

Tesis de Maestría

Diseño y evaluación biológica de un alimento destinado a mejorar el estado nutricional proteico-energético, de niños de 10 años, de Colombia

Buenhombre, Ana Josefa

2016-06-30

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Buenhombre, Ana Josefa. (2016-06-30). Diseño y evaluación biológica de un alimento destinado a mejorar el estado nutricional proteico-energético, de niños de 10 años, de Colombia. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

Cita tipo Chicago:

Buenhombre, Ana Josefa. "Diseño y evaluación biológica de un alimento destinado a mejorar el estado nutricional proteico-energético, de niños de 10 años, de Colombia". Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 2016-06-30.

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

Universidad de Buenos Aires



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Maestría en Bromatología y tecnología de la industrialización de alimentos

Diseño y Evaluación Biológica de un alimento destinado a mejorar el estado nutricional proteico-energético, de niños de 10 años, de Colombia.

Tesis presentada para optar el título de Magíster de la Universidad de Buenos Aires en Bromatología y tecnología de la industrialización de alimentos

Autor: Ana Josefa Buenhombre

Directora de tesis: Dra. María Luz Pita Martín de Portela

Co-Directora: Lic. María del Carmen Sanahuja

Lugar de Trabajo: Facultad de Farmacia y Bioquímica- UBA

Buenos Aires- Argentina 2016

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	3
1.1 MARCO TEORICO.....	3
1.1.1 Generalidades	4
1.1.2 Situación Nutricional	5
1.1.3 Necesidades y Requerimientos Energía En Niños y adolescentes	10
1.2 EL PLATANO	16
1.2.1 Importancia social	16
2. OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. MATERIALES Y METODOS.....	19
3.1 TIPO DE ESTUDIO	19
3.2 LUGAR DE ESTUDIO	19
3.3 ELABORACION DE LA TORTA DE PLATANO	19
3.4 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CENTESIMAL	22
3.4.1 Preparación de Muestras	22
3.4.2 Determinación Contenido de Humedad	22
3.4.3 Determinación Contenido de Cenizas	23
3.4.4 Determinación Contenido de Proteína	23
3.4.5 Determinación Contenido de Grasa	23
3.4.6 Determinación Contenido de Fibra dietaría total	23
3.4.7 Determinación Contenido de Carbohidratos	23
3.5 ENSAYOS BIOLOGICOS	24
3.5.1 Pruebas de eficiencia biológica mediante modelos experimentales en ratas.	24
3.6 DETERMINACION DE LISINA DISPOBIBLE	29
3.7 ANALISIS DE DATOS	30
4. RESULTADOS	31
5. DISCUSIÓN	38

CONCLUSIONES43

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Situación Nutricional en Colombia. Encuesta Nacional (ENSIN, 2005)</i>	7
<i>Tabla 2: Encuesta Nacional de Situación Nutricional en Colombia (ENSIN, 2005)</i>	7
<i>Tabla 3: Riesgo de talla baja en niños de 5 a 17 años, en Colombia (ENSIN, 2010)</i>	8
<i>Tabla 4: Riesgo de talla baja con respecto a ubicación geográfica para niños de 5 a 17 años, en Colombia (ENSIN, 2010)</i>	8
<i>Tabla 5: Consumo promedio de los alimentos prioritarios en Colombia y aporte de energía, proteínas y grasa</i>	9
<i>Tabla 6: Porcentaje de adecuación de un hombre de 18-30 años (peso promedio 70 Kg) y un estilo de vida moderadamente activa (Según datos de FAO 2013, para Colombia).</i>	10
<i>Tabla 7: Requerimiento energético de niño(as) de 9 a 10 años^a</i>	12
<i>Tabla 8: Ingestas Recomendadas de proteínas para niños de 9 a 13 años.</i>	13
<i>Tabla 9: Composición química del fruto de plátano (Musa paradisiaca) por cada 100 g de fruta fresca.</i>	16
<i>Tabla 10: Formula Tradicional Torta de Plátano</i>	21
<i>Tabla 11: Formulación No. 1 Torta de Plátano</i>	21
<i>Tabla 12: Formulación No. 2 Torta de Plátano</i>	22
<i>Tabla 13: Composición Dietas usadas en los ensayos biológicos Fórmula No. 1</i>	25
<i>Tabla 14: Composición de las Dietas usadas en los ensayos biológicos Formula 1 suplementada con Lisina y Formula 2</i>	26
<i>Tabla 15: Patrón de aminoácidos indispensables FAO 2007</i>	29
<i>Tabla 16: Composición centesimal y aporte energético de la Fórmula Tradicional (Torta de Plátano)</i>	31
<i>Tabla 17: Composición centesimal y aporte energético de la Fórmula No.1 (Torta de Plátano)</i>	32
<i>Tabla 18: Composición centesimal y aporte energético de la Fórmula No. 2 (Torta de Plátano)</i>	33
<i>Tabla 19: Peso promedio de los animales de la experiencia No. 1</i>	34
<i>Tabla 20: Peso promedio de los animales de la experiencia No 1+-L</i>	34
<i>Tabla 21: Peso promedio de los animales de la experiencia No 2</i>	35
<i>Tabla 22: Variación de peso comparativa de los animales Control, F 2, F 1, F1+Lis y libre de proteínas</i>	35
<i>Tabla 23: Consumo y ganancia de peso de los Grupos Experimentales durante la experiencia.</i>	35
<i>Tabla 24: Relación Proteica Neta de las Tortas de Plátano de las formulaciones estudiadas</i> .36	

Tabla 25: Promedio de Nitrógeno consumido y eliminado en las heces de las ratas de los Grupos experimentales36

Tabla 26: Resultados de INPR y RNPR de las fórmulas estudiadas37

INDICE DE FOTOGRAFIAS

<i>Foto 1. Ingredientes Elaboración Torta de Plátano.....</i>	19
<i>Foto 2. Preparación Torta de Plátano.....</i>	20
<i>Foto 3: Torta de Plátano (producto final)</i>	20
<i>Foto 4 Ratas macho, Raza Wistar.....</i>	24
<i>Foto 5. Dietas Ensayos Biológicos (Control, Libre de Proteína)</i>	26
<i>Foto 6: Control de peso de cada Rata y consumo dieta</i>	28
<i>Foto 7: Etapas de Extracción de lisina para determinación por HPLC</i>	30

INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1: Variación de Peso en 100 g de Rata en el Grupo Control, Formula No. 1+L y Formula No. 2	40
<i>Grafica 2: contenido de Azúcares Totales vs Tiempo de maduración</i>	<i>41</i>

TABLA DE ABREVIATURAS

AA:	Aminoácidos
AAI:	Aminoácidos indispensables
AGS:	Ácidos grasos Saturados
AGMI:	Ácidos Grasos Monoinsaturados
AGPI:	Ácidos Grasos Poliinsaturados
BH:	Base Húmeda
BS:	Base Seca.
Dv:	Digestibilidad
ENDS:	Encuesta Nacional de Demografía y Salud
ENSIN:	Encuesta Nacional de Situación Nutricional
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
FDNB:	Flúor dinitrobenceno
GABA:	Guías alimentarias basadas en alimentos
HPLC:	Cromatografía Líquida de Alta eficiencia
ICBF:	Instituto Colombiano de Bienestar Familiar
Lys:	lisina
NAS:	Academia Nacional de Ciencia
PDCAAS:	Número Químico corregido por digestibilidad
OMS:	Organización Mundial de la Salud
PR:	Proteína referencia
RPN:	Relación Proteica Neta
UNICEF:	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
VB:	Valor biológico
VN:	valor nutritivo

A mis madres por haberme dado la vida, por su compañía, comprensión y sus sabios consejos, que me ayudaron a disfrutar y aprender de todas las experiencias vividas. A ellas con mucho cariño y a Dios por permitirme tenerlas a mi lado y realizarme como profesional.

AGRADECIMIENTOS

- A la Cátedra de Nutrición de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires por haber brindado los medios para realizar esta investigación.
- A la Doctora María Luz Pita Martín de Portela, Docente de la Cátedra de Nutrición de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, por el asesoramiento brindado.
- A la Lic. María del Carmen Sanahuja, Docente de la Cátedra de Nutrición de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, por las orientaciones brindadas y por su gentil atención.
- A la Doctora Adriana Weisstaub Docente de la Cátedra de Nutrición de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, por la información proporcionada incondicionalmente.
- Al personal del Laboratorio de la Cátedra Bromatología de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA, y a la responsable del Bioterio Cecilia Mambrín, por sus enseñanzas y las facilidades brindadas.
- A mi compañera Paola Calderón quién compartió ideas para desarrollar el presente trabajo, en esta área poco común en el campo de la nutrición en Colombia, y por su constante y valiosa colaboración

Diseño y Evaluación Biológica de un alimento destinado a mejorar el estado nutricional proteico-energético, de niños de 10 años, de Colombia.

RESUMEN

Diseño y Evaluación Biológica de un alimento destinado a mejorar el estado nutricional proteico-energético, de niños de 10 años, de Colombia.

El objetivo del presente trabajo fue diseñar y elaborar una colación con alimentos Colombianos típicos, que cubriera 25% de las necesidades de energía y de proteínas de escolares. Se diseñaron 2 preparaciones: F1: plátano maduro, polvo de hornear, canela, esencia de vainilla, huevo entero, leche en polvo semi descremada, azúcar, manteca, miel, y harina de trigo; F2: caseína vs leche en polvo, aceite alto oleico vs manteca y sin miel. Se realizó el análisis proximal (AOAC 1990). Se evaluó la calidad proteica en ratas Wistar, determinando relación proteica neta (RPN) y digestibilidad. La composición química fue, para F1 y F2, respectivamente, g/100 g: humedad: 23,20 y 32,00; proteína: 9,69 y 13,15; lípidos: 10,35; carbohidratos digeribles 48,4 y 36,15; cenizas: 2,75; fibra: 4,30 y 3,80, aportando por colación de 160 g 24 % y 22% del requerimiento energético de un escolar de 10 años. Las colaciones presentaron sabor a plátano, tradicional en alimentos colombianos. Los ensayos biológicos indicaron en ambos casos un deterioro importante de la proteína (47 a 31% c/r a caseína), cubriendo de 24 a 22% del requerimiento del escolar. Sería de interés futuro estudiar condiciones industriales que minimicen la reacción de Maillard en relación al proceso casero de elaboración de las formulaciones diseñadas.

Palabras clave: alimentos colombianos, colaciones, escolares, plátano, composición centesimal, ensayos biológicos, calidad proteica,

Summary

Design and biological evaluation of a food product to improve protein and energy nutritional status of Colombian children ten years age

The objective of the present research was to design, with Colombian food products, a cake, covering 25% of energy and protein requirements of children. Two formulas were formulated which composition was: F1: ripe banana, baking powder, canela, vanilla, whole egg, sugar, semi skimmed milk, butter, honey and wheat flour. F2: casein vs milk powder, high oleic oil vs butter and without honey. Proximal composition was

determined (AOAC, 1990). Protein biologic evaluation was carried out in rats. Proximal composition was, for F1 y F2, respectively, g/100 g: humidity: 23,20 y 32,00; protein: 9,69 and 13,15; lipids: 10,35; digestible carbohydrates: 48,4 and 36,15; ashes: 2,75; fiber: 4,30 and 3,80. A serving size of 160 g provides 24% y 22% of energy requirements. Protein quality evaluation indicated, in both formulas, a biologic value regarding casein of 47 a 31%, covering 24 - 22 % from protein recommended allowances. Cakes presented the banana flavour accepted by colombian children. It would be of interest to study the possibility to decrease Maillard reaction applying industrial processes of preparation.

Key words: colombian foods, cakes, scholar children, banana, proximal composition centesimal, biological methods, protein quality

1. INTRODUCCION

1.1 MARCO TEORICO

Los alimentos aportan los nutrientes necesarios para el crecimiento y supervivencia. Ningún alimento provee todos los nutrientes requeridos para el óptimo crecimiento, la salud y la prevención de enfermedades. Es por esto, que a través de nuestra vida, consumimos una gran variedad de alimentos con el fin de ir formando los patrones alimentarios para proveer a nuestro cuerpo de los nutrientes adecuados y una buena salud.

Los patrones alimentarios de la población están estrechamente relacionados con diferentes factores como: desarrollo agrícola, socioeconómico, cultural, factores climáticos y ecológicos, que delimitan la disponibilidad de los alimentos en las distintas zonas de cada país. En el caso de Colombia uno de los factores que más influye es el socioeconómico, ya que limita la disponibilidad de alimentos por su capacidad de compra o prácticas culturales.

En Colombia las tradiciones culturales han influenciado las prácticas alimentarias. En la actualidad existen patrones de cultivo, recolección, almacenamiento y uso de alimentos propios de cada cultura; estos patrones forman parte de rituales familiares y sociales que caracterizan el comportamiento de las personas en determinadas situaciones (ICBF, 1992).

La definición cuantitativa de las necesidades nutricionales y los esfuerzos para expresarlas como recomendaciones nutricionales, han sido el foco de la atención para organismos internacionales y científicos en muchos países. Sin embargo, este enfoque basado en nutrientes ha sido frecuentemente aplicado con dificultad y ha llevado a una considerable confusión tanto a los planificadores de los sectores salud y agroalimentario, como a los educadores en nutrición y a los consumidores. Por esta razón, las guías alimentarias basadas en alimentos (GABA), cuyo enfoque y metodología, producto de la consulta FAO/OMS, pueden servir como un instrumento de apoyo a los programas de nutrición y se deben basar en las relaciones entre alimentación y salud de importancia para el país (ICBF, 1992).

1.1.1 Generalidades

1.1.1.1 Energía

El requerimiento de energía equivale a la cantidad de Calorías necesarias para equilibrar el gasto energético y permite al individuo satisfacer las demandas del metabolismo basal, del crecimiento, de la reparación tisular y de la temperatura corporal. Una adecuada ingesta calórica es un requisito indispensable para la utilización de las proteínas de la alimentación (ICBF, 1992). Las fuentes alimentarias que aportan energía al cuerpo son aquellas que contienen carbohidratos, proteínas y grasas. Su densidad energética se mide por la cantidad de energía metabolizable en cada gramo de alimento. La mayor densidad energética esta en las grasas y en segundo lugar en las proteínas y en los carbohidratos.

1.1.1.2 Proteínas

La alimentación provee al organismo de los aminoácidos necesarios para la síntesis de proteínas corporales, indispensables para la formación y mantenimiento de los tejidos. Las proteínas ingeridas participan en la síntesis de las proteínas tisulares y en otras funciones metabólicas especiales. En los procesos anabólicos proporcionan los aminoácidos necesarios para construir y conservar los tejidos corporales. También pueden ser fuente de energía.

Los requerimientos de proteínas se establecen en términos de las necesidades totales de nitrógeno y de las necesidades de aminoácidos indispensables. Se considera de gran importancia la calidad proteica, la cual depende tanto del contenido de aminoácidos, como de la digestibilidad de la proteína misma.

Algunos de los aminoácidos necesarios en la síntesis de proteínas para el crecimiento, el sostenimiento y la reparación tisular, pueden ser sintetizados por el organismo; otros como la histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano y valina no se sintetizan por el organismo y por consiguiente, son considerados como aminoácidos indispensables (AAI). El valor biológico de las proteínas depende en alto grado de la composición de aminoácidos indispensables; por lo tanto se considera que tiene alto o bajo valor biológico según sea su capacidad

de suministrar todos los aminoácidos indispensables para la formación de tejidos corporales (ICBF, 1992).

Cuando la ingestión de proteínas es baja, disminuye la eliminación de nitrógeno urinario, lo cual indica el efecto compensatorio de un proceso adaptativo que tiene lugar dentro del cuerpo. Después de 4 a 5 días de un equilibrio de nitrógeno negativo, se restablece el equilibrio a un nivel más bajo. Sin embargo, después de un punto crítico, el cuerpo ya no puede adaptarse y se presenta deficiencia de proteínas con edema, desgaste de los tejidos corporales, hígado graso, dermatosis, disminución de la respuesta inmunológica, debilidad y pérdida de vigor. Existe una interrelación general entre la cantidad de energía ingerida y el equilibrio de nitrógeno, de tal manera que una ingestión por debajo de las necesidades energéticas en el adulto se traduce en una pérdida de proteínas y en el niño en una reducción de la tasa de crecimiento. Se ha demostrado que tanto un aumento de proteínas sin energía como un aumento de energía sin proteínas, no servirá para restablecer el crecimiento normal en niños desnutridos (ICBF, 1992).

1.1.2 Situación Nutricional

La desnutrición, es una de las problemáticas en salud pública que sigue afectando a países subdesarrollados y en vía de desarrollo, como es el caso de Colombia y otros países latinoamericanos. Sus causas residen en problemas socioeconómicos y culturales. Entre éstas, encontramos las meriendas de los niños en edad escolar que están conformadas por alimentos tipo snack, de baja calidad proteica, pero rica en grasas saturadas, azúcares y sodio. Por otra parte, esto, junto al sedentarismo, trae como consecuencia el incremento en los índices de obesidad infantil, los cuales redundarán en el futuro en adultos con problemas de salud (Granito, Valero, Zambrano, 2010).

La situación nutricional de una población refleja en gran medida su nivel de bienestar y puede ser utilizada para identificar falencias que podrían afectar su productividad. Así la desnutrición crónica, identificada por el retraso en el crecimiento lineal o la talla baja de los niños, está asociada con menor desempeño escolar, impidiendo todo su potencial desarrollo. Como consecuencia, los individuos y

las sociedades presentan menor productividad y menor ingreso laboral en la vida adulta.

Los niños y niñas desnutridos tienen menos resistencia a infecciones y menos probabilidades de sobrevivir a dolencias comunes de la infancia, como enfermedades diarreicas e infecciones de las vías respiratorias. Se calcula que la desnutrición es una causa fundamental del 53% de todas las muertes de niños y niñas menores de cinco años (OMS, 2005) y los que sobreviven habitualmente presentan enfermedades recurrentes y alteración del crecimiento con daños irreversibles en su desarrollo cognitivo y social (UNICEF, 2007). Los niños y niñas bien alimentados se desempeñan mejor en la escuela, llegan más sanos a la edad adulta y pueden ofrecer a sus propios hijos un mejor comienzo en la vida (UNICEF, 2007).

La desnutrición calórico-proteico da lugar a un desequilibrio funcional que conduce a una discrepancia entre el aporte de nutrientes esenciales a los tejidos corporales y la demanda específica de éstos. La etiología de este tipo de desnutrición se la puede clasificar teniendo en cuenta sus causas: primarias, secundarias o mixtas; de acuerdo al tiempo de evolución: en aguda o crónica, por su gravedad, según la valoración antropométrica: leve, moderada o grave; por la relación energía/proteínas: Marasmo o Kwashiorkor (Álvarez, Selva, Suárez, Pérez y Duverger, 2008; Tamayo, Rodríguez y Quiroga, 2008). La desnutrición calórica-proteica da lugar a un peso menor al normal para la edad, en forma conjunta con una estatura inferior a la que corresponde a la edad cronológica (retraso en el crecimiento). En ciertos casos puede producirse delgadez extrema (emaciación), y un menor perímetro cefálico (retraso cerebral) (Tamayo Meneses et al., 2008). Este retardo en el crecimiento puede variar según la severidad y duración de la deficiencia nutricional (Chávez y Martínez, 1979).

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Situación Nutricional en Colombia (ENSIN, 2005), la desnutrición crónica, en los menores de cinco años, fue del 12%, la desnutrición global del 7,0 % y la desnutrición aguda del 1.2%. Se observaron diferencias en las prevalencias según las zonas y las regiones del país, siendo la zona rural y la región Atlántica las de mayor prevalencia en retraso en el crecimiento y desnutrición global. Los departamentos de la Guajira, Boyacá y Nariño presentaron prevalencias de desnutrición crónica superiores al valor del promedio nacional. En el grupo de 5 a 9 años de edad se obtuvo una prevalencia de baja talla para la edad del

12,6%; el 5,4% bajo peso para la edad y el 1,1% bajo peso para la talla. Al igual que en el grupo de menores de cinco años el retraso del crecimiento y la desnutrición global fueron más elevadas en la zona rural y en la región Atlántica. El sobrepeso se presentó en el 4% de los niños y niñas. En el grupo de edad comprendido entre los 10 a 17 años se observó una prevalencia de desnutrición crónica del 16,2%, siendo mayor en el área rural (24,0%) que en el área urbana (12,9%). Los departamentos de Nariño, Guajira y Boyacá presentaron valores superiores al 20% (26,9%, 26,7% y 24,5% respectivamente). La delgadez se evidenció en 7,3% de los niños y jóvenes, siendo la región Atlántica la más afectada (11,6%) (Tabla no. 1-2)(ENSIN, 2005).

Tabla 1: Situación Nutricional en Colombia. Encuesta Nacional (ENSIN, 2005)

Edad	Desnutrición Crónica	Desnutrición Global	Desnutrición Aguda
Menor a 5 años	12%	7%	1,20%
10 a 17años	16%	-	-

Tabla 2: Encuesta Nacional de Situación Nutricional en Colombia (ENSIN, 2005)

Edad	Prevalencia Baja Talla	Bajo Peso para Edad	Bajo Peso/Talla
5 a 9 años	12,60%	5,40%	1,10%

En el año 2010 se evaluó nuevamente la Situación Nutricional de la población Colombiana. Los resultados obtenidos indican que según los patrones de crecimiento de la OMS, el 9,0% de los niños y niñas de 5 a 9 años y el 10,7 de los jóvenes de 10 a 17 años presentaron retraso en talla (<-2 DE). El retraso en talla severo (<-3 DE) fue de 1,2% y 1,5% respectivamente para estos grupos de edad. El 30,1% de la población entre 5 a 17 años se encontró entre -1 a -2 DE, riesgo de talla baja para la edad. En este aspecto presentaron mayor prevalencia los niños que las niñas (10.8% frente a 9,2%) al igual que los niños de mayor edad (10 a 17 años). Por lugar de residencia los niños de 5 a 17 años del área rural presentaron el doble de la prevalencia de retraso en crecimiento que los del área urbana (15,2% frente a 7,9%). La región más afectada fue la Amazonia y la Orinoquia (ENSIN, 2010). Tabla no. 3 y 4: Encuesta Nacional de Situación Nutricional en Colombia (ENSIN, 2010).

Tabla 3: Riesgo de talla baja en niños de 5 a 17 años, en Colombia (ENSIN, 2010)

Edad	Retraso Talla	Retraso en Talla Severo
5 a 9 años	9%	1,2%
10 a 17 años	10,7%	1,5%

Tabla 4: Riesgo de talla baja con respecto a ubicación geográfica para niños de 5 a 17 años, en Colombia (ENSIN, 2010)

Edad	Riesgo de talla baja	Ubicación	Riesgo de talla baja
Menor a 5 años	10,8%	Rural	15,2%
10 a 17 años	9,2%	Urbana	7,9%

Fuente: ENSIN-2010

La prevalencia de desnutrición es indicador de impacto negativo sobre la población infantil y refleja la presencia de factores que inciden negativamente en el desarrollo de niños y niñas (bajo peso al nacer, falta de lactancia materna, pautas erróneas de alimentación infantil, enfermedades frecuentes, condiciones higiénicas desfavorables, ingesta nutricional deficiente y bajo nivel educativo de las madres).

Asimismo, los datos de 1995 y 2000 provenientes de la Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDS) permiten realizar una reflexión acerca del grado de progreso en el estado nutricional del país en la última década.

El consumo de alimentos como arroz y panela, debido a su bajo costo, es variable en función de las limitaciones del presupuesto familiar. La fuente proteica animal es aportada habitualmente por el huevo mientras que el consumo de leche es bajo constituyendo un ingrediente de diversas preparaciones.

El Análisis de las Hojas de balance de alimentos de Colombia evidencia que los alimentos de mayor consumo por la población son: leche, plátano, yuca (mandioca), maíz y trigo, cuyo consumo promedio y aporte de energía y proteínas figuran en la Tabla No. 5.

Tabla 5: Consumo promedio de los alimentos prioritarios en Colombia y aporte de energía, proteínas y grasa

ARTICULO	CONSUMO				
	Total			Proteína	Grasa
	kg/año	g/d	kcal/d	g/d	g/d
Maíz	30	84	255	6	1
Yuca Mandioca	38	107	92	1	0
Patatas	33	93	64	2	0
Azúcar sin refinar	33	92	323	0	0
Aceites Vegetales	15	41	363	0	41
Bananos	11	29	18	0	0
Plátano	53	148	132	1	0
Cerveza	42	116	41	0	
Carne	51	141	231	17	18
Huevos	11	30	38	3	3
Leche Fluida	108	301	179	11	9

Fuente: tomada de los datos de las hojas de Balance de la FAO para Colombia 2013

Las hojas de balance de alimentos indican la disponibilidad de alimentos para el consumo a nivel del país (Britos, 1987). Los datos de disponibilidad de Energía, de los alimentos consumidos en Colombia durante el año 2013 (FAO, 2013), muestran una disponibilidad total de energía de 2804 kcal/cápita/día (Tabla No. 5), de los cuales el 82% es aportado por productos de origen vegetal (2305 kcal/cápita/día) y el 18% restante por productos de origen animal (499 kcal/cápita/día).

En la tabla 6 se observa el porcentaje de adecuación de un hombre de 18 - 30 años (peso promedio 70 kg) con un estilo de vida moderadamente activa, cuyo requerimiento energético (GET) es:

$$\text{GET} = \text{MB} \times \text{AF} = \text{MB} (15,057 \times 70 \text{ Kg} + 692,2) \times 1,7 = 2968 \text{ kcal/día}$$

MB: metabolismo basal; AF: actividad física

Tabla 6: Porcentaje de adecuación de un hombre de 18-30 años (peso promedio 70 Kg) y un estilo de vida moderadamente activa (Según datos de FAO 2013, para Colombia).

	Energía	Proteínas
	kcal / día	g/ día
Requerimiento Individuo		
Nivel de actividad física (PAL) = 1,7 #	2968	58,1
Disponibilidad promedio/ cápita/día	2804	64
% Adecuación	94%	110%

En la tabla se observa que:

- la **disponibilidad de energía** de los alimentos en Colombia no es suficiente para cubrir el requerimiento energético para un adulto varón de 18-30 años. Por consiguiente, es de suponer que existirá deficiencia energética en los grupos vulnerables como son los niños.
- Para el caso de proteínas vemos que el porcentaje de adecuación se encuentra en un 110%, cubriendo el requerimiento para un varón de 18-30 años teniendo en cuenta las proteínas provenientes de origen animal (33,5 g/día) con respecto de las de origen vegetal (30,9 g/día). Sin embargo, los escolares presentan un requerimiento de aminoácidos indispensables superior al adulto, por lo cual es de suma importancia corroborar experimentalmente la calidad de la mezcla de la dieta o la del alimento a elaborar.

1.1.3 Necesidades y Requerimientos Energía En Niños y adolescentes

1.1.3.1 Energéticas

Las recomendaciones de FAO (2007) definen la ingesta de energía alimentaria que compensa el gasto de energía, cuando el tamaño y la composición del organismo y el grado de actividad física son compatibles con un estado duradero de salud y permiten el mantenimiento de una actividad física que sea económicamente necesaria y socialmente deseable. Las necesidades de energía se expresan como necesidades medias.

En los niños las necesidades energéticas incluyen las asociadas a la formación de tejidos, a un ritmo compatible con una buena salud (*Schoeller, 1988; NAS, 2002*). Las recomendaciones están destinadas a poblaciones sanas y bien nutridas, con el fin de mantener un buen estado de salud, dado que la corrección de la malnutrición, ya sea por déficit como por exceso, involucra diferentes requerimientos de energía y de recomendaciones dietarias.

El Comité FAO/OMS/UNU 2007 tuvo en cuenta el GET en niños y adolescentes medidos por el método del agua doblemente marcada, estableciendo modelos matemáticos para estimar el GET, utilizando como predictores la edad y/o el peso corporal, mediante ecuaciones de regresión cuadrática, más la suma de la energía depositada en los tejidos durante el crecimiento. Las recomendaciones brindan la opción de realizar el cálculo del GET utilizando tablas teniendo en cuenta la actividad física y sumando la energía ganada durante el crecimiento:

$$\text{GET} = \text{MB} \times \text{PAL}$$

$$\text{Requerimiento energético} = \text{GET} + \text{energía depositada}$$

El Documento publicado en 2002 por Panel de Expertos del Institute of Medicine of the National Academies (NAS) también consideró los datos de GET obtenidos mediante el método del agua doblemente marcada, en niños y adolescentes con diferentes niveles de actividad física. Los valores indicados en la Tabla No. 7 del Requerimiento Energético Estimado (kcal/d) para un niño de 9 a 10 años con una actividad física moderada.

Tabla 7: Requerimiento energético de niño(as) de 9 a 10 años^a

EDAD (años)	PESO (kg)	GET ^b (kcal/d)	E de depósito para el crecimiento ^c (kcal/d)	MB ^d (kcal/d)	Requerimiento energético diario		PAL (GET/MB)
					kcal/d	kcal/kg/d	
9 A 10	30,5	1678	23	1105	1854	60,8	1,7
10 A 11	34,7	1831	25	1157	2006	57,8	1,7

Fuente: FAO, 2007

^a Calculado a partir del gasto energético total más la energía necesaria para el depósito en tejidos durante el crecimiento.

^b Calculado por análisis de regresión cuadrático a partir del peso corporal. GET (kcal/d) = $263,4 + 65,3 \times \text{peso} - 0,454 \times \text{peso}^2$ (kg)

^c 2 kcal/g de peso ganado

^d MB estimado mediante ecuaciones predictivas a partir del peso corporal

1.1.3.2 Proteínas y de Aminoácidos

Para estimar las necesidades proteicas en los niños se recurre a cálculos teóricos, derivados de observaciones en niños que presentan velocidades de crecimiento dentro de lo normal. La proteína retenida durante el crecimiento cumple tres funciones: a) el mantenimiento de los tejidos pre-existentes; b) aumento del número de células (hiperplasia de los distintos tejidos, asociada al aumento de la masa corporal; c) maduración tisular, que implica un aumento del contenido porcentual de proteína (hipertrofia), ya que el recién nacido contiene en promedio 12% de proteínas que se incrementa hasta alcanzar un promedio de 20% en el adulto. En niños de 1 a 13 años las ingestas recomendadas se basaron en el método factorial, corregido por la estimación de la utilización proteica y por la media de la deposición proteica, realizando un promedio de datos entre mujeres y varones. Los valores se obtuvieron corrigiendo por la variabilidad de la deposición proteica en el período estudiado y considerando los valores del percentilo 97,5 (NAS, 2002)

Tabla 8: Ingestas Recomendadas de proteínas para niños de 9 a 13 años.

Grupo etáreo	EAR	RDA
	g/kg/d	
9-13años	0,76	0,95

Fuente: NAS, 2002

El aporte proteico de la dieta debe corregirse por la digestibilidad y por el Valor biológico, tomando la proteína de referencia según la edad (> 1 año).

1.1.3.3 Requerimientos de aminoácidos indispensables

El requerimiento de proteínas implica el aporte específico de los aminoácidos indispensables (A.A.I) que el organismo no puede sintetizar; esta especificidad es mucho más estricta cuanto más joven es el individuo, ya que, en cualquier especie de mamíferos, las exigencias para el crecimiento son mayores que para el mantenimiento.

Desde el punto de vista de aporte de Nitrógeno (N), todas las proteínas serían equivalentes (puesto que contienen aproximadamente 16 % de N), pero su capacidad para aportar los A.A.I. difiere de acuerdo a la estructura de la proteína. Sobre la base de su composición en A.A.I. se las puede clasificar a lo largo de una escala relativa porcentual cuyos extremos son cero y 100. Por esta razón cuando se trata de establecer el nivel de seguridad de la ingesta proteica, deberán efectuarse las correcciones adecuadas de acuerdo a las exigencias en A.A.I. de la especie y del grupo etáreo correspondiente.

Se debe tener en cuenta que el hombre, así como la mayor parte de los mamíferos, sólo puede utilizar los L-a.a. que son las formas naturales en las proteínas alimenticias, pero las formas D pueden encontrarse entre los a.a. obtenidos por síntesis o en hidrolizados proteicos, debido a racemización.

1.1.3.4 Valor Biológico y Valor Nutritivo

El valor biológico (VB) representa la capacidad de las proteínas de reemplazar el nitrógeno que el organismo pierde inevitablemente como consecuencia de sus procesos biológicos y fue definido por Thomas (1923) como "la fracción del nitrógeno absorbido que es retenido por el organismo para su mantenimiento y crecimiento".

$$\text{VB} = (\text{N retenido} / \text{N absorbido}) \times 100$$

El V.B. depende, fundamentalmente, de la composición en A.A.I. y, por lo tanto, la proteína ideal será aquella que presente un cuadro de A.A.I. similar al patrón de requerimientos del sujeto al cual se la destina, siendo totalmente utilizada para la síntesis. Este es un criterio de proporciones entre los distintos aminoácidos esenciales, ya que la síntesis proteica requiere de todos los a.a. presentes simultáneamente en la proporción óptima y en el momento preciso. El a.a. presente en menor proporción (o mayor déficit) condicionará la cantidad total de proteína sintetizada, limitando a ese nivel la utilización de los demás A.A.I.; por dicha razón se lo denomina "aminoácido limitante".

En la práctica las proteínas naturales tienen una secuencia de a.a. limitantes, siendo el primer limitante: lisina en los cereales, a.a. azufrados en las proteínas animales y leguminosas; el segundo limitante es variable, siendo frecuente que sea el triptofano o la treonina en los cereales. La utilización de las proteínas deficitarias en uno o más A.A.I. se podría mejorar agregando a.a. (suplementación) o realizando una mezcla de proteínas adecuada (complementación),

El concepto práctico, que integra los aspectos relacionados a la composición en A.A.I. y a los de su absorción, se denomina valor nutritivo (VN) y se define como la fracción del nitrógeno ingerido que es retenido por el organismo:

$$\text{VN} = (\text{N retenido} / \text{N ingerido}) \times 100$$

Las proteínas ingeridas deben ser degradadas en a.a. y pequeños péptidos, que son absorbidos por mecanismos específicos para luego ser utilizadas por el organismo. La digestibilidad depende de factores intrínsecos (características de solubilidad en el tracto gastro-intestinal, exposición de los enlaces peptídicos al ataque enzimático, etc.) y extrínsecos (dependientes del individuo y de la dieta).

La digestibilidad (D), se define como la relación entre el nitrógeno absorbido y el ingerido:

$$D = (N \text{ absorbido} / N \text{ ingerido}) \times 100$$

El nitrógeno absorbido (N a) es la diferencia entre el nitrógeno ingerido (N i) y el total del eliminado por heces (N f). En ese caso, la digestibilidad recibe el nombre de aparente (D ap):

$$D_{ap} = [N a / N i] \times 100 = [(N i - N f) / N i] \times 100$$

Sin embargo, el nitrógeno fecal total está constituido por el nitrógeno no absorbido (N na) más el fecal metabólico (N fm), que proviene de las secreciones digestivas, de la descamación del epitelio intestinal y de la flora microbiana; por lo tanto:

$$N f = N na + N fm.$$

$$N na = N f - N fm.$$

De este modo, la digestibilidad real:

$$(D r) \text{ será: } D r = N i - [N f - N fm] / N i$$

1.1.3.5 Número Químico corregido por digestibilidad (PDCAAS)

El método PDCAAS (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score) es aconsejado, desde 1991, por FAO/OMS, para calcular la calidad proteica a partir del perfil de AAI incluyendo una corrección por la digestibilidad de la proteína determinada mediante digestión enzimática in vitro o in vivo en ratas (12). Se aplica la siguiente fórmula:

$$PDCAAS = [\text{mg de AAL/g de proteína}] \times [Dv (\%)]$$

$$PDCAAS = \text{mg del mismo AAI/g de PR}$$

Dónde: AAL es el a.a. limitante en relación a la proteína de referencia seleccionada (PR) y Dv la digestibilidad verdadera. Cuando el cálculo para una dieta mixta dé valores superiores a 100%, se tomará el valor de 100 ya que no puede considerarse una utilización mayor a la de PR.

Las proteínas de muy baja calidad pueden dar cifras de ingesta para cubrir las necesidades de A.A.I., sumamente elevadas para los más pequeños. En estos casos la cantidad de alimento necesario para ello implica una dificultad en su consumo y una

ingesta muy elevada de energía. Por lo tanto, se desprende que es sumamente difícil alcanzar adecuación proteica en niños si los alimentos no contienen proteínas de elevado Valor biológico.

1.2 EL PLATANO

El plátano *hartón verde o macho* pertenece a la misma especie del plátano común, es el plátano verde o para cocer que se cultiva como si fuera una hortaliza en zonas de la selva tropical, Su especie es *Musa paradisiaca* y pertenece a la familia de las *Musáceas*, su origen es asiático y se cultiva en todas las regiones tropicales y subtropicales de América (Corporación Colombiana Internacional, 2000). En la tabla No. 9 se muestra la composición química del plátano

Tabla 9: *Composición química del fruto de plátano (Musa paradisiaca) por cada 100 g de fruta fresca.*

COMPONENTES	UNIDAD	
ENERGIA	kcal	122
AGUA	g	65
PROTEINAS	g	1,3
LIPIDOS TOTALES	g	0,37
CARBOHIDRATOS DISPONIBLES	g	20,03
Glucosa	g	3,55
Fructosa	g	3,4
Sacarosa	g	10,32
Almidón	g	2,76

Fuente: (Souci, Fachmann, Kraut, 1994)

1.2.1 Importancia social

El plátano es uno de los productos básicos de la dieta alimentaria de algunos países en desarrollo, ya que, junto con las raíces y tubérculos, aporta un total del 40% de la oferta alimentaria en términos de calorías. Según la FAO, este producto no sólo puede contribuir a la seguridad alimentaria de los países en desarrollo si no que, es

una fuente generadora de ingresos. El plátano es uno de los productos más importantes a nivel nacional, ocupando el quinto lugar después del café, la caña de azúcar, la papa y las flores. Este producto es básico en la dieta de los colombianos, con un consumo per cápita de 61,9 kg/año (Corporación Colombia internacional, 2000). Según el Ministerio de Agricultura, de un total de 395.431 Ha. de plátano en el año 2002, 13.899 (3,5%) correspondían fundamentalmente a cultivo para exportación, y 381.532 (96,4%) para el consumo doméstico. Este último con un rendimiento promedio de 7,8 Tm. /Ha., y un total de producción de 2.994.022 toneladas. El cultivo para consumo interno ha crecido, aunque de forma marginal en 0,1% en el área cultivada y 1,1% en la producción, en los últimos diez años, mientras que el plátano de exportación muestra un retroceso de 0,7% en el área de cultivo y de 0,8% en la producción (Martínez, 2005). De acuerdo con lo anterior los tres grandes sectores que consumen más del 80% de la producción nacional son, en orden de importancia, los hogares rurales, los hogares urbanos y los restaurantes; menos del 1% es consumido por la industria y las pérdidas por comercialización y transporte se estiman en 12% (Martínez, 2005).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Formular un alimento destinado a realizar el mejoramiento nutricional, con respecto a energía y proteínas, de la dieta de niños de 10 años, de una escuela rural en Colombia, y evaluar el valor biológico de la proteína, en un modelo experimental en ratas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Formular, con los alimentos prioritarios, colaciones que constan de 4 porciones de Torta (160 g) y una porción de leche chocolatada (200 mL) por día que puedan ser distribuidas en las escuelas rurales, en el recreo, a niños de edad promedio de 10 años, respetando sus hábitos alimentarios.
- Diseñar diversas formulaciones teniendo en cuenta las características nutritivas de las materias primas, su aceptabilidad y facilidad de preparación.
- Analizar los productos a desarrollar.
- La ración diaria del producto deberá aportar al menos 25% de las necesidades de energía y de proteínas, teniendo en cuenta el VB de la mezcla.
- Realizar la evaluación biológica de los productos desarrollados.

3. MATERIALES Y METODOS.

Para la formulación del alimento se tuvo en cuenta uno de los productos más consumidos por la población colombiana, como lo es el plátano, que tiene una amplia variedad de preparaciones tradicionales como son: al horno, frito, hervido, chips, patacones, empanadas, tortas etc. Para el desarrollo de la experiencia se eligió elaborar una “torta de plátano tradicional colombiana” a la cual se le realizaron 2 modificaciones hasta llegar al producto final. A dicho producto se le determinó su composición centesimal y posteriormente se realizaron ensayos biológicos con ratas para evaluar la calidad proteica.

3.1 TIPO DE ESTUDIO

Estudio de tipo cuantitativo, analítico, descriptivo

3.2 LUGAR DE ESTUDIO

La elaboración de la Torta de Plátano se llevó a cabo en la Ciudad de Buenos Aires, Argentina. Los análisis Químicos se realizaron en las instalaciones de la Cátedra de Nutrición de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y los ensayos biológicos se realizaron en el Bioterio de la misma Cátedra.

3.3 ELABORACION DE LA TORTA DE PLATANO

La torta de plátano maduro es un postre con una textura agradable, suave y firme, perfecta para acompañar el café o servirla con un vaso de leche en la merienda de los niños. Es un postre de fácil preparación y su combinación es variada ya que se puede acompañar con chocolate, arequipe (dulce de leche) o frutas.



Foto 1. Ingredientes Elaboración Torta de Plátano



Foto 2. Preparación Torta de Plátano

Los ingredientes que componen la receta tradicional son: queso cremoso, plátano maduro, polvo de hornear, canela en polvo, esencia de vainilla, huevo completo, leche fluida o en polvo, manteca, miel, y harina de trigo. Estos ingredientes deben ser mezclados hasta obtener una mezcla homogénea, la cual es llevada durante aproximadamente una hora al horno a 220°C. El proceso de cocción se verifica visualmente hasta evidenciar un color caramelo en la superficie de la torta.



Foto 3: Torta de Plátano (producto final)

Se modificó la fórmula tradicional (Tabla No. 10) dando origen a dos fórmulas que serán estudiadas en el presente trabajo. Estos cambios se realizaron con el fin de cubrir los requerimientos energéticos y proteicos planteados en los objetivos.

Tabla 10: Formula Tradicional Torta de Plátano

FORMULA TRADICIONAL		
INGREDIENTES	gramos	%
Plátano Maduro	300	23
Harina de Trigo	225	17
Huevo de gallina entero crudo	106	8
Leche en polvo ENTERA	150	11
Manteca	150	11
Miel / Arrope / Kero	100	8
Quesos	150	11
Azúcar blanca molida	150	11

El criterio que se utilizó para la Formulación No. 1 fue disminuir el contenido graso presente en la fórmula tradicional, para lo cual se sustituyó la manteca por aceite de girasol alto oleico; La leche en polvo entera se reemplazó por Leche en polvo descremada y se suprimió el queso (Tabla No. 11).

Tabla 11: Formulación No. 1 Torta de Plátano

FORMULA NO. 1		
INGREDIENTES	gramos	%
Plátano Maduro	300	25
Harina de Trigo	225	19
Huevo de gallina entero crudo	106	9
Leche en polvo descremada	200	17
Aceite Girasol Alto Oleico	100	8
Miel / Arrope / Kero	100	8
Azúcar blanca molida	150	13

En función de los resultados obtenidos en los ensayos Biológicos, hubo la necesidad de realizar experiencias complementarias; con base en esto se realizó una segunda formulación la cual consistió en eliminar la leche y sustituirla por caseína (tabla No. 12).

Tabla 12: Formulación No. 2 Torta de Plátano

FORMULA NO. 2		
INGREDIENTES	gramos	%
Plátano Maduro	300	30
Harina de Trigo	254	25
Huevo de gallina entero crudo	106	10
Caseína	100	10
Aceite Girasol Alto Oleico	100	10
Azúcar blanca molida	150	15

3.4 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CENTESIMAL

El contenido de humedad, cenizas, proteínas, grasa y fibra dietaria total se determinó siguiendo la metodología especificada por AOAC (2000). Las determinaciones se realizaron por duplicado en todos los casos.

3.4.1 Preparación de Muestras

Para la determinación de los diferentes ítems de la composición centesimal la torta original fue molida en un procesador eléctrico marca Capresso hasta obtener aproximadamente 3 kg de torta molida.

El producto obtenido fue secado a 70°C en una estufa de vacío por aproximadamente 4 horas hasta obtener un peso constante.

3.4.2 Determinación Contenido de Humedad

Para establecer el contenido de humedad (%H) se utilizó un método indirecto por secado en estufa a presión reducida (AOAC 925.09). Se pesaron 5 g aproximadamente de la muestra, se sometió durante 4 horas a 70°C en una estufa de vacío Dalmac. La humedad se determinó por diferencia de peso y se expresó en porcentaje.

3.4.3 Determinación Contenido de Cenizas

Se procedió de acuerdo a la metodología AOAC 923.03 (calcinación en mufla a 550°) para establecer el contenido porcentual de cenizas (%C).

3.4.4 Determinación Contenido de Proteína

Se utilizó la metodología AOAC 984.13 (método de Kjeldahl) para establecer el contenido de nitrógeno (%P). La mezcla catalizadora utilizada fue K₂SO₄: Se (100:1) Se utilizó el factor (f) 6,25 para transformar el nitrógeno en proteína.

3.4.5 Determinación Contenido de Grasa

Mediante el método AOAC 922.06 (Hidrolisis ácida) se estableció el porcentaje de grasa (%G).

3.4.6 Determinación Contenido de Fibra dietaria total

El contenido de fibra dietaria total (%FDT) se determinó en muestras secas y desgrasadas. Se utilizó la metodología AOAC 985.29 adoptada por un kit comercial de Megazyme.

3.4.7 Determinación Contenido de Carbohidratos

El contenido porcentual de carbohidratos (%CH) se estableció por diferencia según la fórmula:

$$\% \text{ CH} = 100 - (\% \text{ H} + \% \text{ C} + \% \text{ P} + \% \text{ G} + \% \text{ FDT})$$

3.5 ENSAYOS BIOLÓGICOS

Una vez realizada la composición centesimal se realizaron los ensayos biológicos.

3.5.1 Pruebas de eficiencia biológica mediante modelos experimentales en ratas.

Se realizaron los ensayos aconsejados internacionalmente de:

- Relación Proteica Neta (RPN); en inglés NPR (Net Protein Ratio)
- Digestibilidad (Dv)

Estos ensayos se llevaron a cabo en 24 ratas macho, raza Wistar de 26 días de edad, para la Fórmula No. 1, con un peso promedio de 45,5 gr con un estado de salud óptimo en el momento del inicio del experimento.

Los ensayos para la Fórmula No. 2 se realizaron en 14 Ratas macho, raza Wistar de 19 días de edad, con un peso promedio 38,7 gr con un estado de salud óptimo en el momento del inicio del experimento.—Junto con estas ratas se evaluaron 5 ratas mas a las que se le alimentó con la Fórmula No.1 suplementada con lisina, el peso promedio de estas ratas fue 38,4 gr.



Foto 4 Ratas macho, Raza Wistar

Para comparar la eficacia de las formulaciones propuestas se utilizaron como valores de referencia los obtenidos en un lote de animales alimentados con la dieta AIN´93 recomendada por el American Institute of Nutrition (*Reeves et al., 1993*), que cubre los requerimientos de nutrientes de los roedores.

Preparación de las Dietas:

Las dietas se elaboraron de acuerdo a AIN´93 recomendada por el American Institute of Nutrition (Reeves et al., 1993). Se formularon tres dietas, una experimental elaborada a base de la torta de plátano, una dieta control a base de caseína y una dieta apteica. En estas dietas se consideró un aporte proteico del 10% (dieta control y dieta experimental) Tabla No.13 y 14

Tabla 13: Composición Dietas usadas en los ensayos biológicos Fórmula No. 1

INGREDIENTE	DIETA CONTROL (gr)	DIETA EXPERIMENTAL (TORTA)gr
Caseína (g)	118	-----
Torta	-----	794
Sales minerales *(g)	35	-----
Sales minerales *(g) sin calcio		7
Mezcla vitamínica (g)	10	10
L-Cisteína (g)	4	-
Solución de Vitamina A (ml)	1	1
Aceite (g)	69	-----
Colina (ml)	7	7
Fibra	50	
Dextrina (g)	706	177

Fuente: (Reeves et al., 1993).

Tabla 14: Composición de las Dietas usadas en los ensayos biológicos Formula 1 suplementada con Lisina y Formula 2

INGREDIENTE	DIETA FORMULA 2016	DIETA FORMULA 2015+LISINA
Caseína (g)		-----
Torta	794	794
Sales minerales *(g)	-----	-----
Sales minerales *(g) sin calcio	7	7
Mezcla vitamínica (g)	10	10
Clorhidrato de L-Lisina (g)	----	2
Solución de Vitamina A (ml)	1	1
Aceite (g)	----	-----
Colina (ml)	2,5	2,5
Fibra (g)	----	
Dextrina (g)	185,5	185,5

Fuente: (Reeves et al., 1993).

Luego de la preparación de las dietas se realizó la determinación de nitrógeno (método de Kjeldahl) para las distintas alternativas de formulación.



Foto 5. Dietas Ensayos Biológicos (Control, Libre de Proteína)

Para evaluar la calidad proteica de la torta de plátano se preparó una dieta experimental con 10% de proteína. La misma cubre los requerimientos de nutrientes

según las recomendaciones del American Institute of Nutrition de 1993 (AIN93G) para el crecimiento de ratas normales (Reeves et al., 1993).

Se utilizó la dieta en estudio un lote de 10 ratas de la cepa Wistar, machos, de 26 días de edad con un peso promedio de 44,6 g al inicio de la experiencia. Los animales recibieron la dieta experimental durante 10 días. En el mismo período, un lote de 4 animales recibió una dieta libre de proteínas (para evaluar la proteína utilizada para el mantenimiento) con un peso promedio de 51,7 g al inicio de la experiencia y otro lote de 10 animales una dieta con 10% de proteína de referencia (Caseína) con un peso promedio de 44,19 g al inicio de la experiencia.

Para la dieta de la Fórmula No. 2 se utilizaron 10 ratas de la cepa Wistar, machos, de 19 días de edad con un peso promedio de 38,6 g al inicio de la experiencia. En el mismo período, un lote de 5 animales recibió una dieta con la fórmula No. 1 suplementada con Lisina (para evaluar la influencia en el deterioro de la calidad proteica) con un peso promedio de 38,4 g al inicio de la experiencia.

Durante las experiencias se registraron los consumos de las dietas de todos los animales y se recolectaron las heces de cada lote durante los últimos 6 días para determinar la digestibilidad proteica de cada dieta (fracción del nitrógeno ingerido que es absorbido).

$$D = (Na/Ni) \times 100 = [(Ni - Nf)/Ni] \times 100$$

Determinaciones realizadas:

3.5.1.1 Valor Nutritivo de las proteínas

3.5.1.1.1 Determinación de la Relación Proteica Neta (RPN)(Net Protein Ratio: NPR).

El ensayo se realizó durante 10 días, se registraron los pesos de cada rata, y se retiraron las heces de cada base bajo las jaulas y posteriormente los residuos de la dieta en esta se recopila nuevamente en cada recipiente para luego verificar el peso. (Foto No. 6)



Foto 6: Control de peso de cada Rata y consumo dieta

Al finalizar la experiencia se calculó la Relación proteica Neta (RPN) de la torta de plátano mediante la siguiente fórmula:

$$\text{RPN} = \frac{\text{Aumento de peso lote experimental} + \text{pérdida de peso lote L.P.}}{\text{Consumo de proteínas de lote experimental}}$$

Los valores de RNP fueron comparados con los valores referenciales de caseína, obteniendo el valor relativo denominado RPNR.

3.5.1.1.2 Determinación de la Digestibilidad (Dv)

Durante los ensayos se recolectaron los datos de los pesos de cada rata y el peso de la dieta consumida.

Para la evaluación de la **Digestibilidad**, a partir del día 6 de la experiencia se recolectaron las heces, que se lavaron, se pesaron y secaron, determinando el contenido de nitrógeno(método de Kjeldahl); cada muestra fue evaluada por duplicado para cada una de las fórmulas.

Con los datos obtenidos se procedió a calcular Digestibilidad (Dv) y Valor Biológico (VB), con las siguientes formulas:

$$\text{D real} = \frac{\text{Ni} - [\text{N fecal} - \text{N fecal metabólico}]}{\text{Ni}} \times 100$$

Dónde: I: ingesta de N del lote experimental.

F: N fecal del lote experimental.

Fm: N fecal del lote LP.

3.5.1.1.3 Determinación del Número Químico corregido por digestibilidad (PDCAAS)

Se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{PDCAAS} = [\text{mg de AAI/g de proteína}] \times [\text{Dv (\%)}]$$

$$\text{PDCAAS} = \text{mg del mismo AAI/g de PR}$$

Dónde: AAL es el a.a. limitante en relación a la proteína de referencia seleccionada (PR) y Dv la digestibilidad verdadera. Se utilizó como referencia los valores indicados por la FAO (2007) (Tabla No. 15).

Tabla 15: Patrón de aminoácidos indispensables FAO 2007

PATRÓN DE AINOÁCIDOS INDISPENSABLES FAO 2007 mg de aa/g de proteína	
Aminoácidos	Escolar y Adolescente(3 a 18 años)
Triptófano	6,6
Treonina	25
isoleucina	31
Leucina	61
Lisina	48
Metionina +cistina(Azufrados)	24
Fenilalanina+tirosina(Aromáticos)	41
Valina	40
Histidina	16

3.6 DETERMINACION DE LISINA DISPOBIBLE

Se realiza la determinación de Lisina Disponible a la Torta de Plátano posterior a ser secada, esta técnica se realizó en dos etapas: primero una derivatización con Flúor

dinitrobenceno (FDNB) y posteriormente una hidrólisis ácida y cuantificación por HPLC (High Performance Liquid Chromatography) (Albalá -Hurtado, et al.1997).



Foto 7: Etapas de Extracción de lisina para determinación por HPLC

3.7 ANALISIS DE DATOS

Se utilizó el programa Microsoft EXCEL para el procesamiento de los datos, elaboración de tablas y análisis estadísticos como; promedios, y desviaciones estándar para la interpretación de los resultados.

4. RESULTADOS

El producto final obtenido en la Fórmula Tradicional presentó una textura homogénea, sabor a plátano dulce, con mezcla de vainilla-canela y un color dorado, dado por la caramelización de los diferentes azúcares existentes en su formulación.

Tabla 16: Composición centesimal y aporte energético de la Fórmula Tradicional (Torta de Plátano)

FÓRMULA TRADICIONAL			
COMPOSICIÓN CENTESIMAL			kcal/100 g torta elaborada
	BS*	BH**	
Cenizas/100 g	2,9	2,2	
Proteínas/100g	13,2	9,6	39
Grasa/100 g	23,7	17,2	155
Fibra/100 g	5,0	3,6	
HC digeribles	55,1	40,1	155
Humedad/100 g		27,2	
			349

*BS: Base Seca. **BH: Base Húmeda

El aporte energético de la Fórmula Tradicional por 100 g de torta fue de 349 kcal. Por lo tanto, el consumo de 160 g de torta aporta 560 kcal, cubriendo un 26 % del Requerimiento energético de un niño de 10 años con actividad moderada y un peso de 33,3 kg, el cual es de 2154 kcal/día.

Sin embargo, su composición evidenció un alto porcentaje de lípidos; siendo elevado el aporte calórico dado por las grasas (% F= 44%), por tal motivo se realizó la primera modificación la cual consistió en reducir el aporte de grasas y la grasa saturada, sustituyendo la manteca y el queso cremoso por aceite de alto oleico. Los resultados de la composición de la torta reformulada se observan en la tabla No. 17.

Tabla 17: Composición centesimal y aporte energético de la Fórmula No.1 (Torta de Plátano)

FÓRMULA No,1			
COMPOSICIÓN CENTESIMAL			kcal/100 g torta elaborada
	BS*	BH**	
Cenizas/100 g	3,6	2,7	
Proteínas/100 g	12,6	9,7	39
Grasa/100 g	13,5	10,3	93
Fibra /100 g	5,6	4,3	
HC digeribles	64,7	48,4	194
Humedad/100g		23,2	
Kcal/ 100 g Torta			326

*BS: Base Seca. **BH: Base Húmeda

El aporte energético de la Fórmula No. 1 por 100 g de torta fue de 326 kcal. Por lo tanto, el consumo de 160 g de torta aporta por día 520 kcal, cubriendo un 24 % del Requerimiento energético de un niño de 10 años con actividad moderada y un peso de 33.3 kg, el cual es de 2154 kcal/día.

En cuanto al aporte proteico de esta fórmula por 100 g de torta fue de 9,7 g, que teniendo en cuenta el Número Químico calculado según los ingredientes, aportarían 9,7 g de Proteína completa. Teniendo en cuenta un consumo de 160 g/d se aportarían 15,5 g de proteína completa.

Sin embargo, para reducir el aporte de azúcares se reformuló la composición sustituyendo la leche en polvo entera por caseína y se eliminó la miel. La torta elaborada con esta Fórmula No. 2 se presentó como un producto homogéneo, visiblemente más húmedo que el de la fórmula anterior y también con un color marrón en la cáscara. El sabor el plátano predominó ya que se eliminaron toda clase de saborizantes. (Tabla No.18)

Tabla 18: Composición centesimal y aporte energético de la Fórmula No. 2 (Torta de Plátano)

FÓRMULA No,2			
COMPOSICIÓN CENTESIMAL			kcal/100 g torta húmeda
	BS*	BH**	
Ceniza/100 g	4,0	2,7	
Proteínas/100 g	19,3	13,1	53
Grasa/100 g	15,2	10,3	93
Fibra /100 g	5,6	3,8	
HC digeribles /100 g	55,8	37,9	145
Humedad/100g		32,0	
kcal/ 100 g de Torta			290

*BS: Base Seca. **BH: Base Húmeda

El aporte energético de la Fórmula No. 2 por 100 g de torta fue de 290 kcal. Por lo tanto el consumo de 160 gr de Torta por día aportaría 464 kcal, cubriendo un 22 % del Requerimiento energético de un niño de 10 años con actividad moderada y un peso de 33.3 kg, el cual es de 2154 kcal/día.

El aporte proteico de 160 g de esta torta sería de 21,6 g de proteína.

Lisina Disponible

En cuanto a los resultados de lisina disponible evaluados en la Fórmula No. 1 se obtuvo un valor de 30 mg Lis/g de proteína, que representa 36% en relación a la caseína (83 mg Lis/g de proteína) , indicando una pérdida de esta en un 64% en esta fórmula, en el proceso de elaboración.

Evaluación de la calidad proteica

Relación Proteica Neta (RPN):

Fórmula No.1

La tabla no.19 muestra el peso promedio de los animales al inicio y al final de la experiencia. Como era de esperar, el lote libre de proteínas disminuyó aproximadamente 28% de su peso inicial y el grupo experimental evidenció una muy ligera pérdida de peso (2%), debido al bajo consumo de dieta (Tabla No. 19)

Tabla 19: Peso promedio de los animales de la experiencia No. 1

DIETA	Po (g)	Pf (g)	Variación peso (g)
	PROMEDIO ± DE		
CONTROL (Caseína)	49,10 ± 4,06	80,32 ± 9,36	31,22± 9,94
FORMULA No.1	48.48 ± 4.69	47.42 ± 4.84	-1,06±1,16
LIBRE DE PROTEINAS	51,67 ± 4.85	39,82 ± 4,42	-11,85± 1,84

Teniendo en cuenta los resultados de la determinación de lisina disponible se realizó una experiencia agregando L-Lisina a la fórmula 1, para poder comprobar que los resultados del ensayo biológico se debieron al deterioro de la lisina, producido por la reacción de Maillard.

Tabla 20: Peso promedio de los animales de la experiencia No 1+-L

DIETA	Po (g)	Pf (g)	Variación peso (g)
	PROMEDIO ± DE		
FORMULA No.1 + Lis	38,38 ± 1,76	56,84 ± 4,57	18,46 ± 2,86

El peso inicial promedio de los diferentes lotes en la esta experiencia (Fórmula No. 1+L) evidenció un mayor consumo de alimento y un aumento de peso que alcanzó un valor de 60% del grupo de animales alimentados con caseína.

En función de los resultados obtenidos se reformuló la composición de la torta, sustituyendo la leche en polvo por caseína y suprimiendo la miel en su composición. Los resultados se muestran en la tabla 21.

Tabla 21: Peso promedio de los animales de la experiencia No 2

DIETA	Po (g)	Pf (g)	Variación peso
	PROMEDIO ± DE		
FÓRMULA No.2	38,65 ± 1,41	49,5 ± 2,69	10,85 ± 3,06

Las ratas alimentadas con la Fórmula No.2 tuvieron un incremento del 35% con respecto al aumento de peso de la dieta control.

Tabla 22: Variación de peso comparativa de los animales Control, F 2, F 1, F1+Lis y libre de proteínas

DIETA	Variación de peso (g) PROMEDIO ± DE
CONTROL (Caseína)	31,22 ± 9,94
FÓRMULA No.2	10,85 ± 3,06
FÓRMULA No.1	-1,06 ± 1,16
FORMULA 1+ Lis	18,46 ± 2,86
LIBRE DE PROTEINAS	-11,85 ± 1,84

En la Tabla No. 23 se observan los consumos de proteína y ganancia y/o pérdida de peso de los animales en los 4 grupos de ensayo resaltando que el grupo con mayor cantidad de consumo y ganancia de peso fue el grupo control.

Tabla 23: Consumo y ganancia de peso de los Grupos Experimentales durante la experiencia.

	FÓRMULA No.2	FORMULA No. 1	FORMULA 1+Lis	Caseína
	PROMEDIO ± DE			
Consumo de dieta (g)	118,09 ± 10,55	49,15 ± 7,78	100,77 ± 5,68	89,73 ± 3,70
Consumo de Proteínas (g)	15,53 ± 1,59	4,75 ± 0,58	9,41 ± 0,53	9,12 ± 0,38
Ganancia de Peso	10,85 ± 3,06	-1,06 ± 1,16	18,46 ± 2,86	31,22 ± 9,94

La Tabla No. 24 muestra el NPR de la Torta de Plátano de los 3 grupos experimentales que fueron significativamente menor al del grupo control (Caseína).

Tabla 24: Relación Proteica Neta de las Tortas de Plátano de las formulaciones estudiadas

GRUPO	NPR
CONTROL (Caseína)	4,71 ± 1,0
Fórmula No. 2	1,47 ± 0,8
Fórmula No. 1	2,23 ± 0,44
Fórmula No. 1 + Lis	3,22± 0,82

Evaluación de la Digestibilidad

En la tabla No. 25 se muestra el promedio de nitrógeno consumido en cada grupo, así como la cantidad de nitrógeno promedio eliminado en las heces de las ratas. Se observa que el consumo de nitrógeno fue mayor en el grupo experimental 2 (fórmula No.2), así también la cantidad de nitrógeno eliminada en heces fue mayor en este grupo.

Tabla 25: Promedio de Nitrógeno consumido y eliminado en las heces de las ratas de los Grupos experimentales

DIETA	NITROGENO CONSUMIDO (g)	NITROGENO ELIMINADO
CONTROL (Caseína)	1,45 ± 0,06	0,09
EXPERIMENTAL 2	2,48 ± 0,22	1,07
EXPERIMENTAL 1	0.79± 0,13	0,04
EXPERIMENTAL 1+ Lis	1,50 ± 0,08	0,19

La digestibilidad verdadera en todos los casos fue de 99%.

Tabla 26: Resultados de INPR y RNPR de las fórmulas estudiadas

PARAMETRO/GRUPO	Fórmula No. 2	Fórmula No. 1	Fórmula No. 1+LISINA	CONTROL
NPR	1,47	2,23	3,22	4,71
RNPR	31%	47%	68%	100%

Cálculo del porcentaje de cobertura de las IR de proteínas

Según los resultados de los ensayos biológicos la proteína aprovechada en la colación de 160 g sería:

- 1) La F1 aportaría 7,28 g proteína completa (47% de la proteína total) cubriendo un 24% de la IR de proteínas de un niño de 10 años.
- 2) La F1 +Lis aportaría 10,2 g proteína completa (68% de la proteína total) cubriendo un 33 % de la IR de proteínas de un niño de 10 años.
- 3) La F2 aportaría 6,52 g proteína de proteína completa (31% de la proteína total) que cubriría un 22 % de la IR de proteínas de un niño de 10 años.

5. DISCUSIÓN

La fórmula de la torta de plátano Tradicional de Colombia, presenta un alto contenido graso, alrededor del 34%, con predominio de ácidos grasos Saturados (AGS) (22%) sobre los Ácidos Grasos Monoinsaturados (AGMI)(12%) y Ácidos Grasos Poliinsaturados (AGPI)(1%), estando alejada de las Recomendaciones establecidas por la FAO (FAO,2008) de no superar en la dieta del adulto el 30% de las calorías provenientes de los lípidos, con una relación de 10% de AGMI, 10% de AGPI y no mas de 10% de AGS. Por dicho motivo se modificaron los ingredientes, sustituyendo la manteca, que presenta alto contenido en AGS (50,4 g/100 producto) y bajo contenido en AGMI (29,6 g/100producto) y AGPI (1,2 g/100 producto), por el Aceite de Girasol Alto Oleico que aporta por 100 g: AGS (9,75 g), AGMI (83,59 g) y AGPI (3,8 g). Con ese cambio la Fórmula No. 1 presentó alrededor de 29% de calorías provenientes de los lípidos, con bajo contenido de Ácidos Grasos Saturados (AGS)(3%) e incremento de los Ácidos Grasos Monoinsaturados (AGMI) 21% y de los Ácidos Grasos Poliinsaturados (AGPI) 2%.

Sin embargo, el niño en crecimiento requiere un mayor aporte calórico proveniente de los lípidos que el adulto y se aconseja ir disminuyéndolo desde 40-45% de las calorías que aporta la leche materna hasta el valor recomendado para el adulto, teniendo en cuenta que una reducción severa puede afectar la velocidad de crecimiento por no cubrir las necesidades energéticas. Por otra parte, este cambio en el contenido graso en la formulación y en la composición de los AG es beneficiosa, sobre todo en países en desarrollo donde un aumento en el consumo energético a partir de la grasa contribuye potencialmente al problema creciente del sobrepeso y obesidad (FAO, 2008).

Existen evidencias que al sustituir los AGS por AGPI disminuye el riesgo de enfermedad coronaria, disminuye la concentración del colesterol de las LDL y la relación colesterol total/ colesterol HDL. Al sustituir los AGS por AGMI se consigue un efecto similar pero menor (FAO, 2008).

La importancia de los lípidos procedentes de alimentos interviene en el metabolismo del colesterol a una edad temprana, y pueden asociarse a la morbilidad cardiovascular y mortalidad en la edad adulta (FAO, 2008).

En relación al Requerimiento Energético la colación elaborada con Fórmula No. 1 logra la cobertura del 24% de los Requerimientos Energéticos de un niño de 10 años vs el 25% de los objetivos planteados, con disminución del aporte tradicional de

lípidos y un mejor equilibrio entre los AGS, AGMI y AGPI. Asimismo, el consumo de 160 g de la colación elaborada con la Fórmula No. 2 aportaría 464 Kcal, cubriendo un 22 % del Requerimiento energético del niño de 10 años, cifra muy cercana a la de los objetivos planteados

Los datos de los ensayos biológicos (NPR y RNPR) mostraron que el grupo experimental de animales alimentados con la Fórmula No.1 no mostró ganancia de peso, debido al bajo consumo de alimento (tabla 23), lo cual implica un consumo de proteínas de 4,8 g. Teniendo en cuenta que los animales alimentados con dieta LP tuvieron una pérdida promedio de peso de 11,9 g, el mantenimiento del peso significó un valor de NPR de 2,23 g /g de proteína consumida. El bajo consumo se debería al desequilibrio en A.A.I. indicando que el aprovechamiento de la proteína de la dieta fue de 47%, cifra que está de acuerdo con los resultados de Miller y Payne and Hegsted, que demostraron que la cantidad de proteínas necesaria para el mantenimiento de los animales en crecimiento es de 4% (Miller, Payne, 1961; Hegsted, 1970).

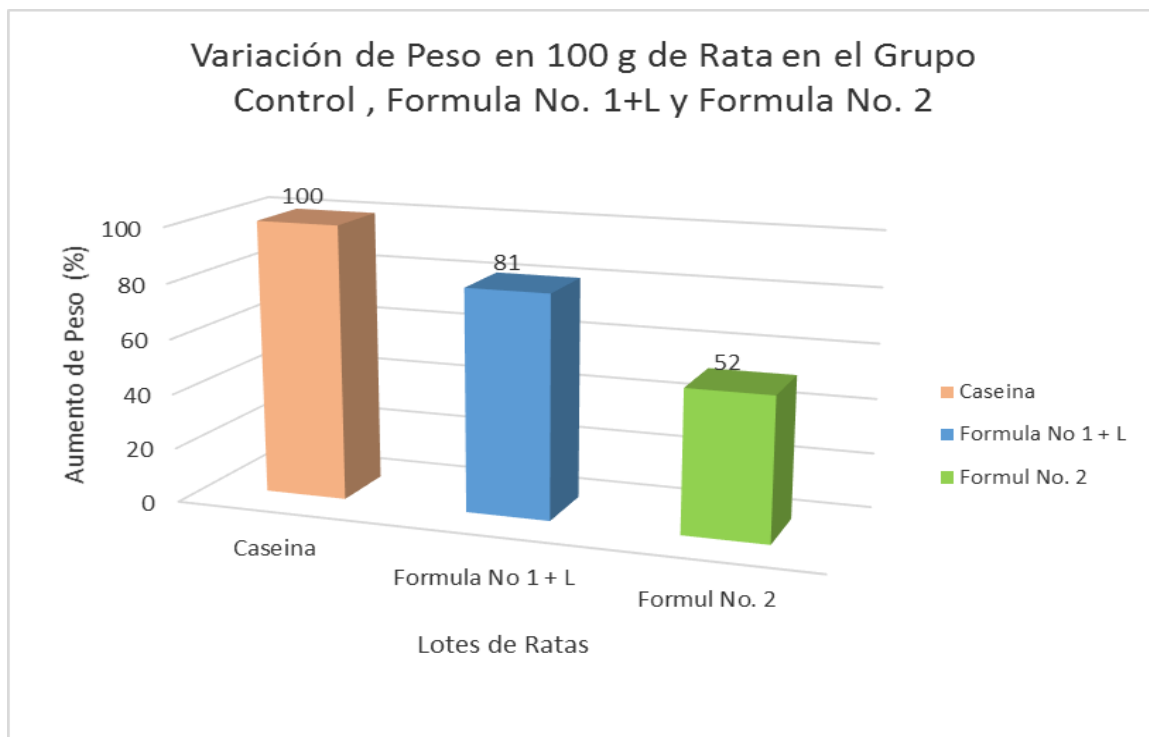
Para corroborar que la Lisina era el Aminoácido deteriorado por la reacción de Maillard se realizó un ensayo biológico con la Fórmula No. 1 a la cual se le agregó Lisina en cantidad adecuada para cubrir las necesidades de los animales. Los animales alimentados con la Fórmula No. 1 suplementada con lisina, presentaron un mayor consumo pero no alcanzaron el consumo de los alimentados con caseína, lo cual indicaría que el corte del apetito no se debería sólo a la deficiencia de lisina y desequilibrio en A.A.I. (Sanahuja, Harper ,1963) sino también a la presencia de aromas (Canela y Vainilla).

Por ello, se realizó la reformulación utilizando caseína como fuente proteica y se eliminó el agregado de la miel (Fórmula 2) con el fin de confirmar la pérdida de Lisina en el proceso de elaboración del producto por la Reacción de Maillard ocurrida entre las proteínas de la leche, la lactosa y la fructosa de la miel presentes en la fórmula No. 1. El consumo de proteína en la Fórmula No. 2, que no tuvo agregado de saborizantes fue de 170%, con respecto al consumo de Proteína del grupo control de caseína, indicando que el mayor consumo de los Grupos alimentados con la Fórmula No. 2 podría deberse a la ausencia de especias como la canela y la vainilla, pero no al sabor brindado por el Plátano. Los ensayos biológicos evidenciaron que el incremento de peso y el consumo fueron muy superiores a la experiencia anterior, pero el valor del NPR no tuvo variación significativa.

Los valores del ensayo de NPR de la Torta de Plátano en las diferentes formulaciones utilizadas mostraron una diferencia significativa con el valor obtenido para el NPR de la Caseína, siendo esta última mayor (Tabla 26). Estos valores, junto con los obtenidos en la composición centesimal de cada una de las fórmulas y los cálculos realizados para estimar el índice de cobertura de los requerimientos proteicos, indica que para la formula No 1 es del 24%, para la No 2 del 22% y para la 1 suplementada con Lisina del 33%.

Con objeto de aclarar algunos de los interrogantes surgidos de los resultados obtenidos se expresaron los resultados de las variaciones de peso por 100 g de peso de los animales. En la gráfica No.1 se observa el efecto del agregado de lisina a la torta luego de la elaboración, pero no en la fórmula 2, pese a los cambios en los integrantes responsables de la reacción de Maillard.

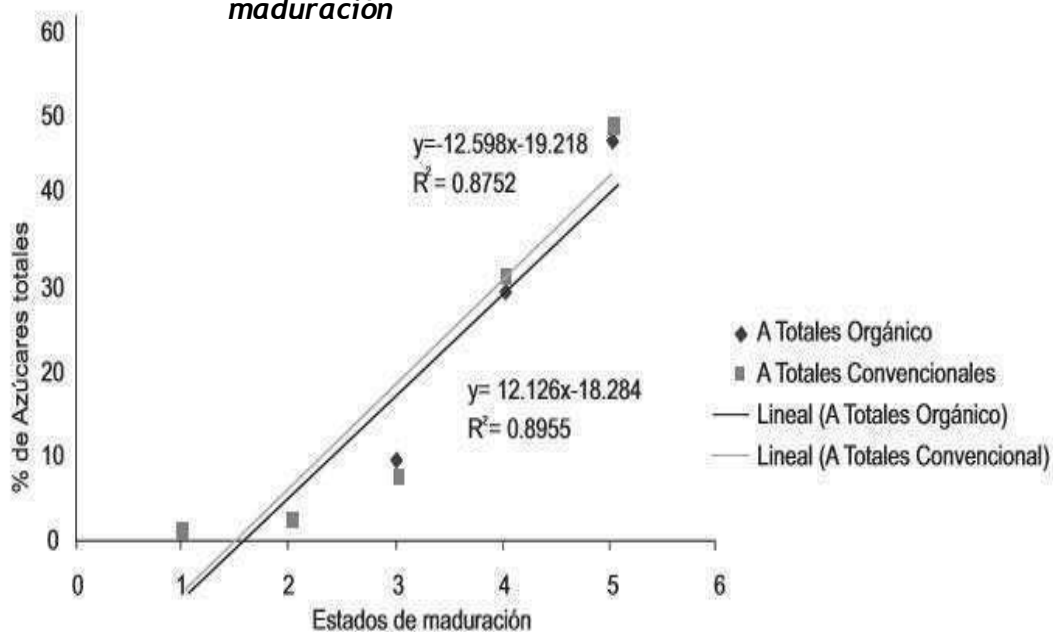
Grafica 1: Variación de Peso/100 g de rata en el grupo control, Formula No. 1+L y Formula No. 2



Estos resultados evidencian que la calidad de la proteína de la Torta de Plátano fue menor que la caseína en todos los casos indicando que la Lisina Disponible disminuyó a la mitad en todos los casos en relación al cómputo de Aminoácidos (QS) calculado en base a los ingredientes de la Torta de Plátano, aún después de eliminar de la formulación la lactosa de leche y la miel.

Se debe tener en cuenta que el plátano contiene una cantidad de azúcares totales que aumenta de acuerdo a su estadio de maduración. En el gráfico No. 2 se observa que a medida que avanza el proceso de maduración, el contenido de azúcares totales en el plátano aumenta gracias a la síntesis que ocurre en el fruto, este aumento es significativo en ambos tratamientos de cultivo a partir del cambio a amarillo-verde, encontrándose muy bajos contenidos en el estado verde. El mayor aumento en azúcares ocurre cuando el fruto empieza a tornarse amarillo acelerándose la síntesis de estos compuestos hasta alcanzar la coloración muy amarilla (Barrera, Arrazola y Cayón, 2010), en este punto el plátano es deseable para la elaboración de la torta.

Grafica 2: contenido de Azúcares Totales vs Tiempo de maduración



Fuente: *Barrera et. Al., 2010*

Las condiciones teóricas para llevar a cabo la reacción de Maillard son baja A_w , pH básico, temperatura y tiempo. Estudios realizados por otros autores mostraron como según el azúcar reductor que interviene en dicha reacción puede variar el valor en la pérdida de lisina; así, concentraciones estandarizadas de azúcares producen pérdidas de lisina próximas al 16% para los disacáridos; 42% para las hexosas y 60% para las pentosas. (Contreras, 2008)

El producto a base de plátano tiene en su composición un alto porcentaje de hexosas y disacáridos (86%), sustratos necesarios para que ocurra esta reacción en procesos de elaboración donde sea sometido a altas temperaturas durante un periodo intermedio. En la elaboración de la Torta de Plátano para la fórmula No. 1 se utilizó:

leche descremada, miel y Plátano, todos ingredientes fuente de azúcares reductores los cuales reaccionaron con los aminoácidos disminuyendo la lisina en un 51%, de tiempo presentara una calidad proteica baja.

Sin embargo, los resultados obtenidos indican que el objetivo planteado de cubrir con la colación el 25% de los Requerimientos Energéticos y proteicos se alcanzó aún con el deterioro de la calidad proteica. La Torta Diseñada cubriría 24 % del Requerimiento Energético y 24 % de la IR de proteínas. Es importante mencionar que el proceso de elaboración de las formulaciones planteadas se realizó en un horno eléctrico casero durante aproximadamente 60 minutos y que la reacción de Maillard podría ser minimizada aplicando procesos tecnológicos de elaboración en condiciones industriales donde se pueda controlar la temperatura y el tiempo de cocción.

Se debe tener en cuenta que el Programa Escolar de Colombia entrega habitualmente un pastel de pollo, una medialuna y/o un turrón, que hacen un aporte muy bajo de energía y de proteínas, acompañado por un vaso (200mL) de leche chocolatada, que proporciona 137 kcal y 6 g de proteínas de buena calidad.

Por lo tanto, el consumo de la colación diseñada en el presente trabajo junto con el vaso de leche representa un mejoramiento del aporte energético y de proteínas, de la merienda.

Teniendo en cuenta la colación completa con el alimento diseñado más el vaso de leche se aportarían 600 kcal y 12,4 g de proteína completa, lo que representa un aporte muy importante no sólo en los niños que han tenido un crecimiento normal sino que permitiría lograr la recuperación en aquellos casos en que la alimentación habitual produjo un retraso de crecimiento.

CONCLUSIONES

- Las colaciones diseñadas fueron de sabor y consistencia agradables, con sabor a plátano, tradicionalmente aceptado por los escolares colombianos.
- Las porciones consideradas de la Torta Diseñada son habituales para escolares y cubrirían 24 % del Requerimiento Energético, valor muy cercano al objetivo planteado de cubrir 25% de los Requerimientos Energéticos
- Los resultados de los ensayos biológicos obtenidos indican que, aún con el deterioro de la calidad proteica se aportarían 24 % de la IR de proteínas.
- Dado el proceso casero de elaboración de las formulaciones planteadas sería de interés estudiar condiciones industriales que minimicen la reacción de Maillard.

BIBLIOGRAFÍA

- Albalá -Hurtado S., Bover-Cid S., Izquierdo-Pulido M., Veciana -Nogués MT., Vidal-Carou MC. 1997. *J. Chromatogr A* 778:235-241
- A.O.A.C. 2000 *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. 17th edition. Washington, D.C. US. Government Printing Office.
- Alvarez Cortéz J.T., Capdesuñer AS, Suárez T, Pérez Hechavarría GA, Duverger Cobián. 2008. Escuela nutricional para madres de niños desnutridos menores de 5 años. (en línea). MEDISAN 12(3). http://bvs.sld.co/revistas/sam/vol12_3_08/sam03208 [Fecha de acceso: Agosto 2014].
- Aurore g., parfait b., & fahasmane l. 2009. Bananas, raw materials for making processed food products. *Trends Food Sci. Technol.*, 20: 78-91.
- Barrera José Luis, Arrazola Guillermo, Cayón Daniel Gerardo. 2010. Caracterización fisicoquímica y fisiológica del proceso de maduración de plátano Hartón (musa AAB Simmonds) en dos sistemas de producción. (en línea). *Acta Agronomica* 50(1). <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/13983/14915> [Fecha de acceso: Mayo 2016].
- Britos S. 1987. ¿Qué es una hoja de balance de alimentos? *Boletín CESNI*, 1; 32-33.
- Chavez A. y Martinez C. 1979. *Nutrición y desarrollo infantil, un estudio ecotológico sobre la problemática del niño campesino e una comunidad rural pobre*. México DC, México: Nueva Editorial Interamericana.
- Cecilio Morón Y Teresa Calderón, 1999 FAO (FNA/ANA 24). *La elaboración de guías alimentarias basadas en alimentos en países de América Latina*.
- Contreras Calderón José del Carmen, 2008. Tesis Doctoral: Utilidad de indicadores de pardeamiento químico para el control de ingredientes y formulas infantiles. Universidad de Granada.
- *Corporación Colombia internacional. 2000. El Plátano. Sistema de inteligencia de mercado SIM. 7:1*
- ENSIN 2010. Encuesta Nacional de Situación Nutricional en Colombia. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. 1º ed. (2011). Bogotá. Colombia: Da Vinci Editores & Cia SNC.

- FAO.2008.Consulta de expertos 91:Grasas y ácidos grasos en nutrición humana, Ginebra:Autor
- FAO.2007. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Human Energy Requirements. Food and Nutrition Technical Report Series.No.935 Rome:Autor
- FAO.2013. Faostat (en línea)<<http://www.faostat.fao.org>> [Fecha de acceso: Junio 2014].
- Granito Marisela, Valero Colmar, Zambrano Rosaura, 2010. Desarrollo de productos horneados a base de leguminosas fermentadas y cereales destinados a la merienda escolar.), (en línea) Arch. Latinoamer. Nutr. 60(1) <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222010000100013&lng=es&nrm=iso&tng=es>[Fecha de acceso: Mayo 2016].
- Hegsted DM. 1970. Efficiency of Protein Utilization in Young Rats at Various Levels of Intake. J Nutr.100: 1173-9, Autor
- ICBF.1992.Recomendaciones de consumo diario de calorías y nutrientes para la población colombiana.(en línea) <<http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/Descargas1/POBLACIONMAYORD E2A%C3%91OS.pdf> >[Fecha de acceso: Mayo 2016].
- Martínez H. 2005. La cadena del plátano en Colombia una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agrocadenas Colombia Documento de Trabajo No. 62:6-5-11.
- (Miller D.S and Payne JP. 1961. Problems in the Prediction of Protein Values of Diets:Caloric Restriction. Nutrition 75: 225-30, Autor
- National Research Council of the National Academies 2011. *Guide for the care and use of laboratory animal*. Eighth edition. Washington DC, TheNationalAcademiesPress.
- NAS.2002. Panel on Macronutrients, Panel on thfe Definition of Fiber, Subcommittee on Upper Reference Levels of Nutrients, Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes.Institute of Medicine of the National Academies: “Dietary Reference Intakes, Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids”. Washington, DC: The National Academies of sciences.

- OMS. 2005. Informe sobre la Salud en el Mundo: “Cada madre y cada niño contarán”. (en línea) <<http://www.who.int/whr/2005/es>> [Fecha de acceso: Agosto 2014].
- Pellett PL and Young VR. 1980. *Nutritional evaluation of proteins foods*. (en línea)TheUnitedNationsUniversity. [Fecha de acceso: Diciembre 2015]. <<http://archive.unu.edu/unupress/unupbooks/80129e/80129E00>>
- Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC. 1993. AIN-93 Purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutr*; 123:1939-51.
- Sanahuja JC and y Harper AE, 1963. Amino acid balance and imbalance. XII. Effect of amino acid imbalance on self-selection of diet by the rat. *J Nutr* 81: 363.
- Schoeller DA. 1988. Measurement of energy expenditure in free-living humans by using double labeled water. *J Nutr* 118: 1278-1289.
- Souci, Fachmann, Kraut ,1994 Food Composition and nutrition Tables,5° edición. CRC PRESS
- Tamayo Meneses L., Rodríguez Vargas A, Quiroga Chui M. 2008. Desnutrición mixta grave complicada: Actualización del tratamiento a propósito de un caso. (en línea). Cuad. - Hosp.Clín 53 (1). <<http://www.scielo.org.bo/pdf/chc/v53n1/v53n1a12.pdf>.> [Fecha de acceso: Agosto 2014].
- UNICEF 2007. Informe Anual Junio 2006. (en línea).UNICEF División de comunicaciones. <http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol12_3_08/san03308.htm.> [Fecha de acceso: Agosto 2014].
- Winer BJ, Brown DR and Michels KM. 1991. *Statistical principles in experimental design*, 3d edition. New York. McGraw-Hill,