanino-catecol, que es la sustancia precursora del pigmento por acción de las enzimas fenol-oxidasa y polifenol-oxidasa.

El plátano contiene taninos incoloros que al reaccionar con iones metálicos forman una coloración (97). El color formado depende de la parte del tanino, del pH y del ión metálico específico.

3. Procesamiento

Como se ha mencionado, el guandul, el frijol y la yuca necesitan de cocción para eliminar los factores tóxicos que poseen. Este concepto ha sido muy estudiado, demostrándose que sin duda mejora el valor nutritivo de la leguminosa y otros alimentos (67, 68, 84).

Se ha demostrado que la temperatura, el tiempo de calentamiento y las condiciones de humedad son variables que influyen y deben ser controladas en el mejoramiento del valor nutritivo por acción del calor (19, 84), a pesar de que se ha indicado que ni la cocción, ni cualquier tratamiento con calor mejoran el coeficiente de digestibilidad de las proteínas de leguminosas (80).

Los procesos comúnmente usados para mejorar el valor nutritivo son el remojo y la cocción. Remojado no hay pérdida de nutrientes, se pierden sustancias tóxicas, hay cierto ablandamiento y así la cocción es menos fuerte (67,70).

Además, el efecto que tiene el tratamiento de cocción sobre los factores tóxicos, también disminuye la disponibilidad de algunos aminoácidos como lisina y cisteína, e interviene en la digestibilidad de la proteína aumentándola considerablemente (15, 68).

Al respecto, Braham y col. (13) encontraron que la temperatura óptima de cocción para el guandul (*Cajanus cajan*) era de 121°C

y 16 libras de presión por 20 minutos, y un tiempo mayor de calentamiento disminuyó el valor nutritivo de esta leguminosa.

Para la preparación de las mezclas se ha usado la precocción, que puede obtenerse por cocción en seco, o por autoclaveado. Según Elfas y col. (49) el autoclaveado no es conveniente, porque los inhibidores no son completamente inactivados, o puede deteriorarse la calidad de la proteína.

3.J. Enlatado

Un sistema muy usado en la conservación de alimentos es el enlatado. Las operaciones básicas de este proceso son la preparación del alimento, el enlatado en sí, evacuación, sutura de las latas, tratamiento térmico y refrigeración (98). Cuando se trata de materiales húmedos el proceso debe efectuarse con el mínimo de retraso entre la preparación y el terminado, con el propósito de evitar alteración en el producto por producción de gas, debido principalmente al desarrollo de microorganismos.

El enlatado produce cambios en la composición química del alimento que deben reducirse al mínimo. Por esta razón muchos productos se escaldan en agua caliente o vapor a 82-93°C antes de enlatarlos (101). El escaldado tiene por objeto la limpieza del producto e inhibir las reacciones enzimáticas que ocurren durante el período de preparación y que perjudican el valor nutritivo y el aspecto de los alimentos.

Durante el proceso es muy importante el tipo de material de la lata con el fin de prevenir la retención de gas; normalmente los materiales semisólidos y guisantes suelen enlatarse en recipientes de

Lámina recubiertos de estaño y con coberturas de C enamel que protege más al alimento, a la vez que disminuye el costo del enlatado e impide la alteración del color de ciertos alimentos que al reaccionar con el metal forman sulfuro. Una operación importante del enlatado es la expulsión de aire de la lata antes de cerrarla, ya sea mecánicamente o por inyección de vapor (98).

Por el proceso de enlatado se han producido alimentos de alto valor nutritivo. Roberts y col. (100) desarrollaron un proceso para preparar arroz blanco enlatado de alta calidad. Se hirvió arroz crudo hasta un contenido de humedad de alrededor de 55%, enlatando a alto vacío y con retorta. Se retuvo el color brillante del arroz, su típico sabor y los granos se mantuvieron bien separados. El arroz enlatado se preparó para servirse calentado en agua hirviendo por un minuto, cuando se requieren de 20-40 minutos para cocinar arroz seco por los métodos caseros usuales.

La calidad de la textura del arroz enlatado puede estar influenciada por las diferentes variedades, tiempo de hervor, pH, contenido de grasa, concentración de sal y tiempo de blanqueo (33).

Las diferencias entre variedades se atribuye a variaciones en el contenido de amilosa, diferencias en el envejecimiento causadas por cambios en las propiedades colidales del grano y pared celular durante el almacenamiento (100). Aún no han sido establecidas las condiciones de hervor para los diferentes tipos de arroz enlatado (100).

Según Ferrel y col. (Citado por Demont, 33) el problema de amasamiento puede evitarse con el uso de emulsiones o agentes emulsificantes. Rociando el tratamiento sobre la superficie del producto con

agentes activos durante el enlatado, se reduce la cohesión que normalmente se desarrolla en el producto.

3.2 Mezclas

Se ha considerado que el uso de leguminosas mezcladas con otros alimentos, es eficiente desde el punto de vista nutritivo y, también desde el de su utilización. Debido a que las leguminosas ocupan en las dietas de nuestros países un lugar preponderante, esto hace posible la diversificación y utilización de los alimentos básicos (40).

Estas mezclas se han basado en la suplementación con cereales, o en combinación con concentrados proteínicos, o con diferentes tipos de alimentos, con el fin de desarrollar productos de alta calidad proteínica (19,48).

Trabajos de Sirinit y col. (Citado por Bressani, 17) muestran que el efecto de la suplementación de aminoácidos para mezclas de cereales y leguminosas de alta calidad proteínica, depende tanto del tipo de cereal, como del grano de leguminosa. Se observó que en mezclas de maíz y sorgo con frijol, la calidad de la proteína aumentaba cuando se adicionaba metionina, mientras que esto no ocurría con el arroz.

Elías y col. (41) encontraron que la combinación óptima entre la harina de algodón y el guandul ocurrió cuando el primer producto aportaba 70% de la proteína y el segundo, el 30%. En este estudio que sirvió de base para la formulación de la mezcla INCAP XVII, el I.E.P. (Índice de Eficiencia Proteínica) resultante de la dieta a base de sólo guandul fue de 1.19; al mezclar con 70% de proteína de algodón el I.E.P. fue de 2.38 con un correspondiente aumento de peso, lo que indicó que estas combinaciones complementan a los productos respecto al valor nutritivo.

Bressani y col. (21) agregaron guandul tierno o maduro a una cantidad constante de cereales (60% de la dieta) en una proporción de 0 a 10, 20 y 30%. La combinación de 60:20 resultó ser la mejor para el arroz, demostrando que el guandul es una buena fuente suplementaria para cereales.

En estudios con harina de yuca (Citado por Bressani, 17) las dietas con y sin metionina se compararon con tres niveles de frijoles (*Phaseolus vulgaris*). Se demostró que el frijol aumentaba la calidad de la proteína de la dieta y, en las que contenían metionina se suplió la deficiencia en aminoácidos azufrados de ambos. Se mostró que aunque la eficiencia proteínica parece decrecer a medida que aumentan el frijol en la dieta, el porcentaje de proteína utilizable fue esencialmente el mismo.

Subrahamayan y col. (104) informan la sustitución de arroz por harina de yuca en un 25%. Esta sustitución no produjo deterioro en los valores de crecimiento de la dieta cuando se alimentó a ratas albinas.

Por otro lado hubo una respuesta diferente en el crecimiento de las ratas con la dieta arroz-yuca, en comparación con la de arroz.

Además, se estudió el valor suplementario de minerales presentes en la yuca, comprobándose que esta combinación contribuía con calcio extra. En ambas dietas la retención de nitrógeno fue la misma (alimentadas a voluntad), pero cuando fueron alimentadas a la par de retención de nitrógeno fue más baja en las alimentadas con arroz-yuca. El efecto de reemplazar diferentes porcentajes de arroz por harina de yuca, mostró que cuando se reemplaza en 50% no hay deterioro en el crecimiento.

III. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

En la República Dominicana el consumo de productos amiláceos y leguminosas es alto, especialmente en los grupos que a causa de su bajo poder adquisitivo no incluyen en su dieta típica productos de origen animal.

Por lo tanto, es de vital importancia la caracterización de su dieta típica para tratar de mejorar el valor nutritivo a través de un mejor balance de los productos que ya consumen sus pobladores y/o aumentar su disponibilidad para los mismos, a través de un procesamiento adecuado.

IV. OBJETIVOS

1. Objetivo General

Aumentar el valor nutricional de las dietas a base de arroz y frijol rojo a través de su mejor combinación, encaminada a incrementar su consumo, aceptabilidad y disponibilidad.

2. Objetivos Específicos

- 2.1 Caracterización química y biológica de la dieta típica dominicana.
- 2.2 Mejoramiento del valor nutritivo de la dieta utilizando la combinación óptima entre el arroz y el frijol rojo.
- 2.3 Estudiar el proceso de enlatado de la mejor combinación de dichas mezclas. Procesamiento del Moro que es un plato a base de arroz y una leguminosa.

V. MATERIALES Y METODOS

A. Materiales

1. Alimentos

1.1 Arroz (*Oryza sativa*)

Se empleó el arroz más comercialmente usado en Guatemala que tenía características similares de cocción al comercialmente usado en la República Dominicana.

1.2 Carne de Res

1.3 Frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*)

1.4 Yuca (*Manihot esculenta* o *utilissima*)

Se utilizaron variedades tanto dulces como amargas y en forma conjunta las comercialmente usadas en Centroamérica.

1.5 Plátano (*Musa paradisiaca*)

Se empleó verde (24% de carbohidratos) de los comercialmente usados en Guatemala.

2. Animales

Se utilizaron ratas blancas recién destetadas de la raza Wistar de la colonia animal del INCAP.

3. Instalaciones

Se usaron las de la colonia animal del INCAP.

4. Aditivos

Cebolla en polvo

Ajo en polvo

Cloruro de sodio

Carbonato de sodio

Bicarbonato de sodio

Difosfato ácido de sodio

Acido acético glacial

Acido cítrico

B. Métodos

1. Preparación de los materiales

1.1 Arroz (*Oryza sativa*)

Se agregó agua (liq:sol 2:1) y se aplicó calor a ebullición por 15 minutos en estufa eléctrica corriente, y luego al vapor por 20 minutos. Después de cocción el material se homogenizó con los demás materiales para la caracterización de la dieta típica.

1.2 Carne de Res

Se cocinó molida por 10 minutos (en estufa eléctrica corriente) para facilitar su incorporación al resto de los componentes de las dietas.

1.3 Frijol rojo (*Phaseolus vulgaris*)

Se sometió a cocción en retorta a 240°F y 15 lbs de presión 40 minutos. Después de la cocción se empleó con su caldo para la preparación de la dieta típica y para la mezcla con arroz enlatado (liq:sol 9:1).

1.4 Plátano (*Musa paradisiaca*)

Se empleó cocido para la caracterización de la dieta típica. Método de cocción: los plátanos fueron pelados, rodajados y sumergidos en agua (liq:sol 2:1) y hervidos hasta cocción. Para su uti-

lización únicamente se utilizó el material sólido, desechándose la parte líquida.

1.5 Yuca (*Manihot esculenta* o *utilissima*)

Se empleó cocida. El método de cocción se llevó a cabo de acuerdo a las características de la muestra a estudiarse.

2. Preparación de las dietas

Se prepararon cinco dietas de acuerdo al Patrón Básico de Consumo de la República Dominicana (95), como se muestra en el Cuadro No. 1. Las mezclas cocidas, liofilizadas y después molidas en un molino Wiley con una malla de 20 mesh para su determinación química proximal, vitaminas (A, tiamina, riboflavina y niacina), minerales (calcio, fósforo y hierro) y aminoácidos y su evaluación biológica.

3. Métodos Químicos

En las cinco dietas se determinó:

3.1 Análisis Químico Proximal

Según los métodos usuales de la AOAC(5). Para el análisis de nitrógeno se empleó el método de Kjeldahl y la cantidad de proteína correspondiente se obtuvo multiplicando el nitrógeno presente por el factor 6.25.

3.2 Análisis de Aminoácidos

La determinación del patrón de aminoácidos de las dietas se realizó por cromatografía en un autoanalizador de aminoácidos (Technicon).

3.2.1 Metionina. Por ensayo microbiológico usando una cepa de Leuconostoc mesenteroides (62).

3.2.2 Triptofano. Por ensayo microbiológico usando una cepa de Lactobacillus arabinosus (62)

3.3. Vitaminas

A, tiamina, riboflavina y niacina por los métodos recomendados por la AACC (3).

3.4 Minerales

Calcio, fósforo y hierro por los métodos de la AOAC (5).

3.5 Lisina Disponible

Por el método de Conkerton y Frampton (30).

4. Métodos Físicos

4.1 pH

Usando un potenciómetro común de laboratorio.

4.2 Energía

El contenido calórico de dietas y heces se determinó utilizando la bomba calorimétrica.

5. Métodos Biológicos

5.1 Valor Nutritivo de la Dieta

Con el objeto de estudiar y caracterizar la dieta típica dominicana, se llevó a cabo un experimento con ratas blancas con las dietas tal y como fueron preparadas, sin adición de vitaminas y minerales. Se formaron 5 grupos de 8 ratas por tratamiento, 4 machos y 4 hembras que fueron alojadas en jaulas con fondos de tela metálica levantados, y dispusieron durante el tiempo de experimentación de agua y alimento ad libitum. Se llevó un registro individual de cada rata para su consumo de alimento se determinaron cada 7 días, y la duración del estudio fue de 28 días. Se usó como control una dieta de caseína al 10% de proteína.

El valor nutritivo de la dieta se calculó dividiendo el incremento de peso entre los gramos de proteína consumida (94).

5.2 RPN (Razón Proteínica Neta)

Esta determinación se hizo con grupos de 8 animales 4 machos y 4 hembras. Las dietas fueron preparadas para que contuvieran 8.8% de proteína para los grupos experimentales, y una dieta libre de nitrógeno (DLN). (Ver Cuadro No. 2). Al cabo de 10 días las ratas se pesaron y se determinó la ingesta de proteína (92).

Los valores de RPN se obtuvieron a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{RPN} = \frac{\text{Ganancia de peso del grupo experimental} - (\text{Pérdida de peso del grupo con DLN})}{\text{Ingesta de proteína del grupo experimental}}$$

5.3 Digestibilidad de la proteína

Para determinar la digestibilidad de la proteína se recolectaron las heces durante un período de 7 días. Se llevó también durante este mismo período un registro de consumo de alimento e incremento de peso. Las heces se secaron en un horno eléctrico a 60°C por 24 horas y se pesaron. Luego se molieron en un molino Wiley, con una malla de 20 mesh y se les determinó el nitrógeno fecal por el método de Kjeldhal. La digestibilidad aparente y verdadera se determinó por la siguiente expresión matemática:

$$\% \text{ Digest. aparente} = \frac{N_I - N_F}{N_I} \times 100$$
$$\% \text{ Digest. verdadera} = \frac{N_I - (N_F - N_{FM})}{N_I} \times 100$$

en donde:

N_I = Nitrógeno ingerido total

N_{FM} = Nitrógeno fecal metabólico

N_F = Nitrógeno fecal

6. Métodos tecnológicos

Para lograr una combinación favorable entre arroz y frijol rojo se mezclaron en la proporción de 80:20 considerada como óptima en los estudios de Bressani y col. (19).

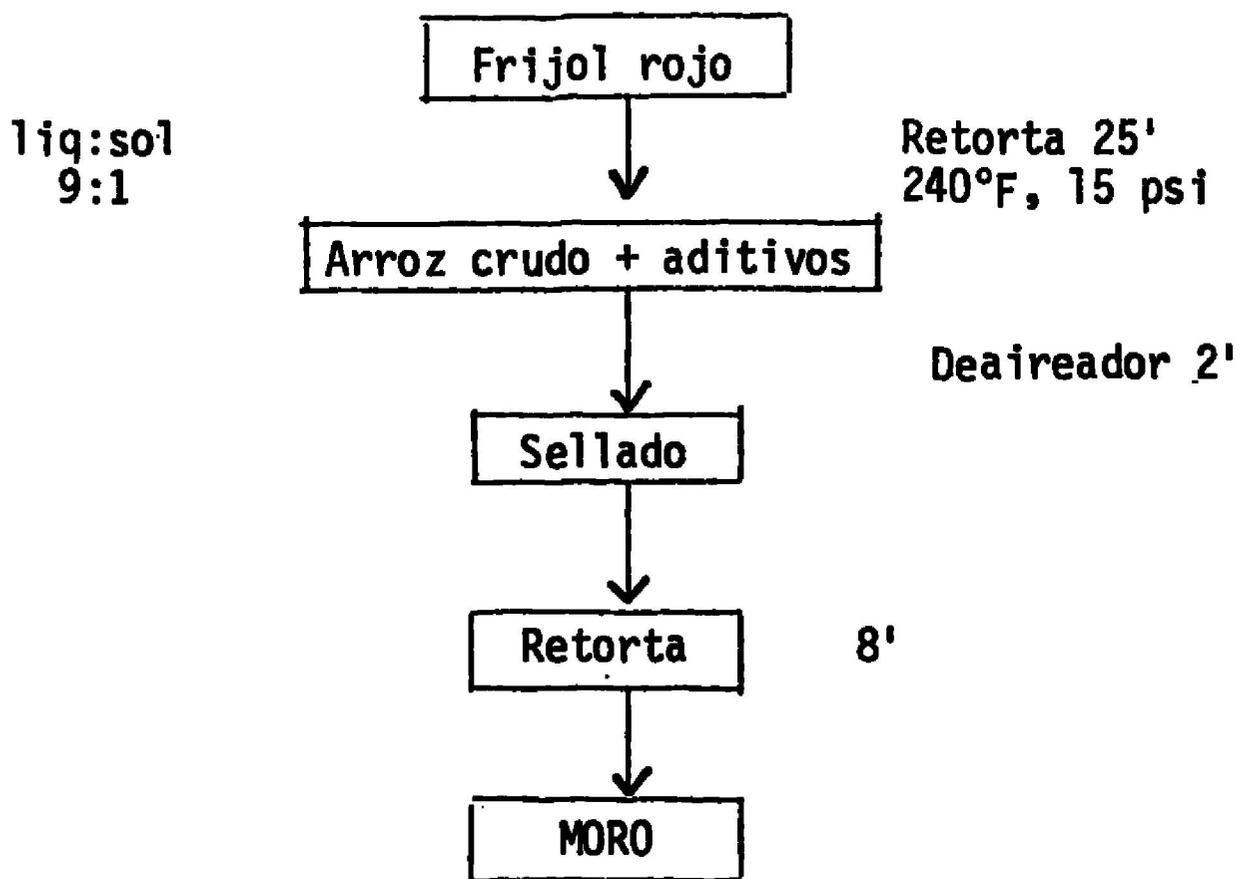
Se evaluó la posibilidad de preservar esta combinación mediante un proceso de enlatado (82), tratando de ajustar las condiciones de proceso a aquellas de cocción del material. Para el efecto se usaron latas No. 25, con una capacidad de cinco onzas y media. Para este enlatado se realizaron varias pruebas preliminares buscando minimizar el tiempo de proceso del enlatado y tratando de asegurar la preservación del producto mediante el incremento de su acidez hasta obtener valores de pH inferiores a 4.5 en el producto procesado. Como se conoce a valores de pH inferiores a 4.5 ya no ocurre la germinación de las esporas de Clostridium botulinum, por lo que ya no es necesario someter al alimento a una cocción botulínica durante el enlatado. (77)

6.2 Proceso propuesto

Se encontró que el proceso que se describe a continuación ofrece las mejores posibilidades de demostrar mediante estudios futuros buenas características de estabilidad organoléptica y microbiológica

dado el bajo pH del producto después de procesado y la posibilidad de encontrar en el comercio latas que resistan dicha acidez.

Diagrama de Flujo No. 1



Aspecto: suelto, buena apariencia

Textura: cocido

pH: 4.3

El frijol fue cocido en una solución compuesta de una mezcla de sales cuya composición para 1 litro de agua fue de 25 g de cloruro de sodio, 10 g de difosfato ácido de sodio, 7.5 g de bicarbonato de sodio y 2.5 g de carbonato de sodio (99).

Esta solución se agregó en las proporciones que se muestran en el diagrama de flujo No. 1. Además por cada lata se agregaron los siguientes aditivos: 0.32 g de cebolla en polvo, 0.08 g de ajo en polvo, 4 ml de aceite y 4.8 ml de ácido cítrico al 5% ó 1.9 ml de ácido acético glacial. El moro es un plato a base de arroz y una leguminosa. La leguminosa se cuece a término medio y en su caldo se cuece el arroz.

7. Cómputo Químico

Para calcular el valor nutritivo de las dietas se usó el Puntaje Químico (score) (47). Para esta determinación se tomaron todos los datos de composición de aminoácidos y de proteína de las dietas a pesar de que existen informes de otros investigadores sobre la composición de aminoácidos y de proteína de los alimentos bajo estudio (14).

Se tomaron para estos cálculos todos los datos de ingesta de alimento en crudo (convertidos a cocido) por persona por día, de Patrón Básico de Consumo para la República Dominicana (95), a través del Puntaje Químico que se calcula dividiendo los mg de aminoácido/g de proteína de ensayo entre los mg de aminoácido del patrón de referencia.

8. Proteína Utilizable

Asumiendo que la caseína tiene un valor nutritivo relativo de 75 se calculó el valor nutritivo relativo de cada una de las dietas con respecto a la caseína; y luego su proteína utilizable por las siguientes expresiones matemáticas:

$$\text{VNR} = \frac{75 \times \text{I.E.P. muestra problema}}{\text{I.E.P. caseína}}$$

I.E.P. = Índice de Eficiencia Proteínica

$$PU = \frac{VNR \times \% \text{ proteína}}{100}$$

en donde:

VNR = Valor Nutritivo Relativo

I.E. P = Índice de Eficiencia Proteínica

PU = Proteína Utilizable

VI. RESULTADOS

VI. RESULTADOS

A. Caracterización química y biológica de la dieta típica dominicana

1. Características Químicas

Los resultados del análisis proximal se presentan en el Cuadro No. 3 tanto en base seca como en base húmeda. Como se puede ver, el contenido de humedad de las dietas oscila entre 61.50 y 62.44%.

El contenido de proteína en base húmeda es relativamente bajo: para las dietas con carne es de 4.97 y el valor más alto es de 5.80%.

El contenido de grasa es también bastante bajo en todas las dietas, menos en la 3 y en la 5 a las que se adicionó grasa y aportan cifras de 2.35 a 7.04% en base seca (ver descripción composición, Cuadro No. 1). El contenido de fibra es similar oscilando entre 1.2 y 1.6%.

El Cuadro No. 4 presenta el contenido de vitaminas y minerales expresado en mg/100 gramos. El contenido de vitamina A como equivalente de retinol fue cero. El de tiamina fue más alto en las dietas 5 y 1 presentando valores de 0.232 mg/100 g y 0.225 mg/100 g; las demás tuvieron valores de 0.130 mg/100 g. El contenido de riboflavina es muy bajo. Las dietas sin carne (3 y 4) presentaron valores de 0.00067 y 0.00074 mg/100 g, más altos que los de las dietas con carne. El contenido de niacina resultó ser bastante alto en todas las dietas. Los valores de todos los nutrientes calculados en base fresca son substancialmente bajos.

El Cuadro No. 5 presenta el contenido de vitamina en mg/día de las dietas comparado con el patrón de recomendación de la NRC de 1974 (92). De acuerdo a esta recomendación todas las dietas son bajas en

vitamina A, tiamina y riboflavina, pero su contenido de niacina es alto oscilando entre 37.39 y 33.63 mg/día en base fresca.

El Cuadro No. 5 también presenta la ingesta de proteína en g/día comparada con la misma recomendación. En base a esta fuente de comparación las dietas con carne presentaron mayor contenido de proteína pero, en general, resultaron ser muy bajas.

En el Cuadro No. 6 se compara la ingesta diaria de minerales con la recomendación del NRC de 1974 (92). Como puede verse todas las dietas son muy bajas en minerales.

El Cuadro No. 7 presenta el contenido de aminoácidos de las dietas expresado en mg de aminoácido por gramo de nitrógeno, comparado con el patrón provisional de la FAO de 1971. También se muestra el contenido de lisina disponible, que resultó ser mayor en las dietas con carne. Las dietas sin carne (3 y 4) resultaron con valores similares de lisina disponible de 100 y 110 mg/g N, respectivamente.

2. Características Nutricionales

2.1 Valor Nutritivo

El Cuadro No. 8 muestra el valor nutritivo de las dietas. La eficiencia proteínica más alta de 1.05 es la de la dieta 4, seguido de la de la dieta 2 de 1.02. Las dietas 1, 3 y 5 arrojaron valores más bajos. Todas se compararon con una dieta de caseína con 10% de proteína cuya eficiencia fue de 2.02.

Según el análisis de varianza existen diferencias significativas entre las dietas de valor nutritivo, consumo de alimento, y ganancia de peso. De acuerdo a la prueba múltiple de Duncan, las die-

tas 1, 2, 3, 4 y 5 resultaron ser estadísticamente iguales y diferentes de la 6 (caseína control) en lo referente a valor nutritivo y consumo de alimento ($P < 0.01$).

Respecto a ganancia de peso, las dietas 1, 2, y 5 (dietas con carne) resultaron ser diferentes de la 3 y 4 (dietas sin carne) y todas diferentes de la caseína control (ver Gráficas Nos. 1 y 2).

2.2 RPN Razón Proteínica Neta

Los valores de RPN se muestran en el Cuadro No. 9. El valor de RPN más alto fue de 3.70 para la dieta 9 (mezcla basal 2 + vit. + min.); y el promedio más bajo que se obtuvo fue para la dieta 8 (mezcla basal 1 + vit. + min.) de 3.03. Por su parte las dietas sin carne (10 y 11) presentaron en promedio valores intermedios.

De acuerdo al análisis de varianza existen diferencias significativas ($P < 0.01$) entre las dietas. Por la prueba de Duncan todas las dietas experimentales resultaron ser estadísticamente iguales y diferentes de la caseína control. Respecto a ganancia de peso y consumo de alimento, las dietas 12 y 13 resultaron ser estadísticamente iguales y diferentes de las dietas 8, 9, 10 y 11.

2.3 Digestibilidad de la proteína

El Cuadro No. 10 muestra la digestibilidad aparente y verdadera de las dietas. Por análisis de varianza la dieta 4 presentó el menor promedio de 65.66 y por prueba múltiple de Duncan resultó ser diferente de la 5 y 6 e igual a la 1, 2 y 3 en lo que se refiere a digestibilidad aparente.

Respecto a digestibilidad verdadera de proteína las dietas 1, 2 y 5 (dietas con carne) fue mayor que la de las dietas sin carne

(3 y 4) y todas diferentes de la caseína control cuyo promedio fue de 89.00%.

3. Contenido Calórico

El Cuadro No. 11 muestra el contenido calórico de las dietas y la energía digerible de las mismas comparadas con la recomendación del NRC de 1974. Como puede verse, el contenido en calorías es muy bajo en relación a la citada recomendación.

B. Métodos Tecnológicos

Con el fin de disminuir el pH de la mezcla descrita en el proceso propuesto (ver diagrama de flujo No. 1)*se agregaron 4.8 ml de ácido cítrico al 5%/lata ó 1.9 ml de ácido acético glacial/lata. La adición de ácido cítrico produjo un cambio en el sabor del Moro, mientras que el ácido acético no alteró ninguna de las características organolépticas. En ambos casos se redujo el pH de 8.5 a 4.3.

* Página 34

VII. DISCUSION

Se ha hablado constantemente en los últimos años del problema de proporcionar alimentos de alta calidad nutritiva y en las cantidades adecuadas, a una población mundial que crece cada vez más.

Siguiendo esta línea de pensamiento, el presente trabajo tuvo como uno de sus objetivos caracterizar química y biológicamente la dieta típica dominicana, que es similar a la de muchos países tropicales y en vías de desarrollo (12). A pesar de esto no existe en la literatura ningún estudio en el cual se haya determinado química y biológicamente la dieta típica dominicana.

Con respecto a la composición química proximal, los datos encontrados muestran una similitud con otros resultados de dietas similares de otros países en desarrollo.

Según lo mostrado por el análisis proximal, el contenido de humedad es relativamente alto. Además el contenido de proteína y grasa es bajo, y no cubre los requerimientos de proteína y calorías recomendados para un hombre adulto (ver cuadros No. 3 y No. 5). Sin embargo, en el caso de las dietas a las que se les agregó grasa el contenido calórico es relativamente alto (6.87-7.04) al compararlo con aquéllas a las cuales no se les adicionó grasa (2.37-3.36%).

Estos hallazgos demuestran, al igual que estudios llevados a cabo con dietas similares, la dificultad de poder llenar los requerimientos nutricionales con este tipo de dieta debido al volumen de la misma. Esto implica que desde el punto de vista fisiológico sería muy difícil poder llenar los requerimientos de estos nutrientes en términos de cantidad. Por ejemplo, un cálculo estimado en base a la canti-

dad de dieta que la población consume (de 488-601 g/día en base fresca) sólo llena un 33.43% del requerimiento en el caso de la dieta con mayor contenido de proteína. Estas cifras indican que para poder llenar el 100% del requerimiento en el caso de esta dieta se necesitarían 1,456.84 g en base fresca, lo que demuestra la imposibilidad práctica de lograrlo. Asimismo, esos datos reflejan la importancia de mejorar desde el punto de vista cualitativo el valor nutritivo de las dietas de esta población.

Otros Nutrientes

Aparte del problema del déficit proteínico y calórico previamente mencionados, la dieta típica dominicana presenta otros muy fundamentales: su deficiencia en micronutrientes debido, en parte al procesamiento térmico.

De las vitaminas analizadas sólo la niacina cubrió los requerimientos; no hubo reducción en su contenido debido, en parte, a su condición de termoestabilidad. Sin embargo, la vitamina A y la riboflavina, termolábiles y sensibles a la luz, presentaron valores muy bajos; lo mismo sucedió con el contenido de tiamina. Estas condiciones pueden considerarse las causantes del bajo contenido en vitaminas del complejo B. Hay que destacar que en el caso del frijol rojo se utilizó el caldo de cocción. El arroz fue lavado y, como vimos en la sección de literatura, éste pierde la mayor parte de sus nutrientes.

Esta deficiencia podría solucionarse de dos formas: diversificando los alimentos que consume la población y/o, como en el caso del presente trabajo, involucrando o introduciendo un suplemento de este

tipo, como podrían ser mezclas de vitaminas que generalmente llevan tiamina, riboflavina y hierro (como pirofosfato férrico), o introduciendo verduras que suplan las deficiencias de vitaminas y minerales. La elección de una de las soluciones dependerá de un estudio de factibilidad del producto final.

El contenido de minerales de las dietas no cubre los requerimientos, pero para futuros estudios debiera investigarse la disponibilidad de los mismos en las dietas de los países.

Aminoácidos. Lisina Disponible

Según los resultados de esta investigación, los aminoácidos limitantes en estas dietas se presentan en el Cuadro No. 7. En lo que se refiere a la deficiencia en azufrados, el rango de contenido de estos aminoácidos en las materias primas empleadas es bastante amplio, y los productos utilizados en esta investigación deben haber tenido una deficiencia bastante marcada en azufrados, la que se acrecentó más con la inclusión de carne a las dietas. La inclusión de carne aumentó el contenido de lisina y su disponibilidad en la dieta.

Estos son resultados solamente del análisis químico, que no dicen nada sobre la disponibilidad de estos aminoácidos. Para conocer el orden de deficiencia de estos aminoácidos en las dietas, habría que realizar pruebas biológicas con las mismas agregando los aminoácidos deficientes aislados y/o en combinaciones, para así poder medir la respuesta de los animales a este tratamiento.

Valor Nutricional

Valor Nutritivo. , Respecto a ganancia de peso en el ensayo de valor nutritivo, las dietas 1, 2 y 5 (dietas con carne) mostraron

ser diferentes de la 3 y 4 (dietas sin carne), resultado que era de esperarse debido a la mejor calidad proteínica de estas dietas.

El hecho de que esta mejor calidad no se haya reflejado en los valores de valor nutritivo obtenidos (ganancia de peso/proteína consumida) se debe a que las dietas tenían diferentes contenidos de proteína. Es un hecho bien reconocido que el contenido de proteína de las dietas afecta el valor nutritivo medidos en términos de eficiencia proteínica.

Como puede observarse en la tabla de resultados, son precisamente las dietas que contenían carne las que tenían mayor cantidad de proteína. Por lo tanto, fue de interés calcular la proteína utilizable con el propósito de diferenciar la calidad proteínica de las dietas (ver Cuadro No. 12).

Desde el punto de vista práctico esta diferencia en utilización es un valor muy importante, ya que refleja la influencia que puede tener una pequeña cantidad de proteína animal (como carne, por ejemplo) sobre el valor nutritivo de la dieta.

Por otro lado, es de interés señalar que a pesar de que no hubo diferencias estadísticamente significativas con respecto al consumo de alimentos, se observó en todos los experimentos una tendencia a un mayor consumo de las dietas que contenían carne.

Esto confirma hallazgos de otros investigadores (90) en el sentido del efecto que tiene la proteína de la dieta sobre el apetito.

Este aspecto tiene también aplicaciones prácticas en el sentido de que una mejor calidad proteínica estimula la ingesta; esto podría contribuir como un mecanismo que permitiera llenar los requerimientos de nutrientes de una manera más adecuada.

RPN. Razón Proteínica Neta

Los resultados de RPN no indicaron diferencia alguna entre las dietas con carne y sin carne. Esto pudo deberse al corto tiempo de experimentación, lo que podría comprobarse por medio de la curva de crecimiento obtenida en el primer estudio (ver Gráfica No. 2). Si esto es cierto constituye una razón por la que no se recomienda este método para los propósitos de este tipo de investigación. Sin embargo, es probable que se haya perdido sensibilidad en vista de que las dietas con carne contenían mayor cantidad de proteína que las dietas sin carne. Esto significa que las dietas con carne a un nivel inferior de proteína ya no responden en forma lineal, como sería el caso de las dietas sin carne. Las dietas sin carne al nivel de proteína utilizadas en este estudio ya estaban en la región curvilínea de la respuesta entre ingestión de proteína y aumento en peso del animal.

Además de lo anterior, el análisis de aminoácidos indicó que la dieta arroz/frijol era deficiente en aminoácidos azufrados. Siendo la carne también deficiente en estos aminoácidos, es lógico concluir que el agregado de carne magnificó el contenido alto de lisina y el bajo de metionina, expresados por gramo de nitrógeno. Esta posibilidad es aplicable tanto al RPN como al ensayo de Valor Nutritivo en la sección anterior.

Es muy importante utilizar métodos que requieran más tiempo de experimentación y así tener la oportunidad de observar y constatar cambios relevantes en el comportamiento de los animales, que nos permitan establecer diferencias entre las muestras a estudiarse.

En la práctica este hecho puede tener mucha similitud con lo que normalmente se presenta en nuestros países, donde el niño después del destete puede no verse afectado inmediatamente por estos tipos de dietas, pero con el transcurrir del tiempo se reflejará en su desarrollo físico y mental.

Digestibilidad

Como se mostró en la sección de resultados, las dietas con carne presentaron mayor digestibilidad que las dietas sin carne.

Es un hecho conocido que las proteínas de origen vegetal tienen menor digestibilidad que las de origen animal. Sin embargo, en el presente caso es de interés recalcar la importancia de este hallazgo, ya que indica que la presencia de proteína animal aumenta la digestibilidad de la dieta. Este aumento podría deberse al aporte de la proteína de la carne a la dieta total o a un balance en todos los componentes de la misma debido a la adición de carne.

Contenido calórico

Como ya se observó, el contenido calórico de las dietas es muy bajo. Esto podría solucionarse adicionando a la dieta carne con grasa, que mejoraría el sabor, haría más apetecible la dieta, y aumentaría el contenido calórico.

Métodos tecnológicos

El enlatado de esta clase de productos presenta el inconveniente de los diferentes tiempos de cocción de sus componentes, aun dentro de las mismas variedades. Además de estas diferencias genéticas, el tiempo y las condiciones de almacenamiento de las leguminosas en general, es un factor determinante en este proceso.

Debido a lo expuesto se eligió cocer primero el frijol rojo a término medio y luego el arroz en el caldo de aquél. Las condiciones encontradas para el procesamiento del Moro (ver Diagrama de Flujo No. 1) resultaron apropiadas para ofrecer un producto con altas características de aceptabilidad y buenas posibilidades de estabilidad (tanto microbilogica como organoléptica). Para conservar estas cualidades el pH de las mezclas se redujo a 4.3, suficientemente bajo para inhibir la germinación de esporas de Clostridium botulinum (77) y, sobretodo, reducir el costo del producto final en términos de procesamiento térmico.

Con estas condiciones sería muy conveniente en futuros estudios determinar críticamente la estabilidad del producto enlatado e investigar la posibilidad de introducir en el mismo manteniendo su acidez, productos de origen animal (carne, por ejemplo), ya que como fue demostrado en el ensayo de valor nutritivo, la calidad alimenticia de las dietas con carne fue superior.

Para lograr este mejoramiento fue necesaria la adición de cantidades muy pequeñas de carne que en base seca oscilaron entre 7.84 y 9.10%.

Además de esta ventaja de aumentar el valor nutritivo con la adición de una cantidad pequeña de carne u otro tipo de alimento de origen animal, esta clase de producto y el proceso sugerido presentan el atractivo de emplear alimentos que formen parte de la dieta típica de los países, con un valor nutritivo mejorado y aceptable y sobretodo, disponible en la mayor parte de estas regiones.

También cabe destacar que el aumento en costo se vería recompensado por una disminución en el tiempo de cocción y ahorro en combustible cada día más escaso y costoso, especialmente en la zona del Caribe.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La dieta típica dominicana es de bajo valor nutritivo.
2. El valor nutritivo de la dieta típica dominicana se mejora con el uso de la mejor combinación nutricional de arroz y frijol rojo.
3. El agregado de carne magnificó el alto contenido de lisina y el bajo de metionina.
4. Por medio del proceso de enlatado se puede hacer disponible y aceptable la mezcla arroz-frijol rojo, con un valor nutritivo mejorado. (Relación arroz-frijol 80:20)
5. Se recomienda en futuros estudios determinar la calidad nutritiva de las mezclas enlatadas de arroz y frijol rojo.
6. Se recomienda estudiar la posibilidad de adicionar carne con grasa para aumentar el contenido calórico del producto enlatado, manteniendo en este su bajo pH.
7. Se recomienda evaluar el tipo de latas a usar que aseguren la estabilidad del producto procesado.

IX. RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo principal mejorar el valor alimenticio de dietas a base de arroz y frijol rojo a través de su mejor combinación. Para lograr este fin se caracterizó química y biológicamente la dieta típica dominicana y se trató de mejorar su aceptabilidad y disponibilidad por el enlatado.

Para alcanzar estos propósitos se prepararon 5 dietas típicas dominicanas compuestas fundamentalmente por arroz y frijol rojo, unas suplementadas con carne y/o con grasa y otras no. Los componentes restantes eran yuca o plátano.

Se realizó la evaluación química, física y biológica de estas mezclas demostrando tener todas un contenido proteínico bastante bajo, oscilando entre 3.94 y 5.80% en base húmeda. Los aminoácidos azufrados resultaron ser los primeros limitantes y la treonina como segundo limitante en todas y cada una de las dietas.

El contenido de micronutrientes fue bajo y no alcanzó a cubrir los requerimientos de los mismos para humanos; lo mismo sucedió con el contenido calórico.

Las 5 dietas no fueron diferentes estadísticamente en cuanto a valor nutritivo de la proteína, pero a pesar de esto hubo una gran tendencia a un mayor consumo de las dietas que contenían carne, por lo que sí se detectaron diferencias entre las dietas con carne y sin carne en lo referente a ganancia de peso. En este ensayo las dietas con carne resultaron tener mejor calidad proteínica.

Los resultados de RPN (Razón Proteínica Neta) no indicaron diferencia alguna entre las dietas con carne y sin carne, debido posiblemente al corto tiempo de experimentación. Las dietas con carne

sin embargo, presentaron mayor digestibilidad que las dietas sin carne.

Se aplicó el proceso convencional de enlatado a la mezcla de arroz y frijol rojo (Moro). Este proceso se llevó a cabo a pequeña escala en una planta piloto, efectuándose en forma manual. Se usaron latas No. 25.

El frijol fue cocido en una solución compuesta de una mezcla de sales y ya cocido en la lata se agregaron cebolla, ajo, aceite y ácido cítrico o ácido acético como aditivos. En vista del inconveniente que presenta el enlatado convencional de este tipo de productos a causa de los diferentes tiempos de cocción de sus componentes, se eligió cocer durante el proceso de enlatado el frijol rojo a término medio previo al enlatado, y luego el arroz en el caldo de aquél. Las condiciones de procesamiento determinadas para obtener un producto aceptable, son promisorias para servir de base a un proceso de enlatado viable y con buenas características de estabilidad para el producto. Dichas condiciones envuelven el reducir el pH del producto final a 4.3, suficientemente bajo para inhibir la germinación de las esporas de C.botulinum y, principalmente, reducir el costo del producto final en términos de procesamiento térmico. El producto enlatado no fue evaluado nutricionalmente ni tampoco fue sujeto a pruebas de estabilidad.

X. BIBLIOGRAFIA

1. Adkins, G. K.; C. T. Greenwood, y D. J. Houston. "Studies on starches of high amylose content. XI. Some physicochemical properties of dispersions of amylo maize starch, and observations on the nature of high-amylo maize starches". Cereal Chem., 47:13-18. 1970.
2. Agudelo, R. G. y J. T. Gallo C. "Digestibilidad y valor nutritivo y energético del plátano (Musa paradisiaca) en cerdos". Asociación Latinoamericana de Producción Animal, Memoria, 9:4. 1974.
3. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minn. Cereal laboratory methods of the AACC. 7th ed. St. Paul, Minn., 1962 Method 40-41.
4. Armas, A. E. y C. F. Chicco. "Evaluación de la harina de yuca en raciones para pollos de engorde". Asociación Latinoamericana de Producción Animal, Memoria. 9:6-7. 1974.
5. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. Official methods of analysis of the AOAC. 12th. ed. Washington, D.C., 1975 1094 p.
6. Aykrod, W. R. y J. Doughty. "Legumes in human nutrition" Rome, Italy FAO, 1974. 138 p. (FAO, Nutrition studies, No. 19).
7. Baptist, N. G. "Essential amino acids of some common tropical legumes and cereals". Brit. J. Nutr., 8:218-222. 1954.
8. Barber, S., Carmen Benedicto de Barber, M. J. Flores y J. J. Montes. Toxic constituents of rice bran. I. Trypsin inhibitor activity of raw and heat-treated bran". En: 60th Annual AACC Meeting, Kansas City, October, 1975. Kansas, 1976. pp. 15-32.
9. Barrios, E.A. y R. Bressani. "Composición química de la raíz y de la hoja de algunas variedades de yuca". Turrialba, 17:314-320, 1967.
10. Biale, J. B.; R. E. Young y Alice Olmstead. "Fruit respiration and ethylene production". Plant Physiol., 29:168-171. 1954.
11. Bowes, Anna de Planter y C. F. Church. Food values of portions commonly used. 12th ed. Philadelphia, J. B. Lippincott Co. [c1975] 197 p.
12. Braham, J. E.; Marina Flores, L. G. Elías, Silvia de Zagui y R. Bressani. "Mejoramiento del valor nutritivo de dietas de consumo humano". Arch. Latinoamer. Nutr., 19:253-254. 1969.

13. _____; R. Maddaleno, R. Bressani y R. Jarquín. "Efecto de la cocción y de la suplementación con aminoácidos sobre el valor nutritivo de la proteína de gandul (Cajanus indicus)". Arch. Venez. Nutr., 15:19-32. 1965.
14. Bressani, R. "Legumes in human diets and how they might be improved". En: Nutritional improvement for food legumes by breeding. Proceedings of a Symposium Sponsored by PAG, held at the Food and Agriculture Organization, Rome, Italy 3-5 July, 1972, ed. by M. Melner. New York, John Wiley & Sons, 1975. pp. 1542.
15. _____. "El valor nutritivo del arroz en comparación con el de otros cereales en la dieta humana de la América Latina". En: Centro Internacional de Agricultura Tropical. ed. Políticas arroceras en América Latina. /Memorias de una Conferencia a nivel latinoamericano. Cali, Colombia, 10-14 octubre 1971/. Cali, Colombia, 1972. pp. 1-20.
16. _____; y L. G. Elías. "Processed vegetable protein mixtures for human consumption in developing countries. II. Vegetable protein sources for human feeding". Adv. Food Res., 16:6-23. 1968.
17. _____; y L.G. Elías. "Legume foods". En: New protein foods technology. A. M. Altschul. ed. New York, Academic Press, 1974. pp. 230-297. (Food science and technology, a series of monographs).
18. _____ y L. G. Elías. "Bases para la formulación de mezclas de proteínas vegetales de alto valor biológico". Presentado en el Primer Simposio sobre Proteínas Alimenticias, celebrado en la Facultad de Medicina en la Ciudad de Buenos Aires, Argentina, 18-21 mayo, 1970. /Guatemala, INCAP, 1970/ 2 p. Mimeografiado.
19. _____; L.G. Elías, y B. O. Juliano. "Evaluation of the protein quality of milled rices differing in protein content". J. Agr. Food Chem., 19:1028-1034.
20. _____; L.G. Elías, y Delia Navarrete. "Nutritive value of Central American beans. IV. The essential amino acid content of samples of black beans, red beans, rice beans and cowpea of Guatemala". J. Food Sci. 26(5):525-528. 1961.
21. _____; L. G. Elías, y R. Gómez Brenes. "Efecto suplementario del guandul tierno o maduro al arroz, maíz tierno y maduro y al mamillo". En: Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. Informe Anual, 1977. Proyecto 4. Sub-proyecto. Guatemala, 1978. pp. 21-22.
22. Brooke, C.L. "Enrichment and fortification of cereals and cereals products with vitamins and minerals". J. Agr. Food Chem., 16:163-167. 1968.

23. Cagampang, Gloria B., Lourdes J. Cruz, S. G. Espíritu, R. G. Santiago y B. O. Juliano. "Studies on the extraction and composition of rice protein". Cereal Chem., 43:145-155. 1966.
24. Calderón, F; J. H. Maner y G. Gómez. "Efecto de la metionina en el mejoramiento de la calidad de proteína y en la detoxificación del cianuro presente en las dietas a base de harina de yuca y caseína". Asociación Latinoamericana de Producción Animal, Memoria, 9:8. 1974.
25. Carr, H. y M. E. Pichardo. "Encuesta de nutrición, 1949". Ciencia. 11(2). Enero-marzo 1975.
26. Clavijo, H. "Utilización de banano y plátano en alimentación de cerdos". En: Seminario sobre Sistemas de Producción de Porcinos en América Latina. Cali, Colombia, Sep. 18-21, 1972. Cali, Colombia. pp. 22-30.
27. Clawson, A. J. "Potencial y limitaciones de las leguminosas de grano en América Latina". En: Seminario sobre Sistemas de Producción de Porcinos en América Latina. Cali, Colombia, Sep. 18-21, 1972. Cali, Colombia. pp. 34-45.
28. Cliffcorn, L.E. "Factors influencing vitamin content of canned foods". Ad. Food Res., 1:39-104. 1948.
29. Cruz, Lourdes J.; Gloria B. Cagampang y B. O. Juliano. "Biochemical factors affecting protein accumulation in the rice grain". Plant Physiol., 46:743-747. 1970.
30. Conkerton, Edith J. y V. L. Frampton. "Reaction of gossypol with free e-amino groups of lysine in proteins". Arch. Biochem. Biophys., 81:130-134. 1959.
31. Charm, S. E. "The kinetics of bacterial inactivation by heat". Food Technol., 12:4-8. 1958.
32. Daniel, V.A.; S. V. Rao, M. Swaminthan y H. A. B. Parpia. "Amino acid supplementation of protein. III. The effect of supplementing rice and wheat and diets based on them with L-lysine and DL-methionine on the nutritive value of their proteins". J. Nutr. Diet (Indian), 5:278-282. 1968.
33. Demont, J. I.; E. E. Burns. "Effect of certain variables on canned rice quality". Food Technol., 22:1186-1188. 1968.
34. Diagnóstico y estrategia del desarrollo agropecuario 1976-1986. Santo Domingo, República Dominicana, Secretaría de Estado de Agricultura. 1976. pp. 49-67.

35. División de Administración Rural. "Economía Agropecuaria". Secretaría de Estado de Agricultura. Santo Domingo, República Dominicana. 1975.
36. Dutra de Oliveria, J. E. y E. B. M. Zalata. "Methionine fortified manioc flour to combat protein malnutrition" Nutr. Rep. Int. 3: 291-294. 1971.
37. _____; E. M. B. Zalata y J. E. Campos, Jr. "Manioc flour as a methionine carrier to balance common bean-based diets". J. Food. Sci. 38:116-118. 1973.
38. Economía Agropecuaria. Departamento Economía Agropecuaria. Santo Domingo. 1975 1 V (Paginación variada).
39. Elías, L. G. "La utilización de las leguminosas tropicales" Rev. AGA. (Guatemala), 23:1-4. 1973.
40. _____ y R. Bressani. "Evaluación de la calidad protéinica de alimentos con menos de 10% de proteína" Arch. Latinoamer. Nutr., 21(2)282-283. 1971. (INCAP E-502).
41. _____; R. Colíndres y R. Bressani. "The nutritive value of eight varieties of cowpea (Vigna sinensis). J. Food Sci. 29:118-122. 1969.
42. _____; D. González y J.E. Braham. "Estudios sobre las posibles relaciones presentes en la cáscara de frijol y el valor nutritivo de esta leguminosa". Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. Informe Anual, 1975. Proyecto 2. Sub-proyecto C. Guatemala, 1978. pp. 48-49.
43. _____; M. Hernández y R. Bressani. "Mezclas vegetales para consumo humano. XVIII. Desarrollo de la mezcla vegetal INCAP 17 a base de semillas de leguminosas". Arch. Latinoamer. Nutr. 14(2):109-127. 1969.
44. _____; F. R. Cristales, R. Bressani y H. Miranda. "Composición química y valor nutritivo de algunas leguminosas de grano". Turrialba, 26:375-380. 1976.
45. _____; R. Jarquín, R. Bressani y C. Albertzzi. "Suplementación del arroz con concentrados proteicos". Arch. Latinoamer. Nutr., 18:27-38. 1968.
46. FAO. El uso eficaz de los fertilizantes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. 1979. Roma, Italia, 139 p.

47. FAO/OMS. "Necesidades de Energía y Proteínas". Informe de un Comité Especial Mixto, No. 52, pp. 72. 1971.
48. Food and Agriculture Organization of the United States Nations. "Legumes in Human Nutrition". Report of FAO Committee, Roma, 1964. 138 p.
49. Frear, Donald E. Tratado de Química Agrícola, Tomo II, Salvat Editores Iera ed. Barcelona, 1956. V.2, pp 24-28.
50. González, Dolores D. Estudios sobre las posibles relaciones entre los pigmentos presentes en la cáscara del frijol y el valor nutritivo de éste. Tesis (Magister Scientifical)-Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia INCAP/CESNA- Curso de Postgrado en Ciencias y Tecnología de Alimentos. Guatemala, 1975. pp. 16-17. (INCAP, Tesis No. 198).
51. Gómez Brenes, R. A. "Enriquecimiento de los cereales con proteínas y aminoácidos, o ambos; aspectos nutricionales". En: Recursos Proteínicos en la América Latina. /Memorias de una conferencia a nivel latinoamericano. Guatemala, Fed. 24-27, 1971. Guatemala, 1971/ pp. 333-352.
52. _____; P. Liska y R. Bressani. "Evaluación Química de algunas leguminosas de grano". Instituto de Nutrición de Centroamerica y Panamá. Informe Anual. 1975. Proyecto 2. Sub-proyecto B. Guatemala, 1976. pp. 7-8.
53. Grace. M. R. Elaboración de la yuca. Roma /Italia/ FAO, 1977. 162 p. (FAO, Producción y protección vegetal, No. 3).
54. Hegsted, D. M.; R. Neff y Jane Worcester. "Determination of the nutritive value of proteins; factors affecting precision and validity". J. Agr. Food Chem., 16:190-195. 1968.
55. Hinton, J. H. C. "The distribution of vitamin B₁ in the rice grain" Brit. J. Nutr., 2:237-240. 1948.
56. _____ y B. Shaw. "The distribution of nicotinic acid in the rice grain". Brit. J. Nutr., 8:65-71. 1954.
57. Hintz, H. F.; D. E. Houge y L. Krook. "Toxicity of red kidney beans in the rat". J. Nutr., 93:77-86. 1967.
58. Houston, D. F. "Rice; chemistry and technology". D.F. Houston. ed. St. Paul, Minn, American Association of Cereal Chemists /1972/. 517 p.
59. _____; Mariam E. Allis y G. O. Kohler. "Amino acid composition of a major globulin from rice endosperm". Cereal Chem., 46:527-537. 1969.

60. _____ y A. Mohammad. "Purification and partial characterization of a major globulin from rice endosperm". Cereal Chem., 47:5-12 1970.
61. Hundley, J. M.; H. R. Sandstead, A.G. Sampson y A.G. D. Whedon. "Lysine, threonine and other amino acids as supplements to rice diets in man: amino acid imbalance". Am. J. Clin. Nutr., 5:316-326. 1957.
62. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. Métodos de laboratorio; análisis de alimentos. Guatemala, INCAP, 1964. p. 70
63. Izzo, R; F. Fabbrini y G. Lotti. "Studies of oils extracted from various parts of the rice grain" RISO, 21(2):161-171. 1972 (Original no consultado; compendiado en Food Sci. Technol. Abstr. 4(6):16. 1972. Riv. Ital. Sostanze Grasse, 48(11):574-581. 1971.
64. Jaffé, W. "El valor biológico comparativo de algunas leguminosas de importancia en la alimentación venezolana". Arch. Venez. Nutr. 1:107-126. 1950.
65. _____. "Limiting essential amino acids of some legume seeds". Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., 81:398-406. 1949.
66. _____. "Factores tóxicos en leguminosas". Arch. Latinoamer. Nutr., 18:205-218. 1968.
67. _____. "Protein digestibility and trypsin inhibitor activity of legume seeds". Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., 75:219-220. 1950.
68. _____ y C. Camejo. "La acción de una proteína tóxica, aislada de caraotas negras (Phaseolus vulgaris) sobre la absorción intestinal en ratas". Acta Cient. Venez., 12:59-61. 1961.
69. _____ y Clara Vega Lette. "Heat labile growth-inhibitory factors in beans (Phaseolus vulgaris). J. Nutr., 94:203-210. 1968.
70. _____; J. F. Chávez, Belkys de Koiffman. "Sobre el valor nutritivo de plátanos y cambures". Arch. Venez. Nutr., 1:9-23, 1963
71. Jarquín, R. "La importancia del frijol como suplemento natural a dietas a base de cereales" En: Leguminosas de grano. XVII Reunión Anual /del/ Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. /San José, Costa Rica/, IICA (1972) Managua, Nicaragua. 1972. pp 1-12.
72. Jorge-Joao, W. Da silva. El uso del frijol caupí (Vigna sinensis), y harina de yuca como fuente proteico-energética en la alimentación humana y animal. Tesis (Magister Scientificalae)-Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia INCAP/CESNA- Curso de postgrado en Ciencias de Alimentos y Nutrición Animal. Guatemala, 1976. pp 12-13. (INCAP, Tesis No. 202).

73. Juliano, B. O.; Gloria M. Bautista, J. C. Lugay y Aurora C. Reyes. "Studies on the physicochemical properties of rice". J. Agr. Food Chem., 12:131-138. 1964.
74. _____; L. J. Onate y A. M. del Mundo. "Relation of starch composition, protein content, and gelatinization temperature, cooking and eating qualities of milled rice". Food Technol, 19:115-121, 1965.
75. Kester, E. B. "Rice processing". En: Matz, S.A. ed. The chemistry and technology of cereals as food and feed. Wesport, Conn., The AVI Publishing Co., 1959. pp 427.
76. Kik, M. C. "Nutritional improvement of rice". J. Am. Diet. Assoc. 32:647-650. 1956.
77. Laboratory manual for food canners and processors. National Canners Association Res. Laboratories. Wesport, Conn., The AVI Publishing Co., Inc. 1968. 2 V.
78. Layrisse, M; C. Martínez Torres y Marcel Roche. "Effect of various foods on iron absorption". Am. J. Clin. Nutr., 21:1175-2132, 1968.
79. León, J. Fundamentos botánicos de cultivos tropicales. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1968. 487 p.
80. Liener, I. E. "Toxic factors in edible legumes and their elimination". Am. J. Clin. Nutr., 11:281-298. 1962.
81. Loesecke, H. V. Bananas. 2nd ed. New York, Interscience Publishers Inc., 1950. 189 p.
82. López, A. A complete course in canning. 9th ed. Maryland, The Canning Trade, 1969. 552 p.
83. López, L.; Y. H. Herrera. "Manihot carthagenensis, una yuca silvestre con un alto contenido proteico" Citado por: Maner, J. H. "La yuca en la Alimentación de cerdos". En: Seminario sobre Sistemas de Producción de Porcinos en América Latina. Cali, Colombia Sep. 18-21. 1972. Cali, Colombia. 1973. pp.18-26.
84. Maner, J. H. "La yuca en la alimentación de cerdos". En: Seminario sobre Sistemas de Producción de Porcinos en América Latina. Cali, Colombia, Sep. 18-21. 1972. Cali, CIAT, pp.41-50.
85. Manna, L.; y S. M. Hauge. "A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid". J. Biol. Chem. 202:91-86. 1973.

86. McCall, Elizabeth R.; J. F. Jurgens. Carrol L. Hoffpauir, W.A. Pons, Jr.; S. M. Stark, A. F. Cucullu.; D. C. Heinselman y M. D. Murray. "Composition of rice. Influence of variety and environment on physical and chemical composition". Food Chem., 1:988-993. 1953.
87. Milatovic, L. "Losses in cereal storage" Técnica Molitoria, 20(22):665-671. 1969. Original no consultado, compendiado en Food Science Technol. Abstr., 3(5):836. 1971.
88. Montilla, J.; P. P. Castillo y H. Wiendenhofer. "Incorporación de harinas de raíz de yuca amarga en raciones para pollos de engorde". Asociación Latinoamericana de Producción Animal, Memoria, 9:8. 1974.
89. Mortensen, E.; y E. T. Bullard. "Horticultura tropical y sub-tropical" Centro Regional de Aydua Técnica (AID), México. [1967] 275 p.
90. Murillo, Beatriz; M. T. Cabezas y R. Bressani. "Influencia de la densidad calórica sobre la utilización de la proteína en dietas elaboradas a base de maíz y frijol". Arch. Latinoamer. Nutr., 24:223-241. 1974.
91. National Canners Association (NCA). "Alimentos Enlatados". Principios de control del proceso térmico y evaluación de cierres de envases. 2da. ed. The Food Processors Institute. Traducción española efectuada en el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial, ICAITI, Guatemala, C.A. Western Res. Lab. ed. California, The Food Processors Institute [c1975] 1 V. (Paginación variada).
92. National Research Council. Evaluation of protein quality, report of an international conference. Washington, D. C. National Academy of Science-National Research Council /1963/ pp. 23-27. (NAS-NRC, Publication 1100).
93. Oficina de Planificación-SEA, con base en la encuesta de consumo del Banco Central. Secretaría de Estado de Agricultura. Santo Domingo, República Dominicana. 1969.
94. Osborne, T. B.; L. B. Mendel y E. L. Ferry. "A method of expressing numerically the growth-promoting value of proteins". J. Biol. Chem., 37:223-231. 1919. Original no consultado, citado por Bressani en Recursos Proteínicos para América Latina (Memorias de una conferencia a nivel latinoamericano celebrada en el INCAP, Ciudad de Guatemala, 24-27 Febrero 1970). Guatemala, INCAP 1971. pp. 21-52.
95. Patrón Básico de Consumo de la República Dominicana. Oficina de Planificación de Alimentación y Nutrición (OPAN). Santo Domingo. Rep. Dominicana, Proyecciones 1979-1982.

96. Pellet, P. L. "Protein quality evaluation revisited". Food Tech. 32:62-79. 1978.
97. Potter, N. La Ciencia de los Alimentos. EDUTEX, S.A. México, 1973. 749 p.
98. Rahavendra, R.; S. N. y B. O. Juliano. "Effect of parboiling on some physicochemical properties of rice". J. Agr. Food Chem. 18:289, 1970.
99. Rockland, L. B. y Francis T. Jones. "Scanning electron microscope studies on dry beans". J. Food Science, 39:342-346. 1974.
100. Roberts, R. L.; D. F. Houston y E. B. Kester. "Process for canning white rice". Food Technol. 7:87-80. 1952.
101. _____; A. L. Potter; E. B. Kester y K. K. Keneaster. "Effect of processing conditions on the expanded volume, color, and soluble starch of parboiled rice". Cereal Chem. 31:121-127. 1954.
102. Schroede, H. W. "Fungus deterioration of rice: effect of fungus infection on free amino acids and reducing sugars in white and parboiled rice". Cereal Chem., 42:539-545. 1965.
103. Smith, W. H. "The use of carbon dioxide in the transport and storage of fruits and vegetables". Adv. in Food Res. 12:96-138. 1963.
104. Subrahramayan, V., H. B. N. Murthy y M. Swaminathan. "Effect of partial replacement of rice, wheat or ragi (Eleusine coracana) by tuber flours on the nutritive value of poor vegetarian diets". Brit. J. Nutr., 8:1-10. 1954.
105. Stumbo, C. R. "Thermobacteriology in Food Processing". C. R. Stumbo 2nd. ed. New York, Academic Press, 1973. 329 p. (Food Science and Technology; a series of monographs).
106. Sure, B. "Effect of amino acid and vitamin B₁₂ supplements on the biological value of protein in rice and wheat". J. Am. Diet. Assoc. 31:1232-1234. 1955.
107. _____, y F. House. "The relative biological values of proteins in cereal grains". J. Nutr., 36:595-600. 1948.
108. Tabla de Composición de Pastos y Forrajes y Otros Alimentos de Centroamérica y Panamá. Guatemala, INCAP. 1968.
109. Tandon, O. B.; R. Bressani, N. Scrimshaw y L. Le Beau. "Nutritive value of beans. Nutrients in Central American beans". J. Agr. Food Chem. 5:137-142. 1957,

110. Townsend, C. T.; J. R. Esty y J. C. Baselt. "Wheat resistance studies on spores of putrefactive anaerobes in relation to determination of safe processes for canned foods". Food Res. 3:323-330. 1938.
111. Williams, O. B. "Experimental procedure for process determination for canned foods". Proc. Inst. Food Technol. 323-328. 1940.
112. Wu Leung, Woot-Tsuen, con la colaboración de Marina Flores. Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina ("Food Composition Table for Use in Latin America"). Preparada bajo los auspicios del Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional, Instituto Nacional para Artritis y Enfermedades Metabólicas, Institutos Nacionales de la Salud, Bethesda, Maryland, EEUU., y del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Ciudad de Guatemala, C. A., Washington, D. C., U.S. Government Printing Office, Junio 1961, 132 p. (Edición en inglés publicada en 1962).
113. Yet-Oy-Chang y D. M. Hegsted. "Lactose and calcium transport in gut sacs". J. Nutr. 82:297-300, 1964.
114. Yoshida, T., T. Sagara, T. Ojinia; R. Takahashi y M. Takahashi. "Enriched artificial rice". United States Patent, 36220762 1971. (Original no consultado, compendiado en Food Sci. and Technol. Abstr., 4(4):M483, 1972).

XI. APENDICES

CUADRO No. 1

COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS UTILIZADAS EN LA DETERMINACION
DEL VALOR NUTRITIVO EN RATAS**

Dieta #	Composición basal	b.h.*	% de humedad
1	Frijol rojo	21.98	62.44
	Arroz	57.00	
	Carne	3.58	
	Yuca	17.44	
2	Frijol rojo	19.40	61.61
	Arroz	50.29	
	Carne	3.15	
	Plátano	27.16	
3	Frijol rojo	19.97	61.50
	Arroz	64.19	
	Yuca	15.84***	
	Grasa	5.00	
4	Frijol rojo	17.80	61.91
	Arroz	57.26	
	Plátano	24.94	
5	Frijol rojo	21.98	62.38
	Arroz	57.00	
	Carne	3.58	
	Yuca	17.44	
	Grasa	5.00***	

* Base Húmeda

** Expresado en cocido. Las dietas calculadas conforme al Patrón Básico de Consumo para la República Dominicana aportan 340 g/día expresado en base seca, de ingesta.

*** ml/100 g arroz crudo

CUADRO No. 2

COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS UTILIZADAS EN EL ENSAYO DE RAZON
PROTEINICA NETA EN RATAS

Ingrediente	Dietas							
	6	7	8	9	10	11	12	13
Caseína	12							10
Minerales*	4	4	4	4	4	4	4	4
Aceite algodón	5	5	5	5	5	5	5	5
Aceite bacalao	1	1	1	1	1	1	1	1
Almidón	78	90	27.23	19.10	-	2.68	30.16	80
Mezcla base**	-	-	62.77	70.90	90	87.32	59.84	-
Total	100	100	100.00	100.00	100	100.00	100.00	100
Soln. Vit.***	5	5	5	5	5	5	5	5

* Composición Minerales (54)

CaCO₃ 600 mg

K₂HPO₄ 645 mg

CaHPO₄·2H₂O 150 mg

MgSO₄·7H₂O 204 mg

NaCl 335 mg, Fe(C₆H₅O₇)₂·6H₂O 55 mg, KI, MnSO₄·7H₂O, 10 mg

ZnCl₂ 0.5 mg, CuSO₄·5H₂O 0.6 mg.

** Ver Cuadro No. 1

*** Soln. Vit. ml (113)

Tiamina. Nch, 200 mg; Riboflavina 400 mg; Piridoxina, Hcl 200 mg.

Pant. de calcio 7,250 mg; Niacinamida 2,000 mg; Ac. fólico 50 mg;

Biotina 10 mg; Vit. B₁₂ 7.5 mg y Menadiona 5 g mezclados con 250 g glucosa.

ANEXO CUADRO No. 2

DESCRIPCION DE LA COMPOSICION DE LA MEZCLA BASAL USADA EN LAS
DIETAS PARA LA DETERMINACION DE LA RAZON PROTEICA NETA

Dieta No.	Descripción composición
6	Caseína al 10% de proteína
7	Dieta libre de nitrógeno (DLN)
8	Frijol rojo Arroz Carne Yuca
9	Frijol rojo Arroz Carne Plátano
10	Frijol rojo Arroz Yuca Grasa
11	Frijol rojo Arroz Plátano
12	Frijol rojo Arroz Carne Yuca Grasa
13	Caseína al 8.8% de proteína

CUADRO No. 3

COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DE LAS DIETAS BASALES TANTO EN BASE HUMEDA
 COMO EN BASE SECA EXPRESADA EN GRAMOS/100 GRAMOS

Dieta No.	Humedad		Protéina		Grasa		Cenizas		Fibra cruda		Carbohidratos	
	b.s*	b.h	b.s	b.h.	b.s	b.h.	b.s	b.h	b.s.	b.h.	b.s	b.h.
1	4.47	62.44	14.05	5.52	3.36	1.32	3.30	1.30	1.66	0.65	73.16	28.76
2	3.90	61.61	12.44	4.97	2.35	0.94	2.17	0.87	1.21	0.48	77.94	31.14
3	4.16	61.50	9.81	3.94	<u>6.87</u>	2.76	3.01	1.21	1.34	0.54	74.81	30.05
4	3.28	61.91	10.10	3.98	2.73	1.08	1.65	0.65	1.26	0.50	80.98	31.89
5	4.38	62.38	14.74	5.80	<u>7.04</u>	2.77	2.95	1.16	1.58	0.62	69.31	27.27

*b.s. dieta seca

b.h. base húmeda

CUADRO No. 4

CONTENIDO DE VITAMINAS Y MINERALES DE LAS DIETAS BASALES
(BASE HUMEDA)

Dieta No.	Humedad en fresco %	Vit. A RE	Tiamina*	Riboflavina*	Niacina*	Ca*	P*	Fe*
1	64.44	0.000	0.225	0.00054	25.16	249.07	107.83	3.31
2	61.61	0.000	0.130	0.00058	27.53	296.61	128.42	1.86
3	61.50	0.000	0.130	0.00067	27.24	249.80	109.54	1.31
4	61.91	0.000	0.130	0.00074	25.50	298.92	131.24	4.46
5	62.38	0.000	0.232	0.00057	26.14	300.40	120.72	3.13

* mg/100 g

RE = Equivalente de retinol

CUADRO No. 5

INGESTA¹ DE PROTEINA Y VITAMINAS COMPARADO CON LA RECOMENDACION NRC DE 1974
EN GRAMOS/DIA² Y mg/DIA³

	Dietas					Recomendación NRC 1974*
	1	2	3	4	5	
Proteína	29.40	26.50	21.00	21.20	30.90	56
Vit. A (RE)	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	1000
Tiamina	1.20	0.69	0.69	0.69	1.24	1.4
Riboflavina	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	1.6
Niacina	134.10	146.70	145.20	135.90	139.20	18

RE = Equivalente de retinol

* Recomendación para hombre adulto 23-50 años (90)

1 Alimento consumido en fresco 533 g/día

2 Proteína

3 Vitaminas

CUADRO No. 5

INGESTA¹ DE PROTEINA Y VITAMINAS COMPARADO CON LA RECOMENDACION NRC DE 1974
EN GRAMOS/DIA² Y mg/DIA³

	D i e t a s					Recomendación
	1	2	3	4	5	NRC 1974*
Proteína	18.78	16.89	13.36	13.52	19.72	56
Vit. A (RE)	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00	1000
Tiamina	0.30	0.18	0.18	0.17	0.31	1.4
Riboflavina	7.07×10^{-4}	7.59×10^{-4}	1.08×10^{-3}	9.84×10^{-4}	7.47×10^{-4}	1.6
Niacina	33.63	37.39	37.20	34.14	34.97	18

RE = Equivalente de retinol

* Recomendación para hombre adulto 23-50 años (90)

1 Alimento consumido en fresco 488-601 g/día.

Proteína

CUADRO No. 6

INGESTA* DE MINERALES/DIA COMPARADO CON LA RECOMENDACION NRC 1974
(EXPRESADO EN mg/día)

	D i e t a s					Recomendación NRC 1974
	1	2	3	4	5	
Calcio	1327.50	1580.90	1331.40	1593.20	1601.10	800
Fósforo	574.70	684.50	583.80	699.50	643.40	800
Hierro	17.60	9.90	6.80	23.80	16.70	10

* Alimento consumido en fresco 533 gramos/día

CUADRO No. 7

PATRON DE AMINOACIDOS DE LAS DIETAS (mg/g de N) Y ADECUACION DE LAS MISMAS
CON RESPECTO AL PATRON DE LA FAO DE 1971

Amino-ácidos	Dieta 1		Dieta 2		Dieta 3		Dieta 4		Dieta 5		Patrón FAO
	mg/g N	% adecuación	mg/g N								
Isoleucina	120	48	130	52	130	52	140	56	150	60	250
Leucina	470		460		500		510		550		440
Lisina	280	82	280	82	240	71	300	88	370		340
A.A. Azufrados*	34	15	33	15	37	17	37	17	28	13	220
A.A. Aromáticos	520		590		570		530		560		380
Treonina	120	48	120	48	120	48	130	52	150	60	250
Triptofano*	85		85		70		73		72		60
Valina	330		300		350		320		360		310
Histidina	100		120		110		160		140		
Ac. Aspartico	460		480		440		610		520		
Serina	80		100		90		130		90		
Ac. Glutámico	780		720		760		890		870		
Glicina	200		180		190		170		210		
Alanina	290		300		310		270		330		
Arginina	360		300		420		410		390		
Lisina disponible	130		130		100		110		130		

* Determinado por método microbiológico

CUADRO No. 8

CONSUMO DE ALIMENTO, GANANCIA DE PESO Y VALOR NUTRITIVO EN RATAS ALIMENTADAS CON
LAS DIETAS BASALES COMPARADAS CON CASEINA AL 10% DE PROTEINA

Dieta No.	Consumo de alimentos $\bar{x} \pm EE^*$	Peso ganado $\bar{x} \pm EE$	Valor Nutrivo $\bar{x} \pm EE$
1	217.37 \pm 9.65	29.37 \pm 2.40	0.98 \pm 0.09
2	216.37 \pm 11.75	27.37 \pm 2.38	1.02 \pm 0.07
3	198.50 \pm 9.46	19.12 \pm 2.40	0.97 \pm 0.08
4	186.87 \pm 9.35	19.87 \pm 1.64	1.05 \pm 0.07
5	209.50 \pm 12.75	30.87 \pm 1.69	0.95 \pm 0.07
6 **	352.62 \pm 12.06	77.25 \pm 4.73	2.02 \pm 0.07

* ES = Error Estándar

** Control de caseína

CUADRO No. 9

CONSUMO DE ALIMENTO, GANANCIA DE PESO Y RAZON PROTEINICA NETA (RPN) EN RATAS ALIMENTADAS
CON DIETAS BASALES¹ COMPARADAS CON CASEINA AL 8.8% DE PROTEINA

Dieta No.	Consumo de alimentos $\bar{x} \pm EE^*$	Peso ganado $\bar{x} \pm EE^*$	RPN $\bar{x} \pm EE^*$
8 (Mezcla basal 1 + Vit. + Min)	85.88 \pm 4.92	14 \pm 0.24	3.03 \pm 0.24
9 (Mezcla basal 2 + Vit + Min)	85.00 \pm 4.69	18 \pm 0.34	3.70 \pm 0.34
10 (Mezcla basal 3 + Vit + Min)	69.12 \pm 6.36	12 \pm 0.13	3.35 \pm 0.12
11 (Mezcla basal 4 + Vit + Min)	82.75 \pm 4.55	17 \pm 0.12	3.50 \pm 0.11
12 (Mezcla basal 5 + Vit + Min)	104.00 \pm 3.93	24 \pm 0.13	3.47 \pm 0.13
13 (Caseína 8.8% de proteína)	101.62 \pm 1.49	32 \pm 0.08	4.40 \pm 0.08

* Promedio de 8 ratas por dieta \pm Error Estándar
1 Dietas originales sin vitaminas y minerales

CUADRO No. 10

DIGESTIBILIDAD APARENTE (%) Y DIGESTIBILIDAD VERDADERA EN RATAS ALIMENTADAS
 CON DIETAS BASALES* COMPARADAS CON CASEINA AL 10% DE PROTEINA

Dieta No.	% Digestibilidad aparente			Digestibilidad verdadera		
	\bar{x}	\pm	EE**	\bar{x}	\pm	EE**
1	69.09	\pm	9.01	77.88	\pm	2.42
2	73.64	\pm	0.94	75.19	\pm	0.89
3	69.92	\pm	2.98	71.91	\pm	3.19
4	65.66	\pm	1.73	67.57	\pm	1.68
5	79.09	\pm	1.30	80.38	\pm	1.32
6	88.24	\pm	0.97	89.00	\pm	0.97

* Ver descripción composición Cuadro No. 1

** Promedio de 8 ratas por dieta \pm Error Estándar

CUADRO No. 11

CONTENIDO DE CALORIAS DE LAS DIETAS BASALES E INGESTA POR DIA COMPARADO
CON LA RECOMENDACION NRC DE 1974* Y ENERGIA DIGERIBLE DE LAS MISMAS
EN RATAS

Dieta No.	Dietas Basales		Datos Experimentales	
	kcal/g	kcal/día**	Kcal/gramo en Heces	Energía digerible kcal/día**
1	4.84	1074.90	4.89	1086.00
2	4.46	990.50	4.73	1050.06
3	4.74	1052.70	4.88	1083.36
4	4.65	1032.70	4.69	1041.18
5	5.06	1123.80	4.95	1098.90

* Recomendación NRC kcal/día hombre adulto 23-50 años: 2700

** Calculado en base al alimento consumido en fresco de 533 gramos/día.

CUADRO No. 12

PROTEINA UTILIZABLE DE LAS DIETAS BASALES*

Dieta No.	Valor Nutritivo relativo a caseína	% Proteína	Proteína utilizable PU
1	36.39	14.05	5.11
2	37.87	12.44	4.71
3	36.01	9.81	3.53
4	38.99	10.10	3.93
5	35.27	14.74	5.19

* Ver descripción composición Cuadro No. 1

GRAFICO No. 1

CONSUMO DE ALIMENTO EN LA DETERMINACION DEL VALOR NUTRITIVO EN RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS BASALES

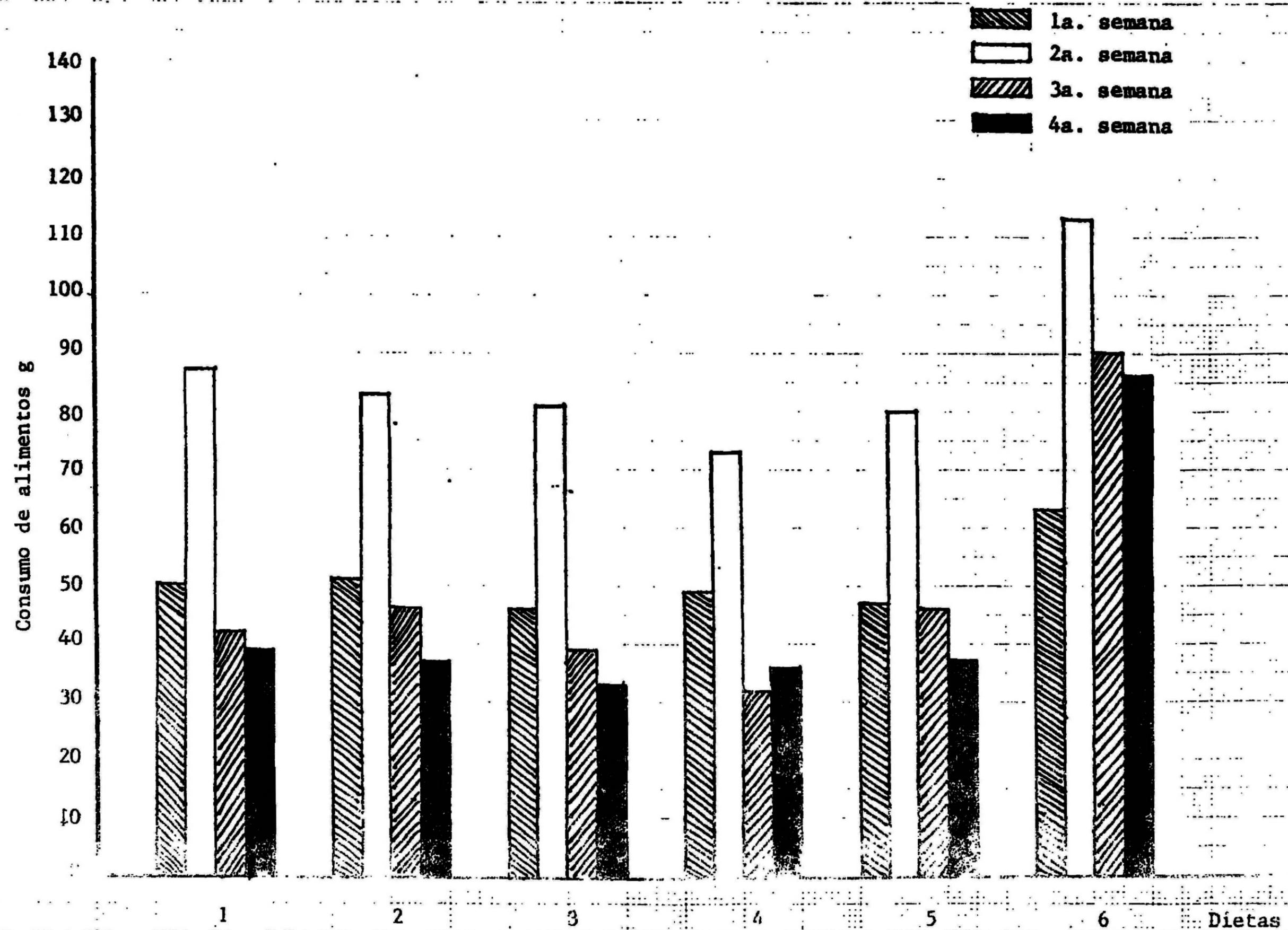
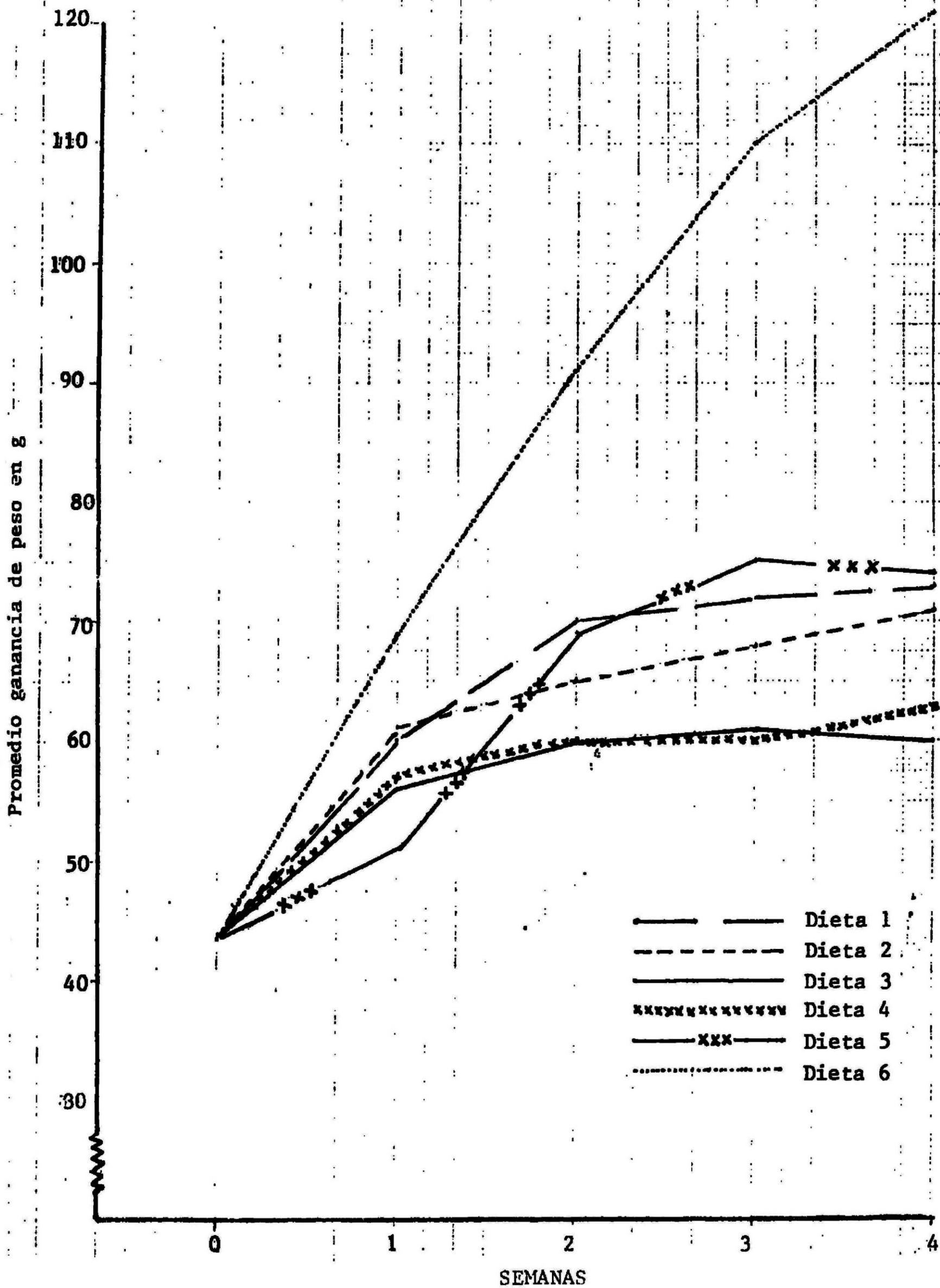
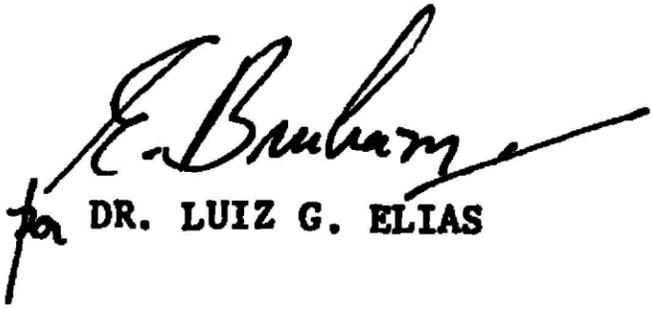


GRAFICO 2

GANANCIA DE PESO EN LA DETERMINACION DEL VALOR NUTRITIVO EN RATAS ALIMENTADAS CON DIETAS BASALES



VISTO BUENO
COMITE DE TESIS


DR. LUIZ G. ELIAS


DR. RICARDO BRESSANI


DR. MARIO MOLINA


DR. ROBERTO GOMEZ BRENES

IMPRIMASE:

Lic. LEONEL CARRILLO
Decano de la Facultad
de Ciencias Químicas
y Farmacia


ARAMA AURORA COLON PEÑA