

FORMULACION Y ELABORACION DE UNA FECULA A PARTIR DE AHUYAMA (Cucurbita máxima), BANANO (Musa sapientum) Y ÑAME (Dioscorea sp.) PARA SUPLEMENTACION MATERNO INFANTIL.

LUIS ROGELIO FLORES ROVIRA

RUBY HERNANDEZ NAVAS

WALTER SANJUANELLO MARTINEZ

Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de :

INGENIERO AGRONOMO

Presidente de Tesis : ARMANDO LACERA RUA
Químico, Ms. en Tecnología de Alimentos.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL MAGDALENA

FACULTAD DE INGENIERIA AGRONÓMICA

SANTA MARTA

1985

Tes.

TA 00241

F 6341.

14502

"Los Jurados Examinadores del Trabajo de Tesis, no serán responsables de los conceptos e ideas emitidas por los aspirantes al Título".

DEDICO A :

Mis Padres, Edmundo y Alicia

Mis Abuelas, Josefina y Gilma

Mis Hermanos

La Universidad Tecnológica del Magdalena

LUIS ROGELIO

DEDICO A :

Mis Padres, Manuel y Carmen

Mis Hermanos

Mi Esposo

Mis Hijos

La memoria de mis Suegros (q.e.p.d.)

RUBY

DEDICO A :

La memoria de mis Padres, Juan y Rosa (q.e.p.d.)

Mis Hermanos

Mis Sobrinos

WALTER

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL MAGDALENA

AL INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO DE LA EDUCACION SUPERIOR
(ICFES).

AL Sr. ARMANDO LACERA RUA, Químico U.N. MS. EN CIENCIAS Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.

A LA Sra. NELLY FAJARDO, Hospital San Juan De Dios. Bogotá

AL Sr. ELKIN PATARROYO, Director Hospital San Juan De Dios. Bogotá.

AL Sr. LUIS G. SARMIENTO, Químico U.N.

A LA Sra. LUZ ALBA DE URBINA, Médico Veterinario, Directora del Centro Control de Drogas del ICA. Tibaitatá.

AL Sr. JORGE GADBAN REYES, Ing. Agrónomo. U. de Tunja

AL Sr. ALVARO ESPELETA MAYA, Ing. Pesquero

AL Sr. JAVIER MATTA JIMENEZ, Ing. Agrónomo y Lic. Bioquímica

AL Sr. VICTOR LOPEZ, Químico UIS

AL Sr. JULIO OTERO

AL Sr. OSCAR ALVARADO, Auxiliar Lab. Química

A LA Sra. LUZ MARINA DROZCO O., Secretaria Fac. Ing. Agronómica UTM

AL Sr. LUIS RIVERA, Auxiliar Lab. Fitopatología

AL Sr. RUBEN ROCHA, Auxiliar Lab. de Suelos

INDICE GENERAL

Capítulo	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Generalidades	4
2.2. Descripción botánica de las materias primas	10
2.2.1. Banano	10
2.2.2. Ahuyama	14
2.2.3. Ñame	18
2.3. Papel de las proteínas y de los aminoácidos como fuentes de nitrógeno para el organismo	21
2.4. Equilibrio nitrogenado	24
2.5. Valor nutritivo de las proteínas vegetales	26
2.6. Requerimiento de aminoácidos	26
2.7. Desnutrición proteica calórica	28
2.8. Utilización metabólica de los aminoácidos	29
2.8.1. Cistina y Cisteína	29
2.8.2. Treonina	31
2.8.3. Metionina	31
2.8.4. Valina	32

Capítulo	Página
2.8.5. Leucina	32
2.8.6. Isoleucina	32
2.8.7. Fenilalanina y Tirosina	32
2.8.8. Triptófano	33
2.8.9. Lisina	34
2.8.10. Histidina	34
2.9. Importancia de los minerales	35
2.9.1. Calcio	35
2.9.2. Fósforo	36
2.9.3. Hierro	37
2.10. Importancia de los vegetales en la alimentación humana.	38
2.11. Harinas alimenticias elaboradas con mezclas vegetales.	41
2.12. Efectos de la cocción sobre los alimentos vegetales.	44
2.13. Importancia del secado de los alimentos	45
2.14. Proceso de secado y población microbiana	46
2.15. Empardecimiento enzimático	48
2.16. Reducción de tamaño o proceso de trituración	50
2.17. Proceso de mezcla	51
2.18. Tamaño de partícula o granulometría	51
2.19. Poder de sedimentación	52
2.20. Sustancias anti-fisiológicas en alimentos vegetales.	53

Capítulo	Página
3. MATERIALES Y METODOS	56
3.1. Adquisición y recepción de la materia prima	56
3.2. Tratamiento de la materia prima	56
3.3. Procesamiento de la materia prima	56
3.3.1. Proceso de la pelada y rebanada	56
3.3.2. Secado	57
3.3.2.1. Secado en estufa	57
3.3.2.2. Secado al sol	57
3.3.2.3. Empacado	57
3.4. Elaboración de las Formulaciones	58
3.5. Control de calidad	58
3.5.1. Análisis Bromatológico de las materias primas y sus Formulaciones.	58
3.5.2. Patrón de aminoácidos	59
3.5.3. Análisis Físico-Químico	59
3.5.3.1. Ensayo granulométrico	59
3.5.3.2. Prueba de dispersión o de estabilidad	60
3.5.3.3. Ensayo de viscosidad	60
3.5.4. Control microbiológico	60
3.6. Ensayo de la presencia de sustancias anti-fisiológicas.	60
3.6.1. Pruebas biológicas en ratones	60
3.7. Aceptación organoléptica de las Féculas	62
3.8. Balance de Materiales y Costos	62
4. RESULTADOS Y DISCUSION	64

Handwritten signature or initials

Capítulo	Página
4.1. Control de Calidad	64
4.1.1. Análisis Bromatológicos de las materias primas y sus Formulaciones.	64
4.1.2. Contenido de minerales	70
4.1.2.1. Calcio	70
4.1.2.2. Hierro	70
4.1.2.3. Fósforo	72
4.1.3. Distribución de aminoácidos	73
4.1.3.1. Aminoácidos no esenciales (ANE)	73
4.1.3.2. Aminoácidos esenciales (AAE)	75
4.1.4. Cómputo o "Score Químico"	90
4.1.5. Análisis Físico-Químico de las materias primas y Formulaciones.	95
4.1.5.1. Ensayo de Dispersión	95
4.1.5.2. Viscosidad	97
4.1.5.3. Granulometría de las Formulaciones	99
4.1.6. Análisis Microbiológico	108
4.1.6.1. Recuento total de mesófilos viables	108
4.1.6.2. Recuento de hongos y levaduras	110
4.1.6.3. Coliformes totales (Número más probable, N.M.P.).	110
4.1.6.4. <u>Escherichia coli</u>	110
4.1.6.5. <u>Salmonella</u> y <u>Shigella</u>	110
4.1.6.6. Recuento de <u>Staphylococcus aureus</u>	111

Capítulo	Página
4.2. Ensayo de la presencia de sustancias Anti-fisiológicas.	111
4.2.1. Ensayo biológico	113
4.2.1.1. Consumo de alimentos y ganancia de peso.	113
4.2.1.2. Número de fallecimientos en ratones	116
4.2.1.3. Razón Proteínica Neta y Digestibilidad Aparente.	120
4.2.1.4. Sintomatología	121
4.2.1.5. Disección	121
4.2.1.6. Histopatología	122
4.3. Pruebas de degustación de las Formulaciones	125
4.4. Balance de Materiales y Costos	129
5. CONCLUSIONES	134
6. RESUMEN	138
7. SUMMARY	
8. BIBLIOGRAFIA	

INDICE DE TABLAS

	Página
TABLA 1. COMPOSICION BROMATOLOGICA DE LAS MATERIAS PRIMAS.	8
TABLA 2. CONTENIDO PROXIMAL TEORICO DE LAS FORMULACIONES DE AHUYAMA (<u>Cucurbita máxima</u>), BANANO (<u>Musa sapientum</u>) Y ÑAME (<u>Dioscorea sp</u>).	9
TABLA 3. CONTENIDO BROMATOLOGICO DE AHUYAMA (<u>Cucurbita máxima</u>), ÑAME (<u>Dioscorea sp</u>), BANANO (<u>Musa sapientum</u>) Y DE SUS FORMULACIONES.	65
TABLA 4. CONTENIDO DE MINERALES DE AHUYAMA (<u>Cucurbita máxima</u>), ÑAME (<u>Dioscorea sp</u>), BANANO (<u>Musa sapientum</u>) Y DE SUS FORMULACIONES.	71
TABLA 5. CONTENIDO DE AMINOACIDOS EN LAS MATERIAS PRIMAS Y EN SUS FORMULACIONES (mg/gN).	74

TABLA 6.	DISTRIBUCION DE AMINOACIDOS ESENCIALES EN AHUYAMA (<u>Cucurbita máxima</u>), BANANO (<u>Musa sapientum</u>), ÑAME (<u>Dioscorea sp</u>) Y DE SUS FORMULACIONES (mg/gN).	76
TABLA 7.	COMPUTO O "SCORE QUIMICO" DE AHUYAMA (<u>Cucurbita máxima</u>), BANANO (<u>Musa sapientum</u>), ÑAME (<u>Dioscorea sp</u>) Y SUS FORMULACIONES (%).	92
TABLA 8.	ENSAYO DE DISPERSION	96
TABLA 9.	VISCOSIDADES APARENTES DE FORMULACIONES DE AHUYAMA (<u>Cucurbita máxima</u>), ÑAME (<u>Dioscorea sp</u>) Y BANANO (<u>Musa sapientum</u>) A 30°C	98
TABLA 10.	GRANULOMETRIA DE LA FORMULACION I ESTUFA	100
TABLA 11.	GRANULOMETRIA DE LA FORMULACION II ESTUFA	101
TABLA 12.	GRANULOMETRIA DE LA FORMULACION III ESTUFA	102
TABLA 13.	GRANULOMETRIA DE LA FORMULACION I SOL	103
TABLA 14.	GRANULOMETRIA DE LA FORMULACION II SOL	104

	Página
TABLA 15. GRANULOMETRIA DE LA FORMULACION III SOL	105
TABLA 16. ANALISIS MICROBIOLOGICO EN AHUYAMA (<u>Cucurbita máxima</u>), BANANO (<u>Musa sapientum</u>), ÑAME (<u>Dioscorea</u> sp) Y EN SUS FORMULACIONES.	109
TABLA 17. COMPOSICION PROXIMAL DE LAS DIETAS ELABORADAS CON FORMULACION A BASE DE AHUYAMA (<u>Cucurbita máxima</u>), BANANO (<u>Musa sapientum</u>) Y ÑAME (<u>Dioscorea</u> sp).	112
TABLA 18. EFICIENCIA ALIMENTICIA, RAZON NETA PROTEINICA Y DIGESTIBILIDAD APARENTE EN RATONES (Balb canmerlbr) ALIMENTADOS CON LAS FORMULACIONES.	114
TABLA 19. MORTALIDAD EN RATONES (Balb canmerlbr) ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE FORMULACIONES ELABORADAS CON BANANO (<u>Musa sapientum</u>), AHUYAMA (<u>Cucurbita máxima</u>) Y ÑAME (<u>Dioscorea</u> sp).	118
TABLA 20. FRECUENCIA DE SOLUCIONES CORRECTAS PARA LAS FORMULACIONES Y UNA FECULA COMERCIAL EVALUADAS SEGUN EL TEST DE COCHRAM.	127

- TABLA 21. RENDIMIENTO PORCENTUAL DE HARINAS ELABORADAS A PARTIR DEL SECADO DE BANANO (Musa sapientum), ÑAME (Dioscorea sp) Y AHUYAMA (Cucurbita máxima). 130
- TABLA 22. COSTOS DE PRODUCCION DE LAS HARINAS DE AHUYAMA (Cucurbita máxima), ÑAME (Dioscorea sp) Y DE SUS FORMULACIONES. 131
- TABLA 23. COSTOS DE REACCIONES ALIMENTICIAS INFANTILES (TETEROS DE CUATRO ONZAS) ELABORADAS CON LAS FORMULACIONES. 133

INDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINO ACIDO EN AHUYAMA (<u>Cucurbita máxima</u>) DESECADA EN ESTUFA.	77
FIGURA 2. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINO ACIDO EN BANANO (<u>Musa sapientum</u>) DESECADO EN ESTUFA.	78
FIGURA 3. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINO ACIDO EN BANANO (<u>Musa sapientum</u>) DESECADO AL SOL.	79
FIGURA 4. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINO ACIDO EN ÑAME (<u>Dioscorea sp</u>) DESECADO EN ESTUFA.	80
FIGURA 5. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINO ACIDO EN ÑAME (<u>Dioscorea sp</u>) DESECADO AL SOL.	81

- FIGURA 6. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINO
ACIDO EN LA FORMULACION I ESTUFA. 82
- FIGURA 7. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINO
ACIDO EN LA FORMULACION I SOL. 83
- FIGURA 8. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINO
ACIDO EN LA FORMULACION II ESTUFA. 84
- FIGURA 9. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINO
ACIDO EN LA FORMULACION II SOL. 85
- FIGURA 10. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMI-
NOACIDO EN LA FORMULACION III ESTUFA. 86
- FIGURA 11. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMI-
NOACIDO EN LA FORMULACION III SOL. 87
- FIGURA 12. RELACION ENTRE EL MODULO MAS FINO Y EL
TAMAÑO PROMEDIO DE PARTICULAS DE LAS
FORMULACIONES. 106

INTRODUCCION

Es ampliamente conocido que la desnutrición Calórica-Protéica de la población infantil es hoy día uno de los más serios problemas de salud pública en la mayoría de los países Latinoamericanos (9) y de más países en vía de desarrollo.

Los alimentos suplementarios a base de productos vegetales representan una alternativa para ofrecer a los niños y a madres las proteínas y energía que requieren para una buena salud y crecimiento, con base en la dificultad para la adquisición de proteína de origen animal.

La Ahuyama (Cucurbita máxima), el Ñame (Dioscorea spp) y el Banano (Musa sapientum L.) variedad Gran Enano, han sido durante largo tiempo productos utilizados, a nivel popular, en la Costa Atlántica de Colombia, en preparaciones alimenticias infantiles.

La Ahuyama es un gran portador de fósforo y de actividad de Vitamina "A" (37). El Banano y el Ñame suministran carbohidratos digeribles y una pequeña cantidad de proteína de buena calidad (27).

En este trabajo se pretende formular y elaborar una fécula con base en estos tres (3) productos agrícolas, con el fin de establecer la factibilidad de utilizarla como suplemento en la alimentación infantil.

Lo anterior basado en el hecho de que Instituciones como el DRI-PAN (Desarrollo Rural Integrado - Plan de Alimentación y Nutrición), CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) y ACIDI (Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional), tienen interés en fomentar e impulsar la Industrialización de Productos Agrícolas a través de las AGROINDUSTRIAS.

El impulso y apoyo a estos tipos de programas pueden solventar, en parte, la grave situación de comercialización de los productos cultivados en las medianas y pequeñas parcelas con el ánimo de ir incrementándole al campesino su ingreso económico.

Partiendo de lo anteriormente esbozado se planteó el presente trabajo de investigación; con lo cual se pretendió dar respuesta a los siguientes objetivos :

1. Formular y elaborar una fécula alimenticia a partir de Ahuyama (Cucurbita máxima), Banano (Musa sapientum) y Ñame (Dioscorea spp).
2. Establecer los contenidos bromatológicos y microbiológicos de la fécula; así como también su patrón de aminoácidos esenciales y no esenciales, con el fin de establecer el puntaje o "score" químico.

3. Establecer algunas propiedades físico-químicas en la fécula tales como poder de dispersión, viscosidad y distribución granulométrica.
4. Determinar la presencia de sustancias antifisiológicas, con ensayo en ratones, en la fécula elaborada con Ahuyama, Banano y Ñame, en tres (3) diferentes formulaciones. Así mismo, la Razón de Eficiencia Proteínica (PER); La Razón Proteínica Neta (NPR), la Digestibilidad Aparente (DA) y la Eficiencia Alimenticia (EA).
5. Evaluar organolepticamente las féculas.
6. Determinar los costos de producción a nivel de laboratorio de cada formulación.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades

Diversos investigadores, independientemente de la clase de estudio, han establecido que para una variedad de especies de mamíferos, incluyendo al hombre, hay una relación constante entre las pérdidas endógenas obligatorias de nitrógeno urinario y el gasto energético basal. Estas pérdidas alcanzan 2 mg de nitrógeno por caloría basal; por consiguiente, sobre esta base, se necesitaría absorber diariamente, por caloría, 12.5 mg de proteína completamente utilizable para mantener inalterada la cantidad absoluta de nitrógeno corporal (3).

Durante el embarazo se necesitan cantidades adicionales de proteínas para el crecimiento y mantenimiento del feto y tejidos accesorios. y se ha estimado que la acumulación absoluta es de 950 gramos durante los últimos dos (2) trimestres, cifra que corregida por el factor de variabilidad representa alrededor de 7 g de proteínas de referencia al día, adicionales al requerimiento de una mujer embarazada (43, 46).

Una de las enfermedades más comunes en los países en vía de desarrollo es la desnutrición CALORICO-PROTEINICA y puede mencionarse el caso de Colombia, donde se han encontrado deficiencias Calórico-Protéicas en el estrato de menores ingresos de la población, el cual representa el 30% del total nacional (63). Entre las características

clínicas más notables e importantes de esta entidad nosológica debe citarse el marcado retardo en el desarrollo fondo-estatural y, probablemente, cierto retraso en el desarrollo mental del individuo (59).

Las proteínas de origen vegetal predominan en la alimentación humana. En el mundo representan un 67% del total; en Latinoamérica, 60% del conjunto; mientras que en el grupo de países de clase económica más alta, sólo el 38% (el nivel de consumo relativo tiene variaciones importantes entre regiones, grupos económicos y países). Así, el grupo de países de clase económica II (Países Pobres en Desarrollo, según clasificación de las Naciones Unidas) deriva el 78% de sus proteínas de los vegetales, Suramérica el 60% y Centroamérica el 72% (63).

Bressani et al, (6, 18, 23), aseguran que en los niños los efectos del nivel proteínicos también siguen las mismas tendencias que en las ratas jóvenes, al realizar pruebas de Valor Biológico con varias mezclas vegetales desarrolladas por el INCAP; estos estudios demuestran que la relación entre la ingestión de proteínas y su valor Biológico es igual tanto para diferentes especies animales como para el hombre.

La necesidad de una utilización más adecuada de los residuos de la agricultura, de la pesca, de los bosques y de las industrias anexas, está basada en la obligación del hombre de utilizar en la mejor forma los Recursos Naturales limitados, así como los de proteger el medio ambiente (15).

Por otro lado, existen materiales de desechos que ameritan consideración como medios de proporcionar alimentos para consumo humano, e incluyen los residuos provenientes de explotación intensiva de gallinas ponedoras, las de fábricas de alimentos y residuos de plantas procesadoras de pescado, pollos y carne de res (48). Sin embargo, es muy común la errónea creencia de que se necesitan maquinarias costosas, un personal muy especializado y laboratorios altamente equipados para obtener sub-productos útiles, lo cual conduce a una situación paradójica en estos países, donde es mayor la necesidad de proteínas y de minerales para el hombre, los animales y el suelo y donde se aprovechan aquellas menos que en cualquier otra parte (39).

LA AGROINDUSTRIA, es una actividad económica constituida por empresas que acondicionan o transforman materias primas de la agricultura, el bosque o el agua para facilitar su comercio, consumo o utilización. La Agroindustria es multifacética y a sus actividades concurren diversas disciplinas técnicas y científicas que son ejercidas por instituciones ubicadas en diversos sectores : el oficial, el productivo y el investigativo. La Agroindustria también es un elemento dinámico del desarrollo especialmente en áreas agropecuarias, forestales o pesqueras (61). Desde este punto de vista el Plan de Alimentación y Nutrición (PAN) coordina la elaboración y distribución a nivel industrial de todo tipo de alimento de alto valor nutricional y de relativo bajo costo (60).

El Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (I.C.B.F.), en 1976,

ha suministrado datos inquietantes que muestran que los alimentos disponibles no satisfacían las recomendaciones globales de nutrientes, en los siguientes porcentajes :

Proteína, 15%; Calcio, 6%; Hierro, 11%; Vitamina A, 30%; Tiamina, 25%; Riboflavina, 60%; Niacina, 15%; se reportan disponibilidades altas de calorías, 18%; y de un 135% en lo que respecta a Vitamina C (62).

Algunas de estas deficiencias pueden ser suplidas parcialmente por muchos productos alimenticios vegetales; así por ejemplo en la Tabla 1 se observa la composición bromatológica de los tres productos vegetales Banano (Musa sapientum L.), Ñame (Dioscorea spp) y Ahuyama (Cucurbita maxima), utilizados como productos alimenticios en la Costa Atlántica de Colombia (27).

En la Tabla 2 se presenta la composición aproximada de tres (3) formulaciones realizadas teóricamente a partir de los contenidos químicos hallados en la literatura para las anteriores materias primas. El valor de proteína varía entre 7.06 y 7.46%; fibra entre 5.27 y 6.77%; Fósforo entre 162.22 y 255.50 mg/100g; Vitamina A entre 1.924 y 2.405 mcg/100g; Acido Ascórbico entre 11.9 y 20.8 mg/100g.

Las formulaciones fueron diseñadas teniendo en cuenta las cantidades esenciales de proteína, fibra, fósforo, vitamina A y Acido Ascórbico suministrados por otros productos de origen vegetal (Maíz y Arroz),

g/100 g	a BANANO	a ÑAME	b AHUYAMA
HUMEDAD	12.0	12.0	6.1
GRASA	0.6	0.6	2.5
PROTEINA	5.79	6.4	9.6
CARBOHIDRATOS	75.83	76.2	62.8
FIBRA	3.18	1.9	11.0
CENIZA	2.60	2.9	8.0
mg/100 g			
CALCIO	23.16	45.	200.
FOSFORO	83.9	138	400.
HIERRO	1.45	4.5	2.0
VITAMINA A (mcg/100g)	—	—	4810.
TIAMINA (mg/100g)	0.17	0.06	0.21
RIBOFLAVINA (mg/100g)	0.17	0.06	0.78
NIACINA (mg/100g)	2.00	1.3	8.00
ACIDO ASCORBICO (mg/100g)	37.6	10.0	—

a. ESTADO SECO

b. HARINA

TABLA 2

CONTENIDO PROXIMAL TEORICO DE LAS FORMULACIONES DE AHUYAMA (*Cucurbita maxima*), BANANO (*Musa sapientum*), ÑAME (*Dioscorea sp.*)

g/100g	FORMULACION I				FORMULACION II				FORMULACION III			
	BANANO	AHUYAMA	ÑAME	TOTAL	BANANO	AHUYAMA	ÑAME	TOTAL	BANANO	AHUYAMA	ÑAME	TOTAL
HUMEDAD	3.6	2.44	3.6	9.64	3.00	3.05	3.00	9.05	6.00	1.83	2.4	10.23
GRASA	0.18	1.00	0.18	1.36	0.15	1.25	0.15	1.55	0.30	0.75	0.12	1.17
PROTEINA	1.74	3.84	1.92	7.50	1.44	4.80	1.60	7.84	2.90	2.88	1.28	7.06
CARBOHIDRATOS	22.749	25.12	22.86	70.72	18.95	31.40	19.05	69.40	37.95	18.84	15.24	72.03
FIBRA	0.954	4.40	0.57	5.92	0.795	5.50	0.475	6.77	1.59	3.30	0.38	5.27
CENIZAS	0.78	3.20	0.87	4.85	0.65	4.00	0.725	5.375	1.30	2.40	0.58	4.28
CALCIO mg/100g	7.00	80.00	13.50	100.50	5.79	100.00	11.25	117.04	11.58	60.00	9.00	80.58
FOSFORO mg/100g	25.17	160.00	41.40	226.57	21.00	200.00	34.50	255.50	41.95	120.00	0.276	162.22
HI ERRO mg/100g	0.435	0.80	1.26	2.495	0.36	1.00	1.125	2.485	0.725	0.60	0.90	2.22
VITAMINA A mcg/100g	0.00	1924.0	0.	1924.0	0.	2405.0	0.	2405.0	0.	1443.0	0	1443.0
TIAMINA mg/100g	0.051	0.084	0.018	0.153	0.042	0.105	0.105	0.162	0.085	0.063	0.012	0.16
RIBOFLAVINA	0.051	0.312	0.018	0.381	0.042	0.39	0.015	0.447	0.085	0.234	0.012	0.33
NIACINA mg/100g	0.40	3.20	0.39	3.99	0.50	4.00	0.325	4.825	1.00	2.40	0.26	3.66
A. ASCORBICO	7.52	0.	3.00	10.52	5.4	0.	2.50	11.90	18.80	0.	2.00	20.80

FUENTE : INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA (INCAP)

utilizados en el consumo humano (34, 29), de tal forma que estas cubrieran gran parte de los requerimientos en niños y adultos.

Para el crecimiento normal es necesario una cantidad apropiada de alimentos. Un niño de meses aumenta cerca de 17g/día; es decir, incorpora esta tasa de incremento como materia de construcción de su organismo. Los prótidos son las sustancias alimenticias arquitectónicas más importantes; por eso la alimentación de los infantes debe ser relativamente más rica en prótidos que la de los adultos (14).

La experiencia demuestra que ciertos prótidos son indispensables para el crecimiento y no pueden ser sustituidos aún por grandes cantidades de otros. Ello se debe a que el organismo es incapaz de sintetizar éstos prótidos a partir de otros existentes en la alimentación (14).

Otro factor indispensable para el crecimiento es la Vitamina A. Finalmente ciertos minerales, especialmente las sales de calcio y fósforo, que entran en gran parte en la formación de los huesos, deben ser ingeridos en mayor proporción por los individuos en crecimiento (14).

2.2. Descripción Botánica de las Materias Primas.

2.2.1. Banano

Pertenecen al género *Musa*, según la sistematización de Carlos Linneo. El origen de este nombre podría venir del árabe (mouz, maouz) según dice D. Kervengant (36) o quizás fuera en honor al médico romano Musa.

Este género pertenece a la familia de las musaceae, comprendida en el gran grupo de las monocotiledóneas, de características bien conocidas; especie Sapientum.

Entre los géneros vecinos, las especies más conocidas son la Ravena-
la madaqascariensis, o árbol del viajero de la gran Isla, el cual po-
see un verdadero tronco y un gran ramo foliar en forma de abanico;
la Strelitzia reginae de flores muy coloreadas. La subfamilia de la
musoideae se caracteriza por su sistema foliar dispuesto en espira-
les (33).

Durante unos 50 años, según se ha ido efectuando su reconocimiento, los entendidos se han venido refiriendo de manera casi sistemática a una u otra de estas dos especies, con el criterio de que Musa sapien-
tum, abarca los plátanos cuyos frutos se pueden consumir en crudo, mientras que los comprendidos por la Musa paradisiaca producen fruto que para el consumo precisan de la cocción previa (33).

Dentro de las variedades cultivadas para la exportación de su fruto está el "Gross Michel", la más robusta y desarrollada de ellas, es original de Malasia o de zonas vecinas, muy sensible a las enfermeda-

des.

Todas las variedades comerciales quedan clasificadas dentro del grupo "cavendish" ó "sinensis" y se dió al clon más pequeño las denominaciones latinas Musa cavendishii (Musa nana, y Musa sinensis).

El grupo Cavendishii comprende realmente cuatro (4) tipos principales : el lacatan, el poyo, el gran enano y el enano (33).

El Banano es una planta herbácea, "una hierba gigante". El tallo verdadero es corto y permanece soterrado, no sobresaliendo apenas del suelo hasta la época de la floración; por esta posición se le designa comunmente como rizoma o mejor como bulbo, términos botánicamente discutibles en este caso, pero prácticamente utilizados en todos los países tropicales. Este corto tallo subterráneo emite ramificaciones laterales que brotan de suelo a su alrededor, las que son denominadas retoños. Salen, además del bulbo, numerosas raíces cordiformes y tiernas (33).

El meristemo terminal del tallo produce, todavía muy joven, hojas que poseen una parte basal bien desarrollada, la que se denomina vaina foliar. Sucesivamente van apareciendo hojas dispuestas en forma helicoidal y el conjunto, con la vaina fuertemente imbrincadas, forman lo que con frecuencia recibe el nombre de tronco, pero para el botánico no es más que un pseudotronco. Es cilíndrico, recto y rígido, llegando su altura a veces hasta los 6 u 8 metros, con inflores-

cencia bastante compleja. A lo largo del eje se hallan, dispuestas en elipses, idénticas a la del sistema foliar, las espédices o bráct_{teas}, cada una de las cuales cubre un grupo de flores desprovistas de bráct_{teas} individuales y situadas en dos filas apretadas e imbricadas. Los primeros grupos diferenciados están compuestos de flores femeninas, cuyo ovario se transformará en Bananos; estos reciben el nombre de "manos", de las que pueden aparecer de 5 a 15, según la variedad y las condiciones del medio ambiente. Una vez emergida del pseudotr_{onco}, la inflorescencia se recubre rápidamente hacia el suelo y la yema, en actividad permanente, pende verticalmente. Los espédices, grandes y acuminados de coloración entre rojo violáceo a violeta, cerosos, se levantan, se enderezan uno a uno por el mismo orden de su aparición o antigüedad; se repliegan y caen sucesivamente dejando las "manos" al descubierto (33).

Los racimos se recolectan cuando sus frutos son los bastante gruesos, pero mientras el pericarpio esté todavía verde; la maduración del racimo sin separarlo de la planta resulta mediocre, por ser incompleta la transformación del almidón en azúcares (33).

Esta recolección señala el término de la existencia del banano. El tallo floral ha sido seccionado por encima y por debajo del racimo; por lo general, se corta también el pseudotr_{onco}. En todo caso, si este se conservara, las últimas hojas se desecarían y el falso tronco se pudriría lentamente, creciendo a su alrededor unos o varios retoños (33).

Para el cultivo del banano se necesita suelo bastante rico en minerales y materias orgánicas, y buen drenaje (33).

El banano es un alimento altamente energético, cuyos hidratos de carbono son fácilmente asimilables; es pobre en proteínas y lípidos y no es suficiente como base de una alimentación completa. Contiene tanta vitamina C como la manzana, duplicándose el contenido con la maduración de la fruta. Los médicos aconsejan la pulpa como eficaz en caso de diarreas infantiles graves, ya que actúa sobre la flora intestinal. Esta fruta es rica en azúcares y suministradora de una cantidad importante de calorías (33).

2.2.2. Ahuyama

Nombre Botánico : Cucurbita L.

Familia : Cucurbitaceae

Nombres vulgares :

- Español : Ahuyama (Colombia y Venezuela), Ayote (Centroamérica).
- Francés : Couge
- Italiano : Zucca
- Alemán : Speicer, Kurbis
- Inglés : Courd, Squash

Caracteres botánicos.

Planta anual, trepadora, herbácea, con tallos larguísimos, angulosos

flexibles, ásperos y casi espinosos; hojas con pecíolo peludo y lomo ancho, uniforme, más o menos hendido y flores amarillas. Las flores masculinas tienen el cáliz con cinco dientes. La corola se halla dividida en cinco partes. La flor femenina tiene el cáliz y la corola como las flores estériles. El pistilo está dividido en tres partes; el fruto es variable, las semillas tienen un reborde elevado y redondo (54).

La Cucurbita maxima, ha sido encontrada en excavaciones arqueológicas solo una vez en el Perú, con una fecha aproximada de 1.200 dc. Se cree que esta especie es de origen sudamericano y que su distribución estaba limitada a ese continente cuando los españoles llegaron (56).

Las especies del género Cucurbita presentan cierta dificultad para su identificación por medio de sus nombres comunes, ya que en muchos casos un mismo nombre es genérico para los miembros de las tres especies. Por ejemplo : Calabaza y Calabacita (México), Zapallo (Centro y Sudamérica), Ayote (América Central), Ahuyama (Venezuela y Colombia) (12).

Variedades

Las Cucurbitas comprenden tres familias : Cucurbita máxima Duch; Cucurbita pepo Duch, y Cucurbita moschata Duch; de ellas se derivan todas las variedades cultivadas. Las principales que se pueden recomendar son las siguientes (54) :

Calabaza de América

Tiene el tallo larguísimo, delgado; hojas medianas, redondas y enteras. Fruto como un limón grueso, agudo en los extremos, verde oscuro y jaspeado de blanco; pulpa escasa pero sabrosísima.

Calabaza de Italia

Esta planta requiere una exposición muy cálida y un terreno muy blando, bien labrado y fresco. Exigen más que las otras cucurbitáceas de la presencia de abonos orgánicos, suministrados en cantidad abundante.

Calabaza de Invierno (Cucurbita máxima).

Entre estas tenemos la calabaza marina de chioggia, que es una planta de tallo sarmentoso larguísimo, fruto enano, redondo, aplastado por los polos con verrugas muy marcadas, corteza de color verde, pulpa amarilla anaranjada.

Otra es la calabaza amarilla Mannouth.

Variedad de fruto muy grande aplastado por los polos, de costillas muy marcadas, pulpa amarilla y dulce. La Cucurbita máxima tiene una facultad germinativa de 6 a 10 años (56).

Existen numerosísimas variedades, no todas procedentes de la misma

especie. Según trabajos de Charles Naudin, todas las variedades existentes derivan de las especies Cucurbita máxima duch, Cucurbita moscha duch y Cucurbita pepo L. Entre las cultivadas en nuestro país tenemos la calabaza grande, de buen gusto derivada de la especie Cucurbita máxima. Produce un fruto de regular tamaño, muy apreciado por su buena calidad; es de forma aplastada y de carne amarilla y azucarada (19).

La calabaza de rabaqueta procede, como la anterior, de la Cucurbita máxima. Es de fruto grande, de forma esférica, con pulpa encorvada y sabrosa.

La calabaza de tierra caliente pertenece a la especie Cucurbita máxima, cuya planta tiene los tallos largos y rastreros y hojas lisas de textura suave. El pedúnculo del fruto es redondo, suave y esponjoso. Los frutos son grandes y carnosos, y contienen grandes cantidades de carbohidratos.

Las exigencias de cultivo son prácticamente las mismas que para las sandías (patilla). Los diversos tipos de calabazas se cultivan para consumirlas frescas, para enlatar y para desecar. El fruto para su consumo fresco se cultiva en huertos familiares y comerciales (12).

La Ahuyama contiene Vitamina A, la cual se considera esencial para el crecimiento y la reproducción. Además sirve para corregir enfermedades oculares, tales como la ceguera nocturna y prevenir la xerof

talmia.

La Ahuyama, como hortaliza que es, proporciona al organismo buena cantidad de vitaminas, minerales y carbohidratos (24).

2.2.3. Ñame

Nombre vulgar de varias plantas vivaces, dioicas, de la familia de las dioscareaeas y del género dioscoreas.

Se cultivan por sus tubérculos, que desempeñan un papel muy importante en la alimentación en los países tropicales. Los ñames son originarios de Asia y reciben los nombres diferentes según los países o las variedades : Batata de China, Guineo, Mapuey, Ñame de la China, de la India, etc. Son plantas de hojas acorazonadas, anchas; tallos delgados, volubles, de hasta ocho metros de longitud y producen tubérculos desde el tamaño de una papa hasta un metro de largo y pesan de 15 a 20 kilos (14).

La familia Dioscoreae, incluye 600 especies tropicales y subtropicales; a su vez las seis principales variedades comestibles han sido agrupadas, con base en sus caracteres morfológicos, en cinco grupos que son (1) :

Enatiophyllum (Dioscorea alata. Dioscorea cayenensis)

Combillum (Dioscorea esculenta)

Lassiophyton (Dioscorea dometorum)

Osophyton (Dioscorea bulbifera)

Macrogynodium (Dioscorea trifida)

Su clasificación es la siguiente :

División : Espermatofita

Subdivisión : Angiosperma

Clase : Dicotiledóneas

Orden : Dioscorales (Liliales)

Familia : Dioscoraceae

Especie : Alata

Las variedades más cultivadas son "Concha de coco", Espino, Mestizo, Caimán, Palomero, Coco osito, Alemán y Peludo.

La parte comestible del cultivo es una especie de raíz engrosada cuyo objetivo principal es almacenar reservas alimenticias. Las raíces propiamente dichas se encargan de extraer los nutrientes del suelo.

El tallo de Dioscorea sp, es un bejuco en forma tetragonal, sin espina, presenta hojas membranosas o estípulas en número de cuatro (4) o más, distribuidas alrededor del tallo, éstas a su vez se abren en aréculas desde la base de los pecíolos hasta el extremo de los mismos.

Hojas alternas glabras, pecioladas, color verde claro en el haz y verde amarillento en el envés, trifoliar, nervaduras lisas, brillantes y reticuladas.

La floración muy escasa, cuando se presentan es unisexual, en forma de panículas o racimos con tres (3) sépalos y tres (3) estambres.

Los rizomas son esféricos alargados, algunas veces divididos en su extremo apical, a semejanza de la ubre de la vaca. Se presentan lisos o con vellosidades.

Se desarrollan en óptimas condiciones a temperaturas entre 25 y 30°C no soportan temperaturas extremas y la precipitación requerida en su cultivo es de aproximadamente 1.500 mm anuales, distribuidos convenientemente durante su ciclo vegetativo (1).

Se cultiva en suelos sueltos o francos que presentan buena infiltración, suficiente aireación y buen porcentaje de materia orgánica.

Se propaga sexual y asexualmente (aquí en Colombia), también por pedazos de tallos, poco utilizados al igual que el asexual.

El ñame, por ser un tubérculo que posee gran cantidad de reservas alimenticias, fenómeno éste que garantiza la supervivencia de la especie, debido a que dichas reservas se forman inicialmente para la posterior alimentación de la futura plántula. De allí que la pulpa (parte comestible), sea básicamente carbohidratos, conjunto de sustancias

muy importantes para los procesos fisiológicos de las plantas. Aparte de los carbohidratos, se ha observado la presencia de cantidades aceptables de Vitamina A (57).

2.3. Papel de las proteínas y de los aminoácidos como fuente de Nitrógeno para el organismo.

Los aminoácidos que llegan a los tejidos se utilizan para la renovación de éstos, debido a que hay una constante destrucción y reconstrucción de las proteínas tisulares (uso y destrucción). La proteína característica de un tejido dado se sintetiza a partir de los aminoácidos adecuados, y su composición difiere a menudo enormemente de las proteínas alimenticias. Los aminoácidos no utilizados probablemente se usan en otros tejidos o se convierten en urea, en el hígado. Los aminoácidos no se almacenan en los tejidos; aún después de la inyección de cantidades excesivas no se retienen en los tejidos (esto sucede en animales normales, no sometidos al ayuno); el exceso se elimina como urea (56).

Existe además, otras funciones de los aminoácidos : debido a que constituyen prácticamente la única fuente de nitrógeno para el organismo, deben de manera directa o indirecta ser proporcionados para la síntesis de muchos compuestos que lo requieren, tales como algunos ácidos biliares, creatina, purinas y pirimidinas, adrenalina, tiroxina, aminoazúcares, bases nitrogenadas de los lípidos, enzimas y dife

rentes bases orgánicas concentradas en los tejidos. Algunos aminoácidos proporcionan también ciertos grupos necesarios para la síntesis de otros compuestos así por ejemplo : la metionina proporciona grupos metilos (56).

Existen entonces tres (3) caminos fundamentales en el metabolismo de los aminoácidos :

1. Transformación en el hígado dando lugar a la formación de urea y su eliminación.
2. Formación de proteínas tisulares.
3. Formación de otras sustancias nitrogenadas.

El primer camino puede considerarse como el que sigue los aminoácidos que no se usan de otra manera; la cantidad es variable, de acuerdo con la proporción de las proteínas en la dieta. Los caminos dos y tres son esenciales para el buen funcionamiento del organismo pero las sustancias que originan, en general, no se almacenan; la velocidad de estas reacciones es, por lo tanto, independiente de la cantidad de proteína ingerida. La vía metabólica (1) no debe considerarse, sin embargo, como exclusiva para eliminar el exceso de aminoácidos, en virtud de que siempre funciona en cierto grado, aún durante el ayuno; si se administra proteínas a un animal sometido a un ayuno pro

longado, la velocidad con que se empieza a eliminar urea es la misma que existiría en un animal bien alimentado. El animal sometido a un ayuno no repone primero las proteínas tisulares que ha perdido, para empezar a excretar urea después de haberse reconstituido a su estado normal (56).

Es común que las personas ingieran más proteínas de las que realmente necesitan para suplir sus necesidades a través de los caminos dos y tres; tal costumbre asegura que existan cantidades más que suficiente de los distintos tipos de aminoácidos necesarios para la elaboración de proteínas tisulares. Cualquier exceso de aminoácidos puede oxidarse fácilmente en el hígado e inclusive estimular su propia oxidación. En caso de que la ingestión de proteínas solo sea suficiente para cubrir los caminos metabólicos dos y tres, la destrucción de los tejidos será mayor que su reparación, ya que la vía uno, siempre funciona en cierto grado. Suele designarse como metabolismo endógeno de los aminoácidos constituidos por los caminos dos y tres y la parte camino uno, que funciona independientemente de la dieta, o sea, la resultante de la destrucción normal de las proteínas tisulares. Como metabolismo exógeno suelo designarse la resultante de la ingestión de proteínas por encima de los requerimientos esenciales. Esta distinción en el metabolismo nitrogenado es realmente artificial ya que es imposible diferenciar entre el metabolismo de los aminoácidos que provienen de los tejidos, y el de los que se ingieren con la dieta; aún en el caso en que la cantidad de la proteína contenida en ésta sea bastante mayor que el requerido para cubrir las vías dos y

tres (56).

2.4. Equilibrio Nitrogenado.

Está bien establecido que no es posible almacenar nitrógeno en el organismo; este concepto requiere aclararse, ya que se podría pensar que no es posible la retención de nitrógeno. En el adulto sano, esto no ocurre, excepto con dieta exclusivamente rica en proteínas; en otras palabras, la cantidad de nitrógeno ingerido es igual a la eliminada por las materias fecales, la orina y el sudor, en tal caso se tiene el Equilibrio Nitrogenado. Un adulto sano es capaz de retener nitrógeno al aumentar su masa muscular mediante el ejercicio físico y una dieta adecuada, en unas cuantas semanas; el tejido nuevo que se forma no puede considerarse como almacenado, sino como un tejido funcional adicional logrado mediante el entrenamiento. De la misma manera, se encuentra retención de nitrógeno en los animales jóvenes durante el crecimiento, en los cuales se están formando tejidos nuevos. En aquellos casos en los que las dietas no son suficientes para mantener el metabolismo endógeno, como durante el ayuno prolongado, la desnutrición o enfermedades en las cuales disminuye la ingestión de alimentos, hay pérdida de nitrógeno que puede dar como resultado una disminución notable de la masa muscular, la cual se usa como material energético en ausencia de alimento. Durante la recuperación o convalecencia y mediante una dieta adecuada, los tejidos se regeneran y se observa retención de nitrógeno, como en el crecimiento. La rapidez con la cual la masa muscular puede disminuir o rege-

nerarse se puede ver en los niños durante los padecimientos febriles en la convalecencia respectivamente (56).

Se han empleado los estudios de Balance Nitrogenado para estimar las cantidades de aminoácidos esenciales que necesitan varios grupos. Un individuo se encuentra en equilibrio o balance de nitrógeno cuando la ingestión de nitrógeno proteico iguala, más o menos, al que se pierde en heces u orina. Hay un balance positivo de nitrógeno, esto es, la ingestión de nitrógeno proveniente de proteína es mayor que el perdido por orina y heces, solo cuando se sintetizan nuevos tejidos como ocurre en el crecimiento y en el embarazo y cuando se repara un tejido perdido por lesión o enfermedad (42).

Cuando se someten a hidrólisis, las proteínas se degradan en un pequeño número de aminoácidos individuales. Aunque hay pocos aminoácidos adicionales que se encuentran en concentración baja en proteínas especiales, solo aparecen comunmente 20 aminoácidos en la mayor parte de las proteínas; sin embargo, hay un gran número de otros aminoácidos que se encuentran en productos naturales no protéicos (53).

Los aminoácidos se clasifican en esenciales y no esenciales. Los primeros son aquellos que el organismo no sintetiza en gran cantidad, por lo que la dieta debe aportarlo en proporciones y cantidades adecuadas para cubrir las necesidades de conservación orgánica y crecimiento tisular. Los aminoácidos no esenciales son aquellos que el organismo puede sintetizar en concentraciones para cubrir sus necesi

dades, si la cantidad total de nitrógeno aportado por las proteínas es satisfactoria (42).

2.5. Valor Nutritivo de las Proteínas Vegetales.

Las proteínas vegetales no tienen la misma calidad que las animales por su concentración insuficiente de los siguientes aminoácidos esenciales : Lisina, Metionina, Treonina, y Triptófano. Las proteínas de mejor calidad son las de leguminosas; por ejemplo : Las de judías, guisantes, cacahuetes, nueces y almendras. Las proteínas de pan, cereales y vegetales distintos de los mencionados y las de frutas son incompletas (42).

La composición en aminoácidos es de particular interés para el nutricionista, puesto que el valor nutritivo de una proteína depende primeramente de su patrón o perfil de aminoácidos (5).

2.6. Requerimientos de Aminoácidos.

La absorción de aminoácidos libres ocurren en el intestino delgado por un sistema de transporte activo que requiere energía. La velocidad de absorción difiere en los diversos aminoácidos, y aunque no hay un sistema de transporte específico para cada aminoácido individual, hay diversos sistemas de transporte netamente diferentes, cada uno de los cuales maneja un grupo de aminoácidos estructuralmente rela-

cionados. Los aminoácidos son absorbidos del intestino por la vena porta y, por lo tanto, deben pasar por el hígado antes de quedar disponibles para los otros tejidos (53).

Osborne y Mendel, establecieron que algunas proteínas eran superiores a otras, y que la diferencia debía estar en las variaciones del contenido de aminoácidos de las diferentes proteínas (53).

El método empleado para obtener la mayor parte de los conocimientos acerca de los requerimientos de aminoácidos individuales fue el laborioso proceso aplicado por Rosé en la Universidad de Illinois. Se aislaron suficientes cantidades de cada aminoácido de hidrolizados de proteínas para que pudieran mezclarse y aproximarse a la composición de aminoácidos de una proteína tal como caseína.

El hecho de que un aminoácido no se considere esencial en la dieta no significa que el animal no lo necesite, sino más bien que el animal puede sintetizarlo de otros productos intermedios metabólicos en una proporción suficiente para satisfacer las necesidades del crecimiento normal (53). El crecimiento no puede emplearse como criterio necesario en el adulto y la capacidad de una fuente proteínica se suele juzgar por el balance nitrogenado a su cuerpo en forma de nueva proteína, debe estar excretando una cantidad diaria de nitrógeno igual a la ingerida (53).

2.7. Desnutrición Protéica Calórica.

En la actualidad existen problemas de desnutrición proteínica en muchas partes del mundo que, aunque puedan tomar diversas formas, se caracterizan a menudo por una enfermedad nutricional compleja llamada Kwashiorkor. La mayor partes de estas regiones del mundo tienen una gran escasez de proteína animal, y se han efectuado intentos para suministrar o desarrollar mezclas adecuadas de proteínas vegetales disponibles en las mencionadas regiones (53).

Uno de los éxitos de la agricultura ha sido el de establecer que algunas plantas son capaces de lograr un gran rendimiento calórico por unidad de superficie cultivada. Estas plantas comprenden los cereales, la patata, la yuca, la caña de azúcar, el plátano, banano, etc. Todas las grandes civilizaciones se han basado, en gran parte, en el cultivo de por lo menos uno de estos grandes productores de calorías (50).

Las proteínas son sustancias de complejas estructuras no estáticas. Las proteínas que integran las estructuras de todas las células animales, están en constante actividad y flujo : se agrupan, y se vuelven a combinar; además, cada proteína está formada a base de una determinada combinación de aminoácidos. La deficiencia de un solo aminoácido puede producir una enfermedad. Probablemente el Kwashiorkor sea un déficit de varios aminoácidos esenciales, y esta deficiencia puede inferir, en cada caso, según la ración (50).

Hace muchos años Thomas Burr Osborne y sus colaboradores, de la Connecticut Agricultural Experiment Station, observaron en sus experimentos con ratas que una ración que contenía maíz como única fuente de proteína producía evidentes signos de mal nutrición. Fue preciso corregir estas deficiencias suplementando la ración de maíz con pequeñas cantidades de Lisina y Triptófano, el cual es otro aminoácido que se encuentra en el maíz en cantidad deficitaria (50).

Los carbohidratos son productos de gran importancia en la agricultura. Los alimentos que integran gran parte de la ración del mundo, cereales, papas, ñame, yuca, etc., contienen entre 1 y 12% de proteína, referido a peso seco. Un hombre adulto necesita un 14% de proteínas y los niños y las mujeres embarazadas o lactantes necesitan entre 16 y 20% (50).

2.8. Utilización Metabólica de los Aminoácidos.

Las investigaciones realizadas por numerosos fisiólogos sobre el valor biológico de las proteínas condujeron al importante descubrimiento de que la presencia de ciertos aminoácidos es indispensable para asegurar el crecimiento de los jóvenes y para el mantenimiento del equilibrio nitrogenado en los individuos adultos (41).

2.8.1. Cistina y Cisteína

Puede interconvertirse fácilmente una en la otra. La cistina se pue

de transformar totalmente en glucógeno, pero debe reducirse para formar cisteína antes de metabolizarse. La cisteína debe su importancia en los organismos vivos fundamentalmente a su grupo sulfihídrido, SH; la molécula completa forma parte del glutatión; en el cual existe una unión peptídica entre la cisteína y el ácido glutámico.

La cisteína suele formar los puentes disulfuros de las proteínas, y es parte activa muy importante en algunas enzimas. La queratina (piel, pelo, uña) es una proteína singularmente rica en cisteína; existen pruebas de que en animales alimentados con una dieta pobre en azufre, el crecimiento del pelo disminuye en mayor grado de lo que el crecimiento general. La cisteína se puede formar a partir de la Serina o del ácido Pirúvico; el grupo sulfihídrido suele provenir de la Metionina, de la Homocisteína o de los sulfuros (56).

La cisteína de la dieta no se puede reemplazar por ácidos en los cuales el $-NH_2$ haya sido sustituido por un H, ácido di-(B. tiolpropiónico), o un OH, ácido di-(α -hidroxi-B-tiolpropiónico), ni por la Taurina, ni el ácido cistéico, ni siquiera por la D-cistina (la forma que se encuentra en los seres vivos es como L-cistina); puede, sin embargo, reemplazarse con metionina y sus derivados, como la homocisteína (56).

La cisteinuria (55) es un trastorno metabólico que se caracteriza por la presencia de cistina en la orina, a menudo en forma de cristales, y se considera como un "error del metabolismo", de naturaleza

hereditaria. La cistina se elimina aún después de períodos largos de ayuno; la cistina libre ingerida en la dieta, sin embargo, se metaboliza normalmente y no aumenta la cistinuria. Existen evidencias para pensar que la cistina de la cistinuria no es cistina como tal, sino algún precursor inestable que se descompone para dar cistina, conforme pasa el tiempo después de eliminada la orina. La causa del trastorno no se conoce; los enfermos con cistinuria eliminan cantidades grandes también de Lisina, Arginina y Ornitina, compuestos todos diaminados, por lo que se piensa que el problema reside en la reabsorción tubular de las sustancias de este tipo (56).

2.8.2. Treonina

Puede proporcionar, para la formación de glucosa, tres de sus cuatro átomos de carbono; la Treonina deshidrogenasa la desamina para formar ácido alfa-Cetobutírico. Este a su vez, se descarboxila hasta ácido propiónico, a partir del cual se puede obtener Glucosa o Glucógeno (56).

2.8.3. Metionina

Es un aminoácido esencial que puede convertirse en Cisteína. El principal papel metabólico de la Metionina parece ser como fuente de grupos Metilos (CH_3^-) e interviene en numerosas reacciones de transmetilación. La Metionina es una sustancia Lipotrópica, y se piensa que tal propiedad se debe a que proporciona los grupos metilos necesarios pa-

ra la formación de Colina a partir de Etanolamina (56).

2.8.4. Valina

Tres de los cinco átomos de carbono de este aminoácido esencial se pueden convertir en Glucosa; se cree que pierde su grupo Amínico por transaminación, transformándose así en ácido α -cetoiso-valérico, el cual por descarboxilación oxidativa se convierte en ácido isobutírico (56).

2.8.5. Leucina

Aminoácido esencial y Cetogénico (56).

2.8.6. Isoleucina

Es tanto Glucogénica como Cetogénica, y además un aminoácido esencial; se convierte probablemente en ácido Aceto-Acético (56).

2.8.7. Fenilalanina y Tirosina

Estos aminoácidos se encuentran estrechamente ligados desde el punto de vista metabólico. El catabolismo de estos dos aminoácidos da como resultado una serie de compuestos sencillos en los cuales se encuentra abierto el anillo bencénico. El camino metabólico que ambos siguen es, además, sitio de algunos de los llamados "errores del meta-

bolismo", los cuales son de interés tanto por la utilidad que han prestado para dilucidar las vías metabólicas, como para las investigaciones de que han sido objeto desde el punto de vista de la genética (56).

La Melanina, el pigmento negro que se encuentra en la retina, el cabello y la piel quemada por el sol en las razas blanca, y la piel oscura de la raza negra se produce probablemente por la oxidación de la tirosina por la enzima tirosinasa. Raper estudió cuidadosamente la oxidación de la tirosina, y encontró que ésta reacción implica la formación de dihidro xi-indol, el cual se polimeriza espontáneamente para formar melanina. En el trastorno conocido como albinismo no existe la tirosinasa y el cabello, los ojos, la piel, etc., no contienen Melaninas (56).

2.8.8. Triptófano

Es un aminoácido esencial; en condiciones normales, el producto principal de su catabolismo es el ácido nicotínico. Este compuesto, probablemente sí se sintetiza en los mamíferos; el hecho de que sea una vitamina para el hombre se debe tal vez a que la cantidad que se produce a partir del triptófano no es suficiente para cubrir los requerimientos del organismo. Si a un animal se le administra en las dietas un exceso de Triptófano, elimina Acido Quinurénico; si no se incluye Piridoxina (vit. B6) en la alimentación, se excreta Quinurénina en su lugar (56).

En el hígado, el Triptófano se puede oxidar para dar 5-Hidroxitriptófano, el cual por descarboxilación se convierte en 5-Hidroxitriptamina (Serotonina), amina presora de gran importancia para el funcionamiento del sistema nervioso. La Serotonina, a su vez se destruye por desaminación oxidativa, transformándose en ácido 5-Hidroxindolacético que se elimina por la orina (56).

2.8.9. Lisina

Es un aminoácido esencial y no es ni Glucogénico ni Cetogénico. La lisina no participa, a diferencia de la mayoría de los aminoácidos, en los procesos de trans-aminación (56).

2.8.10. Histidina

Este aminoácido es glucogénico y esencial; los detalles de su catabolismo son pocos conocidos. La Histidina de la dieta se utiliza casi totalmente; se eliminan cantidades muy pequeñas de derivados de Imidazol. Se ha descrito que existen cantidades anormales de Histidina en la orina de algunas embarazadas. En el hígado y en el riñón se encuentra una descarboxilasa de Histidina que la convierte en Histamina, la cual se almacena en gran parte en los pulmones (56).

A partir de la Histidina se pueden formar algunas sustancias que se encuentran en el organismo : La Carnosina, constituyente del músculo, es un dipéptido, la Tioneína o Ergotioneína, que se encuentran

en los glóbulos rojos. No se conoce el papel de éstas series de sustancias (56).

2.9. Importancia de los Minerales

2.9.1. Calcio

El calcio del cuerpo se halla concentrado en los huesos y en los dientes, en estado de fosfato tricalcio en un 99%, el esqueleto constituye una reserva movilizable a la cual se recurrirá cuando la tasa de calcio sanguíneo disminuya, como consecuencia de traslado masivo de su producción o de alteración de los mecanismos reguladores. El calcio regula la formación del esqueleto, interviene también en la coagulación, y en equilibrio biológico, donde es a menudo antagonista del sodio y del potasio. Inhibidor de las concentraciones cardíacas, es un moderador del sistema neuromuscular. La disminución de la tasa del calcio sanguíneo, se traduce inmediatamente por una hiperirritabilidad de este sistema. Esta tasa es controlada por la hormona paratiroidea (41).

El calcio en el plasma debe mantenerse en los niveles normales; la disminución produce tetania; tiene influencia en la excitabilidad de las fibras y centros nerviosos (56).

Los niños, las madres en la lactancia y las embarazadas, requieren mayores cantidades de calcio. Stiebeling recomienda cuando menos

un gramo por día para los niños, en comparación con 0.68 gramos para los adultos. Y las Naciones Unidas aconseja 1.6 gramos al día para las mujeres embarazadas o durante la lactancia. En los niños existen grandes diferencias en consumo individual de calcio : aquellos en los cuales la ingestión es baja, como los niños a los que no les gusta la leche, absorben por lo general, un porcentaje mayor que los que ingieren en cantidades grandes. Es probablemente de interés mencionar que en Gran Bretaña, el Canadá y los Estados Unidos, la leche proporciona aproximadamente el 75% del calcio de la dieta. Las mejores fuentes naturales son el queso y la leche, en las cuales se encuentra el calcio en forma fácil de absorción; ahora, los huevos, las verduras, las naranjas, el suero de la leche, las nueces, los frijoles y las zanahorias también los contienen en cantidad importante, del 5 al 10% del requerimiento total. Pueden utilizarse algunas sales, como el carbonato, fosfato y el lactato. La carne de res y de pescado, el pan blanco y la fruta lo contienen en muy pequeñas cantidades (56).

2.9.2. Fósforo

El fósforo del organismo se encuentra en los huesos en un 80%; interviene en la formación de dientes, en donde en compañía del calcio es el elemento más importante; interviene en la formación de fosfolípidos, esenciales para todas las células; interviene en la conservación del equilibrio acidobásico de la sangre, participa en la absorción de las grasas, formación de fosfatos orgánicos (hexosas, triosas,

creatina y adenosina) como intermediario de los procesos metabólicos, en la contracción muscular, formación de ácidos nucleicos, formación de co-enzimas, de fosfo-proteínas (41,56).

Constantemente se eliminan cantidades pequeñas de sales inorgánicas que deben, desde luego, reponerse; éstas no sólo son componentes tisulares, sino también factores de control de algunas reacciones.

Desde el punto de vista agronómico, los pastizales deficientes en calcio, fósforo, magnesio, manganeso y cobalto causan trastornos serios en los animales que consumen pasto. En el hombre se presta más atención al calcio, fósforo, hierro. Este elemento se ingiere tanto en forma orgánica como inorgánica; los niños deben ingerir un gramo de fósforo al día; los adultos 1.3 gramos; las mujeres embarazadas o en la lactancia 1.9 gramos. Las fuentes son los alimentos de origen animal como la carne, el pescado, la leche, el queso y los huevos; una buena proporción del fósforo de origen vegetal proviene del frijol, las lentejas, el centeno, la avena y la harina de avena; ésta última contiene una buena parte en forma de ácido fítico, el cual no sólo se aprovecha sino que impide la absorción adecuada del calcio (56).

2.9.3. Hierro

Aunque la cantidad ingerida de él es pequeña, el hierro es un componente importante de la dieta y su deficiencia da lugar a la produc-

ción de una forma de anemia.

En general se considera que ante una dieta suficientemente variada existen pocas posibilidades de deficiencia del elemento; la cantidad requerida por el hombre es de 11 mg diarios y el de la mujer es de 8 mg diarios, (56).

La producción de anemia es frecuente entre las mujeres y los niños de las comunidades de escasos recursos económicos, pero no es posible atribuirla solamente a la deficiencia de hierro. La mayor parte del hierro de la dieta proviene del pan, la carne y las papas; son buenas fuentes el hígado, el riñón, la yema de huevo, los chícharos verdes, la espinaca, los berros, la col, la zanahoria y los cereales. No todas las formas del hierro se utilizan con facilidad, sobre todo las no iónicas; solo aproximadamente una cuarta parte del contenido en la carne se aprovecha; el de la hemoglobina se absorbe totalmente. La leche contiene muy poco hierro; el niño al nacer tiene un depósito del elemento, el cual, junto con el que se encuentra en la leche, le es suficiente por cerca de seis meses. Después de ésta edad, es conveniente complementar su alimentación con yema de huevo, purés de verduras y zanahorias para prevenir la aparición de anemia. La leche humana contiene de 1 a 2 mg de hierro/litro, siendo el contenido de la leche de la vaca menor (56).

2.10. Importancia de los vegetales en la alimentación humana.

Las frutas y vegetales están constituidas por conjuntos de células vivas que sufren reacciones metabólicas, aún después de haber sido cosechadas o separadas de la planta madre que les suministra el agua y los nutrientes. Estos conjuntos de células forman los tejidos, de los cuales el más abundante en la parte comestible de los vegetales y las frutas es el parenquimatoso, cuya función es almacenar energía solar mediante la síntesis química y/o fotosintética, de carbohidratos (35).

La importancia de los vegetales en la dieta, exceptuando las leguminosas y los cereales que poseen además buenas cantidades de proteínas y algo de grasas, radica en el aporte de vitaminas, minerales y fibras y en el atractivo que presenta al consumidor en razón de sus características organolépticas de color, textura, aroma y sabor (35).

Los tubérculos contienen cantidades altas de agua, fibra, carbohidratos (principalmente almidón) y calorías; y bajas en proteína y no obstante que aportan vitaminas y minerales a la dieta, sus contenidos; sin embargo, debe tenerse en cuenta que el valor de estos aportes se vuelve muy importante entre los pueblos en cuya alimentación es frecuente y abundante la ingestión de tubérculos (35).

Las frutas, en general, tienen un alto contenido de agua, fibra y carbohidratos (principalmente azúcar), y bajo de proteínas y grasas, salvo algunas excepciones. Este grupo se destaca por su aporte de

minerales a la dieta (35).

En los vegetales la proteína está constituida realmente por sustancias nitrogenadas no protéicas; estas pueden llegar a constituir entre $1/3$ y $2/3$ del nitrógeno total (35).

La fracción no protéica la conforman principalmente aminoácidos libres y aninas de los que normalmente entran a constituir la proteína del tejido. Los ácidos aspártico y glutámico y sus correspondientes aminos, asparagina y glutaminas, son especialmente abundantes en especies como los cítricos, papa, tomate, fresa, etc. Las hortalizas y verduras, frutos y tubérculos poseen cantidades de proteínas inferiores al 1% (35).

La producción mundial de cereales es de 1,2 millones de toneladas al año, es decir, unos 720 gramos/persona/día, de los cuales el trigo, el arroz y el maíz representan unas tres cuartas partes. Esta elevada producción de cereales se basa en muchos factores. Los cereales son una fuente concentrada de energía y se almacenan con facilidad. Pocas plantas cultivadas son capaces de tal concentración de energía o nutrientes por unidad de superficie. Son versátiles y combinan bien con otros alimentos y, finalmente, pueden transformarse en otros productos mediante tratamiento tecnológico, cocción y fermentación (50).

El problema de los países subdesarrollados consiste, por tanto, en

incrementar la productividad de sus explotaciones y de su agricultura; esto les permitiría industrializarse y alimentar a su población de forma más adecuada; sin embargo, no es fácil conseguirlo. Los campesinos son conservadores y se resisten a cambiar sus métodos de cultivo (56).

Pero también es cierto que la masa campesina no posee la tierra, la cual pertenece a una clase social que no la aprovecha; sino que permite que la tierra sea sólo para pastoreo o que permanezca como "Terreno Baldío" (56).

2.11. Harinas alimenticias elaboradas con mezclas vegetales.

Los Nutriólogos, utilizando solo fuentes naturales, han confeccionado mezclas que pueden dar lugar a una ración puramente vegetariana rica en proteínas. Los ingredientes básicos son granos de cereales, como maíz, arroz y trigo, y harina de semillas de oleaginosas. Esta harina está elaborada a partir de las tortas resultantes de la extracción del aceite de la semilla. En consecuencia, es más barata que la proteína animal comparable, pues se trata de un beneficio suplementario, aparte del conseguido con la venta del aceite (50).

Cuando una harina de semilla de oleaginosas bien elaborada se mezcla con un cereal en la proporción de una parte de harina por dos de cereal, la combinación contiene aproximadamente un 25% de una pequeña cantidad de levaduras y de vitamina A, se convierte en un alimento

muy nutritivo. En las zonas tropicales y subtropicales podría servir como alimento básico completo, carente sólo de vitamina C (la cual abunda en las frutas y hortalizas tropicales) y de calorías suficientes. Estas últimas se obtienen fácilmente a partir de azúcar, plantas feculentas y frutas tales como plátano y bananos (50).

Mezclas de este tipo, de bajo costo, han sido desarrolladas por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), bajo el nombre de Incaparina, las cuales se elaboran y venden como alimento básico en Guatemala, el Salvador, México y Colombia. Se ha visto que la Incaparina es para los niños una fuente de proteína casi tan buena como la leche, y se ha demostrado que es efectiva para prevenir o curar su malnutrición protéica. Su fórmula está constituida por un 50% de cereal (maíz, sorgo, arroz, trigo o cualquier otro cereal disponible en el lugar); un 30% de harina de semilla oleaginosa; un 30% de levaduras torula; un 3% de harina de hojas (como fuente de vitamina A) y 1% de carbonato más proteínas derivadas a partir de vegetales.

Sin embargo, muchos de estos proyectos han fracasado por ser muy caro el alimento producido, no apetecible o de bajo valor nutritivo (50).

Boerma (50) de la F.A.O., en un "Plan Agrícola Mundial", expuso la forma de aprovechar la actual tecnología agrícola. El objetivo se planteó en la necesidad de solucionar la demanda de alimentos previs

ta al extrapolar la población mundial de 1970 a 1985 mediante un incremento de la actual productividad de los mismos. El plan se basó en aumentar la producción de cereales. Boerma admite que se necesitan nuevas tecnologías para mejorar el déficit protéico, porque una orientación hacia la producción animal está condenada al fracaso en los países que ya tienen un déficit de calorías (50).

Mertz y sus colaboradores (50) desarrollaron un método para producir maíz rico en lisina. Experimentando el valor nutritivo del nuevo maíz en ratas o cerdos, demostraron que el maíz, de alto contenido en lisina, representaba un alimento espectacularmente mejorado con respecto al maíz ordinario, existiendo también un mejoramiento en el contenido de triptófano (50).

La tuberosa más importante y utilizado en la mayor parte del mundo occidental es la papa; lo más notable de su composición es el contenido de almidón, siendo en efecto la fuente comercial más grande de éste. Sólo la mitad del nitrógeno total existe en forma de proteína (la principal es la globulina tuberina); el resto se encuentra en forma de compuestos nitrogenados simples como la asparagina.

La papa tiene valor dietético como alimento rico en carbohidratos, que pueden sustituir con ventajas el azúcar y los cereales; no existe ni siquiera la sospecha de que pueda favorecer la aparición de las caries dentales y constituye una fuente importante de hierro y vitamina C, que se retiene en gran parte al cocinarlas. El conteni

do de vitamina C varía de acuerdo con la época del año; las papas frescas colectadas en el verano contienen aproximadamente 20 mg de ácido ascórbico/100 g; ésta cantidad disminuye gradualmente, y las papas que se consumen en el mes de mayo contienen menos de 5 mg en la cantidad de material (56).

Con algunas excepciones, las raíces comunes (nabos, zanahorias) casi no contienen almidón; su valor calórico se debe casi en su totalidad a los azúcares que contienen (sacarosa, fructosa y glucosa). Las zanahorias son las que contienen mayor cantidad de azúcares (10%), son una fuente importante de carotenos, precursores de la vitamina A. Las raíces contienen cantidades grandes de sales, pero su valor como fuente de proteínas y grasas es casi nulo (56).

2.12. Efectos de la cocción sobre los alimentos vegetales.

Los alimentos sufren una serie de cambios, al cocinarlos y prepararlos se eliminan las porciones no comestibles y se destruyen los microorganismos patógenos. La cocción no necesariamente aumenta la digestibilidad. En el caso de los vegetales al cocinarlos, se aumenta la digeribilidad y su contenido de agua; uno de los principales efectos que se observa es el aflojamiento de la trama de celulosa y la liberación del almidón de sus gránulos (el almidón crudo es prácticamente indigerible). Las grasas cambian muy poco al cocinar los alimentos (56).

El cocinar los alimentos implica pérdida de distinta naturaleza sobre todo de los materiales solubles durante la ebullición; las vitaminas B₁ y C se destruyen con facilidad en el proceso (56).

Al cocinar las frutas se pierde la mayoría de las sustancias alimenticias importantes, a menos que se consuma también el jugo. La pérdida más grande es la de la Vitamina C. Las frutas cocidas son más digeribles por el ablandamiento de la celulosa durante el proceso; algunos frutos, sin embargo, contienen un valor energético definido; sobre todo el plátano, que cuenta con la particularidad de contener almidón, además de azúcar y un poco más de proteína; parece ser que su almidón se digiere con gran facilidad. Las harinas elaboradas con plátano contienen un 80% de carbohidratos y un 4% de proteínas; se utilizan para la alimentación de inválidos, sobre todo niños pequeños (56).

2.13. Importancia del secado de los alimentos.

El secado es uno de los métodos más antiguos utilizados por el hombre para la conservación de los alimentos. Es un proceso copiado de la naturaleza; el hombre ha mejorado ciertas características de la operación. El secado es el método de conservación de alimentos más ampliamente usado. Los granos, legumbre, nueces y ciertos frutos maduran sobre las plantas y se secan con el viento caliente.

El secado natural de los alimentos por el sol produce materiales bastante concentrados de calidad durable. Obviamente, la deshidratación es un proceso más caro que el secado al sol. Todos los alimentos secados por deshidratación pueden tener mayor valor monetario debido a la mejor calidad; sobre la base de costo, el secado solar tiene ventajas, pero sobre la base de tiempo de secado y de calidad, la deshidratación tiene sus méritos. Además, el secado solar no puede ser practicado ampliamente, debido a condiciones desfavorables del tiempo en muchas áreas en las que vive el hombre, y hay que tener en cuenta que la agricultura es remunerativa (10).

El secado solar causa grandes pérdidas en el contenido de carotenos; la Vitamina C se pierde en gran extensión en los frutos secados al sol. Los tratamientos con baja temperatura pueden aumentar la digestibilidad de las proteínas sobre el material inicial. La oxidación de las grasas en los alimentos es mayor a altas que a bajas temperaturas de deshidratación, los frutos son ricos en carbohidratos y pobres en grasa y proteínas pero estas se deterioran rápidamente (10).

2.14. Proceso de secado y población microbiana.

La complejidad de los alimentos como sistemas bioquímicos se complica aún más por la presencia de microorganismos, los cuales contribuyen con sus propios metabolitos y su maquinaria enzimática. La sola presencia de microorganismos y sus actividades químicas pueden constituir factores de deterioros; o por el contrario, pueden emplearse

los microorganismos para lograr los cambios deseados en las características de los alimentos. La cantidad de tipos de microorganismos que son de importancia en tecnología de alimentos es sin duda muy grande. Jay (5) ha compendiado al respecto una lista de veinticinco géneros de bacterias, dieciseis de hongos y nueve de levaduras. El estudio detallado de estos microorganismos en relación con los alimentos es tema de la "Microbiología de Alimentos", la que comprende un área bien desarrollada y abundantemente documentada de la materia acerca de los alimentos (5).

Durante el proceso de deshidratación es de interés primordial mantener estable la población microbiológica, y evitar la recontaminación o la proliferación de microorganismos. En la primera etapa del proceso de secado es importante reducir rápidamente la actividad del agua del producto por debajo de valores críticos (5).

Productos que por razones organolépticas no pueden ser expuestos a temperaturas elevadas, aún por corto tiempo (especias por ejemplo), pueden tener recuentos microbiológicos más altos que otros productos. Es necesario reducir el contacto manual con el producto seco. Este contacto puede ser fuente de contaminación con organismos patógenos del grupo Enterobacteriaceae ó Staphylococcus aureus. La condición microbiológica del aire utilizado en el secador tiene que ser también considerada. El aire puede ser fuente de contaminación del producto con esporas bacteriales (49).

Las normas microbiológicas existentes para productos secos varían de productor a productor y de comprador a comprador. Para un mismo producto se encuentran normas con recuentos totales de 50.000 hasta 500.000 organismos/g, y recuentos y coliformes de cero hasta 100 organismos/g (49).

2.15. Empardecimiento Enzimático.

El rápido oscurecimiento de muchas frutas y verduras como manzanas, plátanos, aguacates, papas, berenjena, ñame, banano y ahuyama, es un problema al que se enfrenta con frecuencia el tecnólogo de alimentos. A diferencia de varios tipos de empardecimiento no enzimáticos, este tipo de coloración es muy rápida, requiere el contacto del tejido con el oxígeno, se conoce por ser catalizado por enzimas, y ocurre solamente en tejidos vegetales. El nombre que recibe este fenómeno es el de "pardecimiento enzimático", el cual con frecuencia es considerado como un proceso de deterioro perjudicial que debe prevenirse en la medida posible, por ejemplo en la producción de puré de plátano, banano, papas fritas y compota de manzanas; por otra parte, el pardecimiento enzimático es esencial en el desarrollo de color y de sabor adecuados en el té y en el cacao. Este fenómeno se relaciona también con la síntesis "in vivo" de pigmentos oscuros de melanina en la piel y el cabello (5).

El reconocimiento de la naturaleza enzimática de este tipo de pardecimientos en ciertos frutos debería de atribuirse probablemente a Lin-

det (1895). Sin embargo, fue Onslow quien demostró en 1920 que el pardeamiento enzimático de los tejidos vegetales en el aire se debe a la presencia de derivados del orto-dihidroxifenol, como el catecol, el ácido protocateico y el ácido cafeico; así como de ésteres del ácido hidroxigálico con el ácido cafeico, el ácido clorogénico, que se encuentra muy difundido en muchas frutas, y especialmente en las papas y batatas (5).

Finkle, al observar que los ésteres metálicos de los O-Difenoles son muchos más resistentes a la oxidación que los correspondientes fenoles, propuso un método para prevenir el pardeamiento, basado en la metilación in situ de los polifenoles naturales mediante la enzima O-metiltransferasa (5).

Las principales reacciones bioquímicas que ocurren en la fruta durante el proceso de deshidratación, y que repercute sobre la calidad de los productos finales, son según MC Bean et al (1971):

- a. Oscurecimiento enzimático
- b. Oscurecimiento no enzimático
- c. Degradación de pigmentos
- d. Remoción de sustancias volátiles, destrucción de vitaminas y oxidación de lípidos.

El oscurecimiento enzimático se debe a la acción de la polifeniloxidasas sobre los compuestos fenólicos de las frutas, oxidándolas a qui

nonas que son compuestos oscuros. (Mathew y parpia, 1971); en presencia de oxígeno y en la fruta fresca, la reacción resulta favorecida. Al disminuir la humedad en las frutas, la oxidación disminuye no solamente por la menor actividad del agua. (Acker, 1969), sino por la propia inhibición enzimática debido a la concentración de azúcares en las mismas. (M^C Bean et al 1971); también se puede evitar con un pre-tratamiento basado en ácido ascórbico (Reed, 1966) (47).

2.16. Reducción de tamaño o proceso de trituración.

Las materias primas se presentan a veces en tamaños que son demasiado grandes para su uso, por lo que es preciso reducirlos. Esta operación de reducción de tamaño se puede dividir en dos grandes categorías, según que la sustancia sea un sólido o un líquido. Si la sustancia es un sólido la operación se denomina trituración (11).

La trituración y el corte reducen el tamaño de las sustancias sólidas por acción mecánica, dividiéndolas en partículas de menor tamaño. Quizás la aplicación más extensa de la trituración en la industria de la alimentación sea en la conversión de granos de trigo en harina, usándose también en otras muchas instancias, como la trituración del maíz para producir almidón, la trituración del azúcar y la elaboración de productos secos. El corte se utiliza para transformar grandes trozos de productos alimenticios en trozos de tamaño menor adecuados para un tratamiento ulterior (11).

Durante el proceso de trituración, las sustancias se reducen de tamaño por fracturación. El mecanismo de la fractura no se conoce bien, aunque se puede decir que durante el proceso las sustancias son sometidas a tensiones bajo la acción de los miembros mecánicos de la máquina trituradora, siendo estas tensiones en principio absorbidas internamente por las sustancias en forma de energía de deformación. La trituración se consigue, por tanto, por tensiones mecánicas seguidas de fractura y la energía necesaria depende de la dureza de sustancia y también de la tendencia del material a cuartearse, es decir, de su fragilidad (11).

2.17. Proceso de mezcla.

La mezcla consiste en dispersar los componentes unos en otros. Se presenta en innumerables casos en la industria de la alimentación. En un proceso ideal de mezclas se empieza con los componentes reunidos en un recipiente, pero todavía separados como componentes puros, por lo que se toma una muestra pequeña en cualquier punto del recipiente, estará compuesta casi exclusivamente por un componente puro, siendo la frecuencia con que se encuentran los componentes proporcional a las fracciones de estos componentes en todo el recipiente (11).

2.18. Tamaño de partícula o granulometría.

El método más directo de separar partículas es por tamizado; el cual consiste en agitar o mover partículas sobre una malla fina o tejido,

de forma que las partículas de menor tamaño que las aberturas de la malla puedan pasar a su través con la ayuda de un agitador mecánico (11).

Se han desarrollado tamices de tamaño normalizado que cubren tamaños desde 0.06 mm hasta 25 cm. Una base lógica de hacer una serie de tamices es que cada tamiz de un tamaño sea mayor o menor en una relación fija que el próximo tamiz menor o mayor. Una relación conveniente es la de 2:1, que es la que se ha elegido para las series de tamices normalizados en los Estados Unidos de América, denominados serie de Tamices Tyler. El número mayor expresa el número de agujeros que hay por centímetro o pulgada, en este caso. El análisis proporciona bien el porcentaje de partículas retenidas por cada tamiz o bien el porcentaje acumulativo de partículas de un tamaño mayor que un tamiz dado; corrientemente los distintos tamices de una serie se montan unos sobre otros y las partículas caen de un tamiz al otro hasta llegar a una bandeja, utilizando para ello un agitador mecánico (11).

2.19. Poder de Sedimentación.

En un cilindro en el que una suspensión uniforme se sedimenta, aparecen varias zonas bien diferenciadas a medida que transcurre la sedimentación. En la parte superior hay una zona de líquido claro; debajo de esta zona aparece una de composición más o menos constante debido a la velocidad de sedimentación uniforme de todos los tamaños de partículas que hemos mencionado. En el fondo del cilindro hay

una zona de sedimento de composición variable en su parte superior, y composición aproximadamente constante en la parte más baja, en la cual tiene lugar cierto compactamiento del sedimento. Si la distribución de tamaños de las partículas es amplia, no se aparecerá la zona de composición constante cerca de la parte superior, siendo reemplazada por una zona amplia de composición variable, en un espesor continuo, en el que se extrae líquido claro por la parte superior y bombea papilla por la inferior, (11).

2.20. Sustancias anti-fisiológicas en alimentos vegetales.

En la mayoría de las plantas que utilizamos como alimento hay sustancias tóxicas, incluso en las más corrientes. Por fortuna, estas sustancias suelen eliminarse, o reducirse a proporciones no peligrosas, mediante remojo y cocción u otras operaciones.

Muchas leguminosas, como la soya (Glycine max), contienen un inhibidor que interfiere la acción de la enzima proteolítica tripsina. Algunas tienen también sustancias de acción hemolítica. Las coles y otras verduras corrientes contienen sustancias que impiden la asimilación del yodo por las glándulas tiroideas, por lo que tienden a producir bocio o coto. Algunas hortalizas y cereales contienen altas concentraciones de oxalatos y fitatos, que se combinan con el hierro y el calcio impidiendo que el organismo los asimile (50).

Hay también plantas comunes que albergan algunos de los venenos más

fulminantes conocidos por el hombre. La raíz de yuca contiene cianuros; la judía de lima, la alberja común y el haba contienen un glucósido que da lugar a la liberación de cianuros. El haba también contiene una sustancia que ocasiona una anemia hemolítica (fabismo); la almorta contiene un compuesto desconocido que produce la enfermedad llamada latirismo (parálisis espasmódica de las piernas). En consecuencia, el hombre siempre ha debido ir con cuidado, y todavía necesita hacerlo, en la elección e industrialización de los alimentos naturales (50).

Son las características químicas y microbiológicas de las materias primas las que determinan las condiciones del proceso, así como la presencia de "factores antifisiológicos". Algunos productos vegetales contienen tiaminasa y polifenoloxidasas, enzimas que pueden destruir la tiamina (vitamina B1). Las zanahorias pueden perder 50% de su tiamina después de 90 días en almacenamiento, mientras que casi toda se pierde en espinacas mantenidas a la sombra, a las 37 horas (49).

La mayor parte de las leguminosas contienen "Factores Antifisiológicos" y sustancias que inhiben las enzimas digestivas. Se observa que al ser destruída aquella, se incrementa el valor biológico de sus proteínas. La termoestabilidad de los factores antiproteolíticos varía con el tipo de productos; algunos de ellos presentes en el fríjol de soya son lábiles al tratamiento térmico, pero hay inhibidores ligados a las proteínas que son más estables, tal como en el

caso de los fríjoles de lima, en donde su valor nutritivo se incrementa después de hervirlos por diez minutos; el mejoramiento es debido a la destrucción de toxinas. La reducción en valor nutritivo por calentamiento a 120°C se debe a una disminución en digestibilidad, aunque no se registre cambio en el valor biológico de la proteína. Tratamiento térmico más allá del necesario para destruir estas toxinas causa una reducción en su valor nutritivo, medido por otros indicadores. La Lisina disponible sirve como indicador útil de calidad en muestras sobrecalentadas y la presencia de inhibidores de tripsina o de la enzima ureasa como un índice de tratamiento térmico deficiente (49).

Debido a las complejas reacciones que ocurren durante el procesamiento de alimentos, la medición del cambio nutricional resulta difícil. La destrucción de aminoácidos por supuesto se revela en el análisis químico, pero la disponibilidad biológica reducida no se detecta fácilmente; tal es el caso de las leguminosas crudas en las que se obtiene un alto valor de Lisina disponible por métodos químicos, sin embargo su valor nutritivo es bajo debido a la presencia de inhibidores de tripsina y otros factores antifisiológicos (49).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Adquisición y recepción de la materia prima.

La Ahuyama (Cucurbita máxima), el Banano (Musa sapientum) y el Ñame (Dioscorea sp), se compraron en los centros de acopio del mercado público de Santa Marta (Magdalena), y fueron llevados a los Laboratorios de la Universidad Tecnológica del Magdalena, lugar donde se llevó a cabo en su mayor parte la presente investigación.

3.2. Tratamiento de la materia prima.

La materia prima se sometió a un proceso de lavado con agua de chorro para eliminar suciedades de todo tipo.

3.3. Procesamiento de la materia prima.

3.3.1. Proceso de la pelada y rebanada.

Se realizó, en cada materia prima, utilizando cuchillos de acero inoxidable, colocando los cortes en una vasija plástica con agua destilada, con el fin de disminuir el ennegrecimiento debido a reacciones de empardeamiento enzimático (5). Luego, utilizando un rebanador manual, se obtuvieron rebanadas entre 2 y 3 mm de espesor.

3.3.2. Secado

3.3.2.1. Secado en estufa

Las rebanadas de cada materia prima, y por separado, se colocaron en parrillas metálicas cubiertas con papel de aluminio, las cuales se depositaron en la estufa con temperatura de aire entrante de 55°C, durante 4 horas para Banano (Musa sapientum) y Ñame (Dioscorea sp), respectivamente. Para la Ahuyama (Cucurbita máxima), el tiempo de secado fue de doce horas.

3.3.2.2. Secado al sol

Se utilizó un desecador fabricado de madera y de anejo de plástico, dentro del cual se colocaron, en bandejas construídas por los mismos materiales, las rebanadas de las materias primas.

El tiempo de exposición solar para el Banano y Ñame fue de once horas, el cual fue suficiente para realizar un desecado adecuado.

Con la Ahuyama se presentó el problema de pérdida completa de su coloración, quizás debido a la degradación de los carotenos, por lo cual sólo fue utilizada la estufa como método de secado para la Ahuyama.

3.3.2.3. Empacado

Una vez desecada, la materia prima se sometió a la acción de un molino manual Corona, almacenando la harina resultante en bolsas negras de polietileno, con el fin de protegerlas de la acción de la luz.

3.4. Elaboración de las formulaciones

Se prepararon formulaciones con la siguiente distribución :

Formulación I, F_I (30% de Banano, 40% de Ahuyama, 30% de Ñame);

Formulación II, F_{II} (30% de Banano, 20% de Ahuyama y 50% de Ñame);

Formulación III, F_{III} (50% de Banano, 30% de Ahuyama y 20% de Ñame).

Cada clase de formulación se preparó tanto con materia prima desecada en estufa (E) como al sol (S), resultando un total de seis formulaciones.

3.5. Control de calidad

Se realizó en la materia prima y/o en las formulaciones.

3.5.1. Análisis Bromatológico de las materias primas y sus formulaciones.

A cada una de las materias primas agrícolas desecadas y formulaciones se les determinó el porcentaje de humedad en estufa con aire con convención a 105°C, durante 5 horas (AOAC); proteína, por el método de Kjeldahl (4,45); extracto etéreo, con Soxhlet durante 16 horas según el Método Oficial de la AOAC (4); cenizas por calcinación en mufla a 550°C (4,55); fibra (como celulosa) con ácido nítrico y tricloroacético (20); almidón, con Polarímetro Carl Zeiss Jena, equipado con lámpara de sodio y tubo de cuarzo de 200 mm (2), calcio, por complexometría con E.D.T.A.; hierro por colorimetría, con orto-fenantrolina (lectura a 490 mm) (20); fósforo por el método colorimétrico de Fiske y Subbarow (17).

3.5.2. Patrón de Aminoácidos

La distribución de Aminoácidos esenciales y no esenciales se estableció mediante un analizador Beckman 6300, equipado con un sistema de computación para integración automática.

3.5.3. Análisis físico-químico

3.5.3.1. Ensayo granulométrico

Se realizó únicamente en las formulaciones, estableciéndose el tamaño máximo de partícula por intermedio de la criba estandar Tyler 16 con tamaño de abertura : 0.0394 pulgadas (22, 38).

3.5.3.2. Prueba de dispersión o de estabilidad.

Se realizó solo en las formulaciones, para lo cual se utilizó una probeta de 100 cc, llena con agua destilada, agregándose 10 g de material alimenticio, dejando al reposo por 30 minutos. Luego, se midieron las alturas correspondientes al material decantado y al sobrenadante, respectivamente (19).

3.5.3.3. Ensayo de Viscosidad

Se llevó a cabo sólo en las formulaciones, utilizando un viscosímetro Brookfield, según el método de Heldman, en suspensiones de cada una de las formulaciones en agua al 1.00; 2.50 y 5.00% (21) y temperatura de 30°C.

3.5.4. Control Microbiológico

Se efectuó tanto en las materias primas como en las formulaciones.

El recuento total de colonias por el método de Plate-Count-Agar (P.C.A.); el recuento de Hongos y Levaduras con papa, dextrosa y agar (P.D.A), Salmonella y Shigella con Xilosa-Lactosa-Dextrosa (X.L.D.); coliformes con Eosina-Azul de Metileno (E.M.B.); Escheriquia coli, con caldo Lactosado-Verde Bilis Brillante y Staphylococcus aureus en el medio Manitol-Sal, se realizaron según las normas sanitarias de alimento de la Organización Panamericana de Salud (44).

3.6. Ensayo de la presencia de sustancias antifisiológicas.

3.6.1. Pruebas biológicas en Ratones

Se realizaron en las formulaciones, utilizando Ratones Blancos, raza BALD-CANMERLBR DEL Bioterio del Instituto Colombiano Agropecuario (I. C.A.), localizado en Mosquera (Cundinamarca-Colombia).

Para cada una de las formulaciones se elaboraron 5 kg de dieta que contenían aproximadamente 4% de proteína.

A todas las dietas se les adicionaron o complementaron (hasta en el caso de la fibra), en gramo por cada 100 g.:

- Fibra de salvado de trigo : 5
- Aceite vegetal refinado : 5
- Aceite de hígado de Bacalao : 1
- Mezcla mineral (45) : 4
- Complejo B, solución (45) : 5 ml

Las dietas se llevaron a 100% con almidón de yuca. Se preparó una dieta control de Caseína al 3.5%; así como una dieta libre de Nitrógeno (D.L.N.).

A todas mencionadas dietas se les estableció la composición proximal (4), determinándose la energía por Bomba Calorimétrica.

Cada dieta constó de 8 Ratones (4 machos y 4 hembras), de 21 días de nacidos, alojados en jaulas individuales de plástico con fondo leva-

dizo de anjeo, proporcionándoseles agua y alimentación ad-libitum y registrando los cambios de peso y consumo semanalmente.

Con estos datos se calcularon la Eficiencia Alimenticia, EA (Ganancia de peso del animal/alimento consumido, a los 28 días); la razón Proteínica Neta, NPR (a los 14 días). Al concluir los 28 días de la prueba PER se les administró a cada ratón 10 g de la dieta correspondiente, y durante tres días se les recolectaron las materias fecales, siendo estas desecadas en hornos con tiro de aire forzado a 60° C y durante 10 horas, cuatificándoseles nitrógeno con el fin de establecer la Digestibilidad Aparente, AD (45).

3.7. Aceptación Organoléptica de las Féculas

Se llevó a cabo en las formulaciones utilizando un panel integrado por 25 niños de edad pre-escolar, entre 4 y 6 años distribuidos al azar que degustaron las formulaciones, las cuales se suministraron en forma de refrescos preparados con $\frac{3}{4}$ de cucharada de fécula, $\frac{1}{2}$ cucharada de leche en polvo, una cucharada de azúcar y 200 ml de agua, dados antes de la hora de recreo. La interpretación estadística de los resultados se efectuó por intermedio del test de COCHRAN (Prueba estadística no paramétrica) (40), considerando un valor para "si" igual a 1 y cero para "No", según fuese la respuesta a la pregunta "Le gustó el sabor del refresco?".

3.8. Balance de Materiales y Costos

Se determinó teniendo en cuenta los precios al detal de las materias

primas, de mano de obra, empaque, costos de agua y energía eléctrica. Luego, con base en los Balances de Materiales y de Energía se determinó el valor de costo de producción de cada Formulación.

4. RESULTADO Y DISCUSION

4.1. Control de Calidad

4.1.1. Análisis Bromatológico.

De las materias primas y sus formulaciones

La composición proximal de las tres materias primas, al igual que la de sus Formylaciones, se presenta en la Tabla 3.

En relación al contenido de protefna de las materias primas, se observa que el mayor valor lo presentó la Ahuyama (Cucurbita máxima) con 7.06% muy cercano al 9.6% reportado por la literatura (27), y del 8% para el trigo (2). Se encontró que el secado de la Ahuyama al sol producía un material alimenticio de consistencia y textura irregulares con pérdidas pronunciadas de Caroteno, y de difícil tratamiento durante la fase de molienda.

El Banano (Musa sapientum), variedad Gran Enano secado al sol presentó un contenido de protefna de 3.07% y el secado en estufa 3.78% no muy alejado del reportado por la literatura, de 5.79% (27). El Ñame (Dioscorea sp), desecado en estufa presentó 3.59% y 3.29% el deseca

(Cucurbita maxima), ÑAME (Dioscorea sp), BANANO
(Musa sapientum) Y DE SUS FORMULACIONES

MATERIAL ALIMENTICIO	HUMEDAD g/100g	PROTEINA g/100g	EXTRACTO (ETEREO) g/100g	GENIZAS g/100g	FIBRA (CELULOSA) g/100g	ALMIDON. g/100g	E. L. N * g/100g
AHUYAMA ESTUFA	6.70	7.06	0.82	7.56	8.39	36.51	69.47
BANANO							
ESTUFA	8.20	3.78	0.65	2.71	1.17	69.30	83.49
SOL	10.37	3.07	0.98	1.95	1.12	63.09	82.51
ÑAME							
ESTUFA	7.30	3.59	1.14	2.39	1.75	67.45	83.83
SOL	13.83	3.29	0.48	1.56	0.86	65.90	79.98
FORMULACION I							
ESTUFA	9.90	4.16	0.93	3.94	3.71	49.37	77.36
SOL	11.40	3.99	0.89	3.14	3.59	49.37	76.99
FORMULACION II							
ESTUFA	9.95	3.66	0.54	3.24	2.42	56.85	80.19
SOL	12.07	3.60	0.64	3.26	2.07	55.50	79.30
FORMULACION III							
ESTUFA	10.79	4.12	1.23	3.45	2.87	52.23	77.54
SOL	14.01	3.91	0.91	2.88	2.71	50.41	75.58

* E. L. N = EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO, POR DIFERENCIA

do al sol. Valores muy alejados a los reportados por la literatura, entre 6.4 y 8.65% (27,2) pero superiores a los hallados en yuca (Manihot dulcis), con 1.00% y papa (Solanum tuberosum) con 1.8% (2).

Analizando estas ligeras diferencias, se puede comentar la poca influencia de los dos métodos de secado en el contenido final de proteína en Banano y en Ñame, respectivamente.

En las formulaciones, los mayores porcentajes de proteína fueron presentados por la Formulación I estufa, FIE (4.16%) y Formulación III estufa, FIIIE(4.12%); lo cual se encuentra de acuerdo con la distribución porcentual de Ahuyama en dichas Formulaciones. Valores similares a los reportados por la literatura para el producto alimenticio Vitalmin, con 7.9% (9) y mayor que la proteína de la leche pasteurizada de 3,4% (64).

Los mayores contenidos de humedad lo presentaron las materias primas desecadas al sol: Banano, 10.37% y Ñame 13.83%. Valores muy similares a los de la literatura para Banano y Ñame, entre 6.10 y 12% (27), debido quizás a que las horas de luz y su intensidad no son factores bajo control, lo que no sucede con las materias primas desecadas a estufa, en donde no ocurren mayores variaciones durante el proceso. Dichos contenidos bajos de humedad son de gran importancia en la estabilidad de estos productos alimenticios debido a que en valores mayores del 18% aparecen problemas con el almacenamiento de las harinas por el desarrollo y proliferación de microorganismos los cuales alteran las propiedades de las mismas (2,28).

El contenido mayor de humedad en las Formulaciones, como era de esperarse lo presentaron las Formulaciones elaboradas con material de secado al sol de (11.40 a 14.01%). Se observó una diferencia bastante marcada en relación a las Formulaciones en estufa de (9.90 a 10.79%). En general, los valores son parecidos a las humedades presentadas por el Arroz (Oryza sativa), 13% (9) y por el Trigo (Triticum spp), 13% (2).

El contenido de grasa ó extracto etéreo de las tres materias primas están entre 0.48 y 1.14%, que coinciden con las cifras reportadas por la literatura (0.6 y 2.5%) (27). Sólo hubo un valor mayor reportado por la literatura de 0.63%, en relación al N° de secado en estufa (1.14%).

Con la excepción de la Formulación III Sol, la diferencia en el contenido de grasa fue mínima, con un valor superior para la Formulación III Estufa, FIIIE (1.23), y menores valores en la Formulación II Estufa, FIIE (0.54%) y Formulación II Sol, FIIS (0.64%). En general los valores están alejados de los reportados para alimentos elaborados con base en harinas de cereales como el Trigo, Cebada, Avena, Maíz, etc. Entre estos están el Nestum de la casa Nestlé con 2.02%; Vitalmín con 2%; Incaparina, con 4.2% y Superamina con 2.2% (9).

En el contenido de ceniza existe una ligera diferencia entre las materias primas desecadas al sol de 1.56 a 1.95% y en estufa de 2.39 a 2.71%. Lo que puede significar pérdida de minerales durante el

primer método, tal como se observa en el caso del Ñame (Tabla 3). Dichos valores de Ceniza coinciden con los de la literatura, de 2.60 a 3.01%(28) y son muchos mayores que los reportados para harina de Trigo, 0.40% (2).

Los contenidos de Ceniza entre Formulaciones son muy similares, con intervalos entre 2.88 y 3.94%. Estos valores se asemejan al reportado para una mezcla alimenticia Arroz-Soya, de 2.6% (9) y de 2.6% para el Frijol (Phaseolus vulgaris), (13).

En relación al contenido de fibra, el mayor lo presentó, como era de esperarse, la Ahuyama (8.39%); valor a su vez superior al reportado para el Frijol caupí (Vigna sinensis), de 5.1% (13); y el menor valor, 0.86%, lo proporcionó el Ñame desecado al sol no muy alejado del revisado en la literatura, 0.6% (27); del de Arracacha (Alternanthera maritima), de 0.8% (2). En el Banano, los resultados están entre 1.12 y 1.17%, similares a los reportados por la literatura de 1.1% (27).

En el contenido de fibra de las Formulaciones, como se puede apreciar en la Tabla 3, no hubo mayores diferencias, con intervalos entre 2.07 y 3.71%, valores mayores a los proporcionados por una mezcla de Arroz- Soya, de 1.65% (9).

La Ahuyama presentó el menor contenido de almidón (36.51%). El mayor valor lo arrojó el Banano desecado en estufa, 69.30%, pero en ge

neral hubo tendencia a disminuir el contenido del almidón durante el secado al sol. En el contenido de almidón de las Formulaciones no se presentó mucha variación entre los resultados obtenidos por ambos métodos de secado; con valores que fluctuaron entre 49.37 y 56.85%, los cuales son de orden similar a los presentados por productos alimenticios tales como Incaparina, 53.8%; Cerealina, 59.4%; C.S.M. 60 y Solein, 41.4% (9).

Por otro lado las formulaciones se pueden considerar como "Alimentos Energéticos", por la apreciable concentración de almidón, que varía entre 49.37 y 56.85%.

La menor cantidad porcentual de Extracto Libre de Nitrógeno (E.L.N.) fué mostrada por la Ahuyama, 69.47%. En las demás materias primas las diferencias no fueron muy acentuadas, pudiéndose considerar los valores de igual magnitud, (79.98 y 83.83%), los cuales son mayores en comparación al presentado por el arroz, 78.6% (9). Los valores de E.L.N. para el Banano se encuentran entre 83.49 (desecado en estufa) y 82.51% (sol); para el Ñame, entre 79.98 (sol) y 83.83% estufa, valores en general superiores al reportado por la literatura de 80.55% (2).

Entre las Formulaciones desecadas en estufa y al sol existe una ligera diferencia en los valores de E.L.N., variando estos entre 75.58 y 80.19%. Estas cifras son superiores a los reportados para el Trigo variedad Hard Red Winter, de 65 a 70g/100g (2).

4.1.2. Contenido de Minerales

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos de Calcio, Hierro y Fósforo para las materias primas y las Formulaciones.

4.1.2.1. Calcio

El mayor contenido de calcio en las tres materias primas lo presentó la Ahuyama, con 198.6mg/100g; valor muy similar al reportado por la literatura, de 200mg/100g (27). El Banano desecado en estufa presentó variación con respecto al desecado al sol (8.4 y 9.3mg/100g, respectivamente). El Ñame en estufa proporcionó un valor mayor en relación al Ñame desecado al sol (13.8 y 12mg/100g, respectivamente). Estos valores son inferiores a los reportados por la literatura para Papa (Solanum tuberosum), 23mg/100g y Yuca (Manihot dulcis), 40mg/100g (2).

El contenido de Calcio en las Formulaciones, tanto al sol como en estufa, varía entre 46.76 y 85.78mg/100g. Existe una mínima diferencia entre las Formulaciones; presentando el mayor valor la Formulación III sol, 84.39mg/100g. En general, los valores de Calcio en las Formulaciones son superiores al de otros alimentos como pescado (22mg/100g); Huevo (54mg/100g) y Pollo (14mg/100) (27).

4.1.2.2. Hierro

Los contenidos del Hierro encontrados en las tres materias primas

CONTENIDO DE MINERALES DE AHUYAMA
 (Cucurbita maxima), ÑAME (Dioscorea sp)
 BANANO (Musa sapientum) Y DE SUS FORMULACIONES.

MATERIAL ALIMENTICIO		CALCIO (mg/100g)	HIERRO (mg/100g)	FOSFORO (mg/100g)
AHUYAMA	ESTUFA	198.60	45.66	206.00
BANANO	ESTUFA	8.40	20.12	40.40
	SOL	9.30	10.45	68.83
ÑAME	ESTUFA	13.80	22.61	57.45
	SOL	12.00	13.58	51.28
FORMULACION I	ESTUFA	83.26	24.00	112.31
	SOL	85.78	22.59	135.37
FORMULACION II	ESTUFA	50.28	21.50	66.18
	SOL	46.76	12.93	91.68
FORMULACION III	ESTUFA	68.35	19.75	73.92
	SOL	84.39	23.11	113.17

varian entre 10.45 y 45.66mg/100g. Hay una notable diferencia en Banano y Ñame desecados en estufa y al sol, entre 20.12 y 10.45 y 22.61 y 13.58mg/100g, respectivamente, lo que implica posibles pérdidas por la acción de los rayos solares. Los anteriores valores son superiores a los reportados por la literatura para Ahuyama, 2.0 mg/100g; Banano, 1.45mg/100g; Ñame, 4.5mg/100g; Papa, 8mg/100g; Yuca, 1.4mg/100g (27, 2).

El contenido de Hierro para las tres Formulaciones varía entre 12.93 (FIIS) y 24mg/100g (FIE). Existe una relación muy cercana en los valores entre las Formulaciones, desecadas tanto al sol como en estufa, con excepción de la Formulación II sol. Dichos valores son así mismo superiores a los de la carne de Pollo (1.5mg/100g), Pescado (1.8mg/100g), y Leche (0.3mg/100g) (27).

4.1.2.3. Fósforo

El Contenido del Fósforo de Ahuyama, Banano y Ñame varió de 40.40 a 206mg/100g, correspondiendo a la Ahuyama el mayor valor. Por otro lado, hubo diferencias entre Banano desecado en estufa, 40.40mg/100g y el desecado al sol, 68.83mg/100g; no ocurriendo así para el Ñame, cuyos valores concuerdan con los de la literatura, de 56mg/100g (2); no ocurriendo en el Banano Sol (68.83mg/100g) y para la Ahuyama (206mg/100g), cuyas respectivas cifras están por debajo de las citadas por la literatura: 83.9mg/100g, para el Banano y 400mg/100g para la Ahuyama (27).

En las Formulaciones el Fósforo mostró un amplio intervalo, entre 66.18 y 135.37mg/100g, correspondiendo las mayores cifras a las Formulaciones elaboradas con materias primas desecadas al sol (Tabla 4).

Es importante destacar la gran cantidad de Fósforo, necesario junto con el Calcio para el crecimiento de niños, aportados por las tres Formulaciones, entre 66.18 (FIIE) y 135.37mg/100g (FIS).

4.1.3. Distribución de Aminoácidos

En la Tabla 5 se presenta el contenido general de aminoácidos de las materias primas y de sus Formulaciones (mg/gN).

4.1.3.1. Aminoácidos No Esenciales (AANE)

En la Tabla 5 se presentan la distribución de AANE de las materias primas y sus Formulaciones. Acido Aspartico con intervalos entre 457.63 y 1220.02mg/gN para materia prima y 561.52 a 854.89mg/gN para Formulaciones; Cisteína entre 155.97 a 609.95 mg/gN para materias primas y para Formulaciones entre 146.48 y 367.18 mg/gN; Serina para materias primas está entre 196.56 y 504.27 mg/gN; y 226.16 y 331.68mg/gN para Formulaciones; en cuanto al ácido Glutámico, posee valores para las materias primas entre 512.20 y 1533.09 mg/gN, y para las Formulaciones esta entre 700.49 y 1041.02mg/gN; con relación a la Prolina, otro de los aminoácidos no esenciales, tiene valores cuyos intervalos para materias primas está entre 147.07 y 332.59mg/gN,

TABLA 5

CONTENIDO DE AMINOACIDOS EN LAS
MATERIAS PRIMAS Y EN SUS FORMU-
LACIONES (mg/gN)

AMINOACIDOS	AHUYAMA	BANANO		NAME		F I		F II		F III	
		Estufa	Sol	Estufa	Sol	Estufa	Sol	Estufa	Sol	Estufa	Sol
CISTEINA	155,97	609,95	599,67	369,06	323,97	356,07	367,18	352,43	305,45	297,11	146,48
A.ASPARTICO	675,84	457,63	1130,08	609,61	1220,02	590,49	801,28	577,35	854,89	626,19	561,52
TREONINA	128,07	163,90	266,49	197,42	384,47	159,61	204,84	155,54	244,28	159,77	153,67
SERINA	196,56	225,14	364,57	276,30	504,27	229,05	305,70	244,24	331,68	226,16	238,84
A.GLUTAMICO	512,20	759,17	1464,00	892,87	1533,09	700,49	958,33	766,75	1041,02	875,40	735,93
PROLINA	147,07	157,91	282,93	207,17	332,59	168,34	194,37	150,92	229,21	123,68	155,89
GLICINA	178,54	259,97	393,17	266,15	417,72	229,24	260,10	219,58	296,66	226,97	216,84
ALANINA	332,82	224,20	394,19	268,52	485,77	280,83	339,34	—	381,00	234,37	—
CISTINA	193,87	111,60	293,15	315,90	—	205,79	458,00	238,21	3,02	195,6	257,08
VALINA	239,12	245,93	409,73	300,48	515,82	259,55	308,34	266,10	371,94	238,54	262,73
METIONINA	30,75	12,46	44,48	43,73	93,54	29,14	46,08	28,29	53,64	36,07	43,71
ISO LEUCINA	165,27	168,86	279,88	204,63	368,00	178,13	214,92	163,28	259,21	163,97	180,54
LEUCINA	257,47	309,58	519,38	401,82	703,78	316,39	375,76	284,98	473,64	286,68	309,47
TIROSINA	136,26	30,93	187,01	83,13	187,57	88,70	66,65	14,37	91,70	100,37	59,91
FENILALANINA	171,18	245,73	368,89	1328,60	583,89	540,76	283,39	217,43	350,45	212,80	226,80
HISTIDINA	526,87	819,95	1120,11	457,39	470,87	593,50	612,56	501,09	570,24	579,96	604,60
TRIPTOFANO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
LISINA	190,36	258,68	393,48	281,63	501,78	238,22	249,33	187,92	317,11	214,74	196,00
ARGININA	245,24	425,46	652,81	—	—	225,72	501,58	430,84	625,55	421,15	395,17

para las Formulaciones con valores entre 123.68 y 229.21mg/gN; todos estos son valores similares y mayores que el Frijol (Phaseolus vulgaris), cuyo valor está entre 238.00 a 759.00mg/gN, la Soya (Glycine max), con datos entre 320 a 1169mg/gN, al igual que la Yuca entre 172 a 1009mg/gN (16).

Para los otros Aminoácidos No Esenciales (AANE), la Glicina con valores entre 178.54 y 417.72mg/gN para las materias primas, y 216.84 a 296.66mg/gN para las Formulaciones; alanina con intervalos entre 224.20 y 485.77 mg/gN, para las materias primas y valores entre 234.37 a 381.00mg/gN, para las Formulaciones; la Arginina cuyos valores está entre 245.24 a 652.81mg/gN, para las materias primas y para las Formulaciones entre 225.72 y 625,55 mg/gN. Comparados estos valores con los datos reportados por la literatura para Trigo (Triticum sp), con valores entre 174 a 259 mg/gN. Estos datos son menores tanto para materias primas como para las Formulaciones. (16).

Analizando todos estos AANE podemos ver que tanto las materias primas como las Formulaciones poseen un buen patrón de estos aminoácidos lo que sugiere una buena calidad en la respectiva proteína.

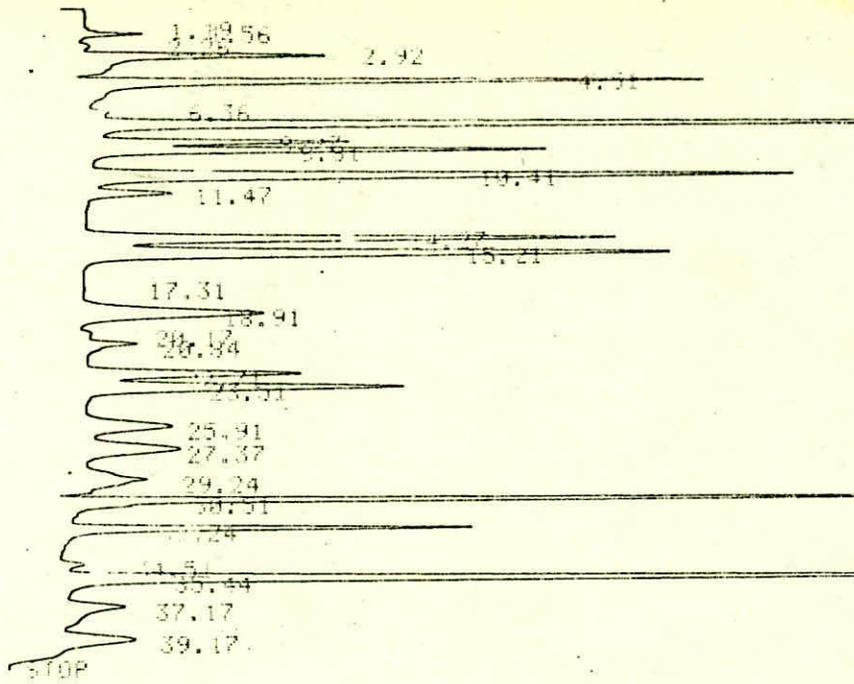
4.1.3.2. Aminoácidos Esenciales (AAE) de las materias primas y sus correspondientes Formulaciones, determinados por un analizador automático con sistema de integración automática se presentan en los cromatogramas (del uno al once) y en la Tabla 6, en la cual se in -

AHUYAMA (*Cucurbita maxima*), BANANO (*Musa sapientum*),
 ÑAME (*Dioscorea* sp) Y DE SUS FORMULACIONES (mg/gN).

AMINOACIDOS	AHUYAMA	BANANO		ÑAME		FI		FII		FIII		PATRAM FAO OMS/1973
		ESTUFA	SOL	ESTUFA	SOL	ESTUFA	SOL	ESTUFA	SOL	ESTUFA	SOL	
ISOLEUCINA	165.27	168.66	279.83	204.63	368.00	182.30	214.92	163.28	259.21	163.97	180.54	250
LEUCINA	257.47	309.58	519.38	401.82	703.78	320.15	375.76	284.98	473.64	286.68	309.47	440
LISINA	190.36	258.68	393.48	281.63	501.78	238.24	240.38	187.92	317.11	214.74	196.00	340
AAS (METIONINA+CIS- TINA)	186.72	622.41	644.15	412.79	417.51	385.25	413.26	380.72	359.09	333.18	190.19	220
AAA (FENILALANINA+ TIROSINA)	307.44	276.66	555.9	1411.75	777.46	629.49	350.04	231.8	442.15	313.17	286.3	380
TREONINA	128.07	163.90	266.49	197.42	384.47	159.62	204.84	159.62	244.28	159.77	153.67	250
TRIPTOFANO												60
VALINA	239.12	245.93	409.73	300.48	515.82	259.57	308.34	266.10	371.94	238.54	262.73	310
HISTIDINA (ESENCIAL PARA LOS INFANTES)	523.87	619.85	1120.11	457.39	470.87	593.52	612.56	501.09	570.24	579.96	604.60	—
LEUCINA ISOLEUCINA	1.56	1.83	1.85	1.96	1.91	1.76	1.75	1.75	1.83	1.75	1.71	1.76

FIGURA 1. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE AMINOACIDO EN AHUYAMA (Cucurbita

máxima) DESECADA EN ESTUFA.



413
98
6
270
44

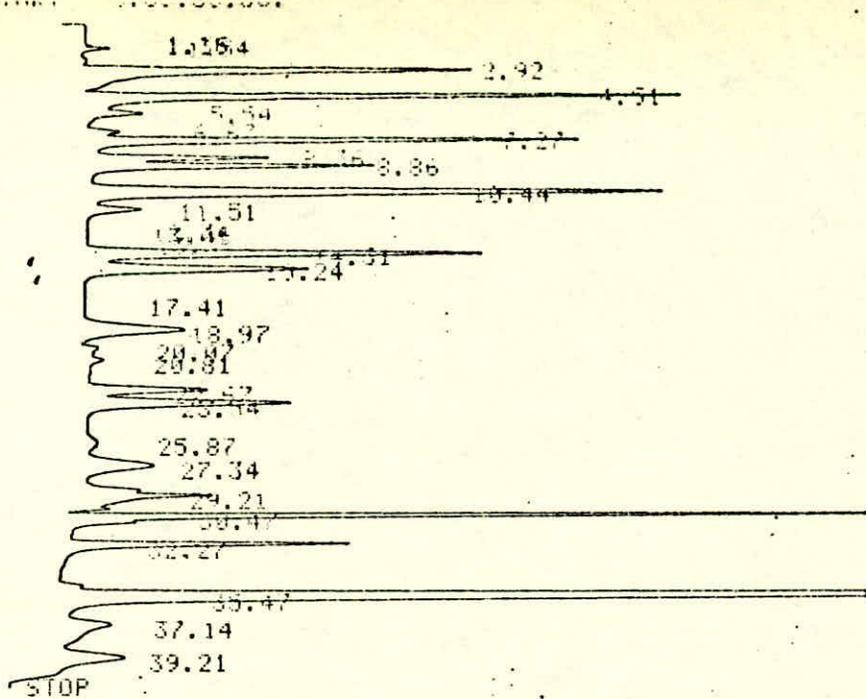
TIME	CONC	NK	RP
1.19			1315
1.56			53486
2.26			13497
2.92	1.6681		369124
4.51			969939
6.35			14029
7.17	9.1843		1762652
8.27	1.9451		372042
8.81	3.3835	V	671348
10.41	6.2976		1393883
11.47	2.3115		141120
14.27	4.3024		871930
15.21	6.7588		1128958
17.31	0.9146		4103
18.91	3.6014		591535
20.17			10256
20.84	0.3731		84189
22.71	2.2893		359743
23.51	3.5522		606783
25.91	1.3606		244543
27.37	1.8751		287337
29.24			312421
30.51	6.1319		1361442
32.24	2.3066		572045
34.51			32068
35.44			1891478
37.17			197064
39.17	2.5474		398555
TOTAL	99.9452		14610341

$\frac{\text{Mg AA}}{100\text{g muestra}}$
 $\frac{\text{Mg AA}}{\text{g}} = \frac{\text{Lectura del Cromatograma} \times \text{P.MAA} \times \left(\frac{\text{VT}}{\text{VA}}\right)}{\text{Contenido de Nitrógeno en la muestra}}$

VT = Volúmen total reconstituido del hidrolizado de la muestra.
 VA = Volúmen de la alícuota del hidrolizado de la muestra sometido a análisis cromatográfico.

FIGURA 2. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINOACIDO EN BANANO (*Musa sapientum*)

DESECADO EN ESTUFA.

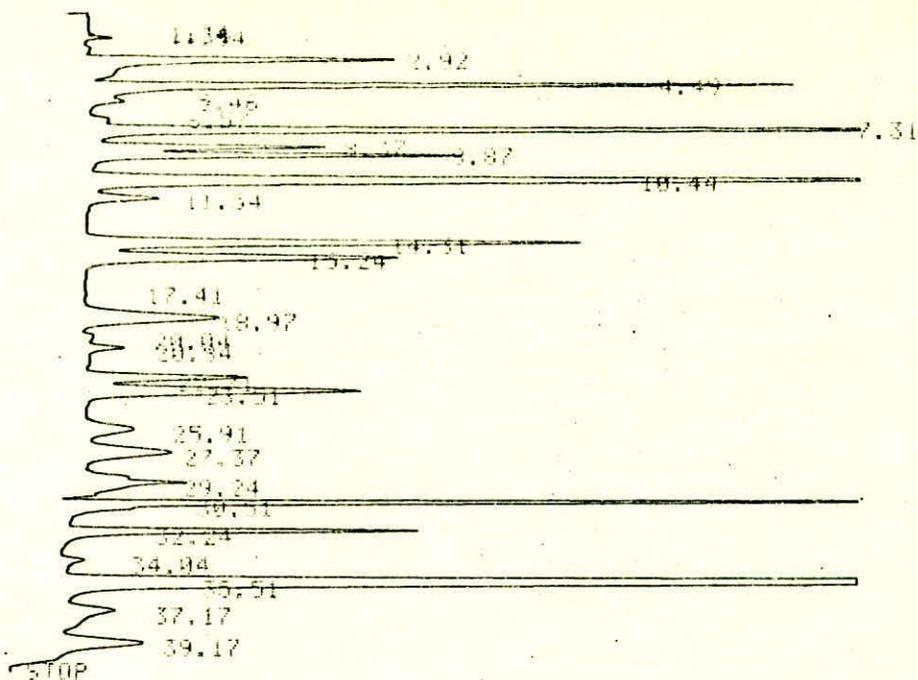


C-R18
 SMPL # 00
 FILE # 6
 REPT # 269
 METHOD 44

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
		1.16			371
		1.35			1308
		1.54			21549
1		2.92	3.4925		772834
?		4.51			839197
		5.54			59435
		6.67			19662
2		7.27	3.3297		639042
3		8.36	1.3328		254932
4		8.86	2.0749	V	411697
5		10.44	4.9976		1106153
6		11.51	1.3288		81130
		12.34			2449
		13.01			1394
		13.31			696
7		14.31	3.3543		679787
8		15.24	2.478		412914
9		17.41	9.0045		1273
10		18.97	1.9832		125750
		20.07			20855
11		20.81	9.081		18289
12		22.67	1.2474		196785
13		23.54	2.2869		390657
14		25.87	9.1854		29739
15		27.34	1.4412		221144
		29.21			407540
16		30.47	5.1185		1052983
13		32.27	1.7145		415954
		35.47			5138741
		37.14			169255
14		39.21	1.3662		362781
	TOTAL		24.2983		1000000

FIGURA 3. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINOACIDO EN BANANO (*Musa sapientum*)

DESECADO AL SOL.

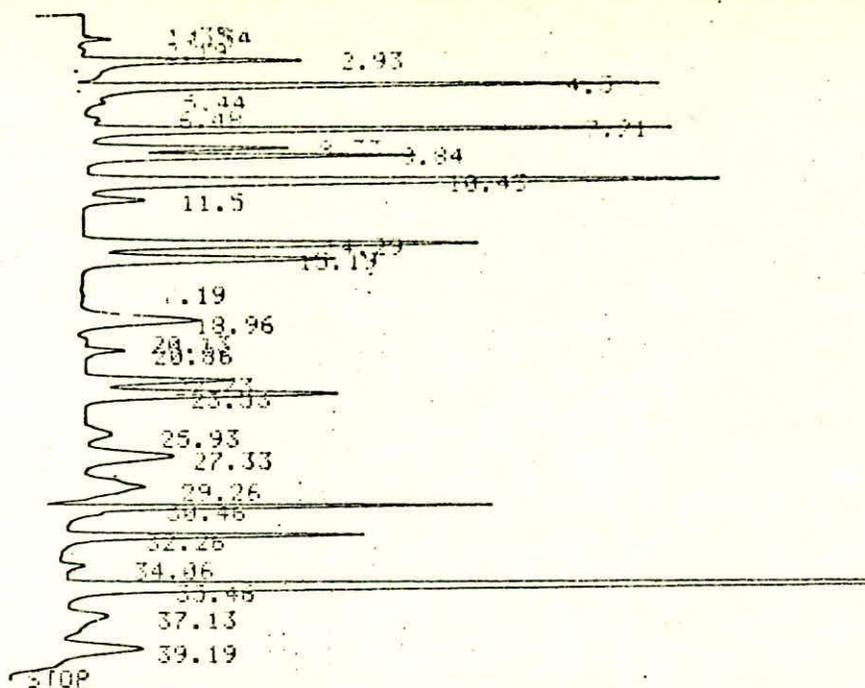


C-RIB
 SMPL # 00
 FILE # 6
 REPT # 268
 METHOD 44

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
		1.16			815
		1.34			1300
		1.54			21602
1		2.92	2.7887		617090
?		4.49			996867
		5.43			26537
		6.57			11793
2		7.31	7.2688		1395039
3		8.37	1.76		336647
4		8.87	2.7288	V	541447
5		10.44	7.8272		1732431
6		11.54	1.9336		118049
7		14.31	4.12		834972
8		15.24	3.481		581458
9		17.41	0.0096		2692
10		18.97	2.6834		440758
		20.04			15038
11		20.84	0.2346		52941
12		22.71	1.6792		264902
13		23.51	3.116		532271
14		25.91	0.812		145953
15		27.37	1.7571		269623
		29.24			373398
16		30.51	5.6795		1168385
18		32.24	2.1181		515090
		34.04			42712
		35.51			3312668
		37.17			182705
19		39.17	2.8267		433388
	TOTAL		52.8251		14968577

FIGURA 4. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINOACIDO EN NAME (Dioscorea sp)

DESECADO EN ESTUFA.

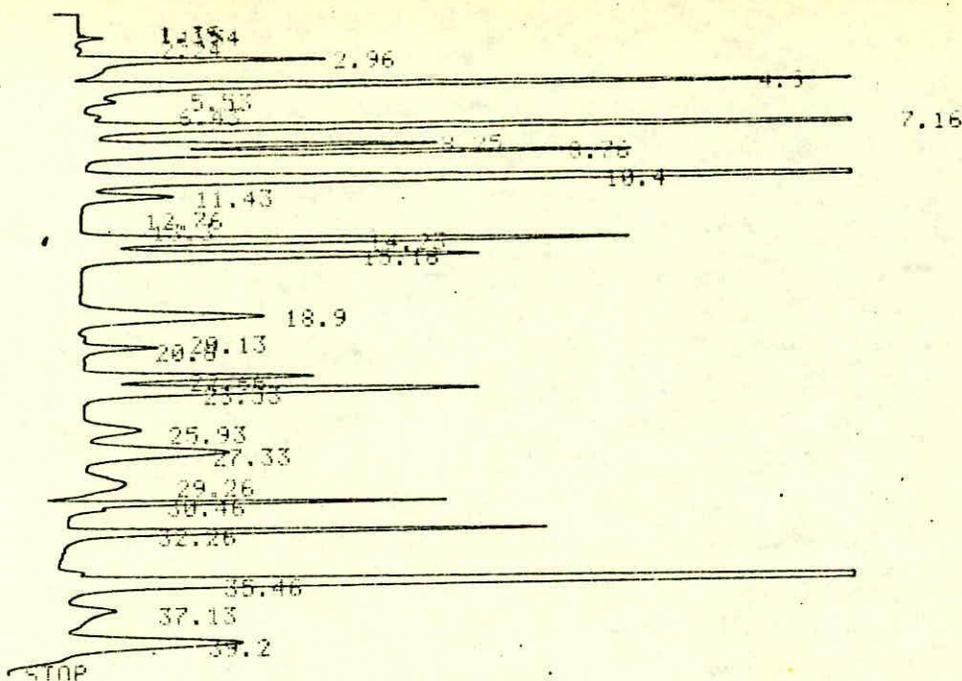


C-R18
 SMPL # 00
 FILE # 6
 REPT # 267
 METHOD 44

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
		1.35			1077
		1.54			22862
		2.19			7602
1		2.93	2.007		444128
2		4.5			799999
		5.44			11603
		6.48			15642
2		7.21	4.2124		808446
3		8.33	1.5247		291635
4		8.84	2.4184	V	479861
5		9.84	5.5823		1235559
6		10.43	1.8557		101085
7		11.5	3.2615		669977
8		14.29	2.7728		463165
9		15.19	0.0121		3398
9		17.19	0.0121		3398
10		18.96	2.3013		377991
		20.13			11329
11		20.86	0.2417		60865
12		22.73	1.356		236489
13		23.53	2.191		481569
14		25.93	0.4121		75366
15		27.33	1.3395		200360
		29.26			149014
16		30.46	2.7121		957942
18		32.26	1.7728		431125
		34.06			41735
		35.46			2009714
		37.13			172470
19		39.19	2.7728		417364
	TOTAL		29.735		1109310

FIGURA 5. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINOACIDO EN NAME (Dioscorea sp)

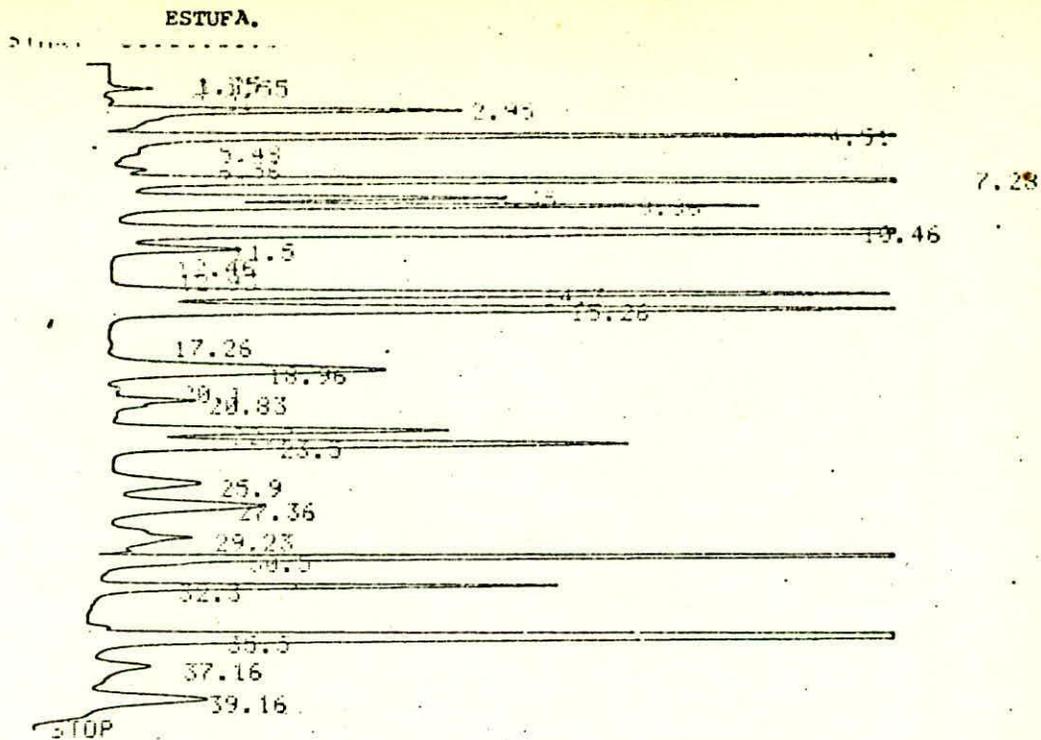
DESECADO AL SOL.



C-R18
 SMPL # 00
 FILE # 6
 REPT # 266
 METHOD 44

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
		1.16			575
		1.35			1258
		1.54			23037
		2.24			8918
1		2.96	1.6146		357290
?		4.5			1156021
		5.53			25202
		6.43			14161
2		7.16	7.7259		1482762
3		8.25	2.7212		520498
4		9.76	4.0449	V	802568
5		10.4	8.7839		1944181
6		11.43	2.4359		148717
		12.76			2328
		13.3			1281
7		14.23	4.6909		950656
		15.16	3.7910		767879
10		18.9	3.6204		594656
		20.13			6073
11		20.8	0.5287		119284
12		22.66	2.3661		373276
13		23.53	4.5249		772937
14		25.93	0.8728		156368
15		27.33	2.9805		457343
		29.26			295881
16		30.46	2.5587		526371
18		32.26	2.8947		703946
		35.46			3286422
		37.13			177178
19		39.2	5.0177		769296
	TOTAL		57.3823		16446867

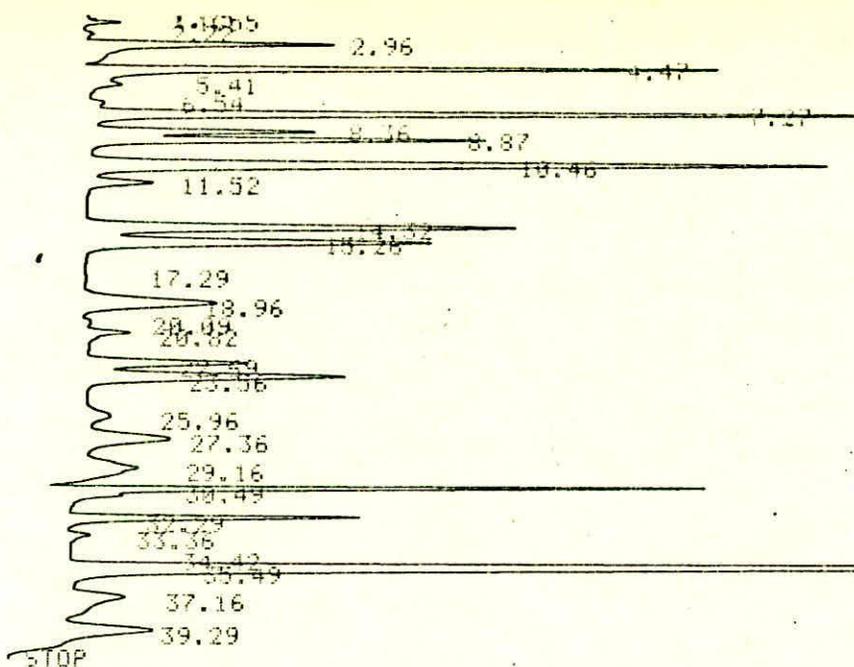
FIGURA 6. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINOACIDO EN LA FORMULACION I



C-R18
 SMPL # .00
 FILE # 6
 REPT # 271
 METHOD 44

#	NAME	TIME	CONC	MK.	AREA
		1.25			1153
		1.35			1111
		1.55			33649
		2.21			5632
1		2.95	3.3687		745443
?		4.51			1252250
		5.48			9367
		6.56			22118
2		7.28	9.4485		1811817
3		8.35	2.9614		547310
4		8.86	4.6764	V	927878
5		10.46	11.2439		2488651
6		11.5	3.3192		202647
		12.46			1306
		12.93			604
7		14.3	6.273		1272503
8		15.26	3.1301		1525057
9		17.26	9.9262		7355
10		18.96	5.4275		391479
		20.1			13685
11		20.83	3.7206		162582
12		22.7	4.3551		687052
13		23.5	6.5661	V	1138705
14		25.9	1.3873		293333
15		27.36	3.9119		462081
		29.23			302381
16		30.5	3.2591		1697206
18		32.3	2.8317		652160
		35.5			3147536
		37.16			183286
19		39.16	1.6399		958058
	TOTAL		26.435		21001102

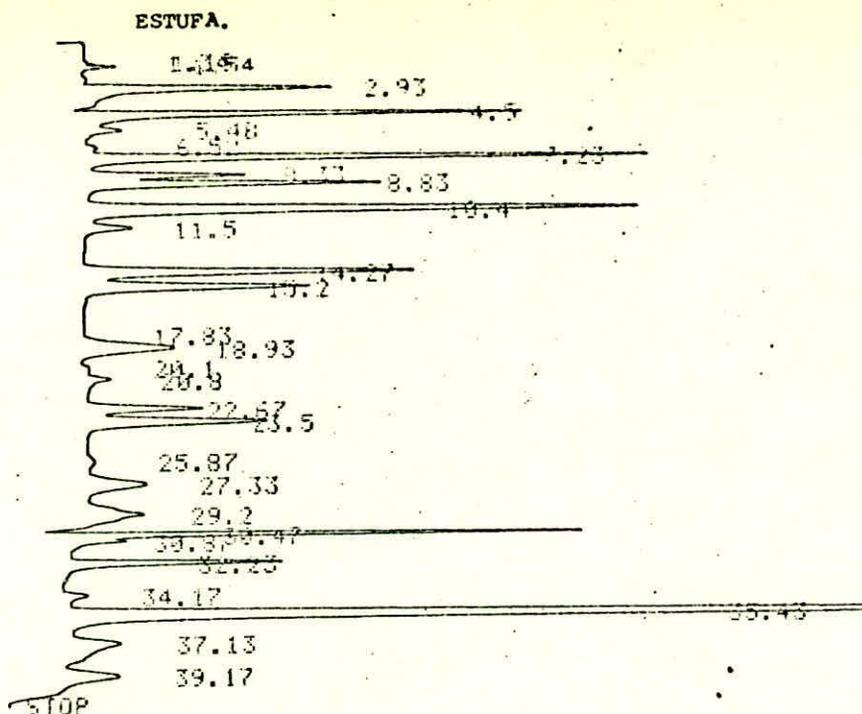
FIGURA 7. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINOACIDO EN LA FORMULACION I SOL.



C-R18
 SMPLE # 00
 FILE # 6
 REPT # 264
 METHOD 44

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
		1.2			574
		1.35			1415
		1.55			28416
		2.22			8694
1		2.96	2.2193		491994
2		4.47			873232
		5.41			23370
		6.54			11681
3		7.27	6.1539		1181970
4		8.36	1.7582		336291
5		8.87	2.9738	V	590953
6		10.46	6.6591		1473885
7		11.52	1.7264		105399
8		14.32	3.5427		717968
9		15.26	3.8946		650536
10		17.29	9.0195		5476
		18.96	2.6247		431111
		20.09			8367
11		20.82	0.3159		71285
12		22.69	1.6758		264372
13		23.56	2.9299		500481
14		25.96	0.3761		67600
15		27.36	1.7544		269215
		29.16			318187
16		30.49	4.0367		830436
18		32.29	1.8817		408963
		33.36			37244
		34.42			2348
		35.49			2786623
		37.16			223022
19		39.29	2.9973		459539
	TOTAL		47.3406		13177965

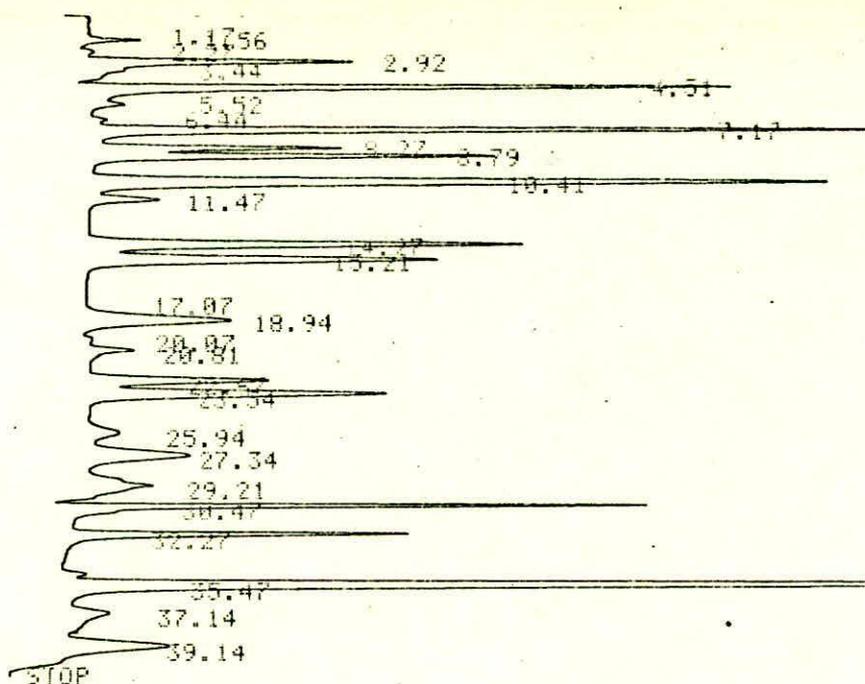
FIGURA 8. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINOACIDO EN LA FORMULACION II



C-R18
 SMPL # 00
 FILE # 6
 REPT # 265
 METHOD 44

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
		1.18			1042
		1.34			1207
		1.54			28351
1		2.93	1.9563		432893
2		4.5			617653
		5.48			36359
		6.52			8940
2		7.23	4.0674		780619
3		8.33	1.2248		234273
4		8.83	2.1795	V	432459
5		10.4	4.8872		1081703
6		11.5	1.2297		75078
7		14.27	2.7432		555949
8		15.2	2.5079		418908
		17.83			680
10		18.93	1.7655		289991
		20.1			5400
11		20.8	0.1779		40141
12		22.67	1.1679		184257
13		23.5	2.0383		348134
14		25.87	0.0744		13376
15		27.33	1.2347		189485
		29.2			152551
16		30.47	2.8455		585381
17		30.87	0.4677	V	109431
18		32.25	1.2937		314616
		34.17			38568
		35.43			2750240
		37.13			212390
19		39.17	2.32		155702
	TOTAL		24.1824		10505313

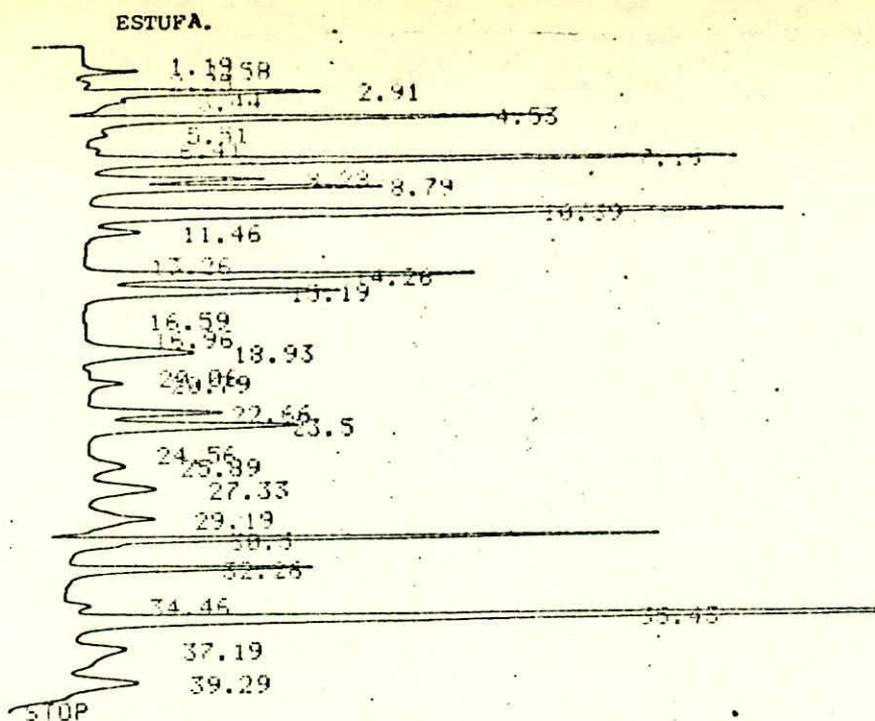
FIGURA 9. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINOACIDO EN LA FORMULACION II SOL.



C-R1B
 SMPL # 00
 FILE # 6
 REPT # 272
 METHOD 44

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
		1.17			1117
		1.56			53683
		2.27			15259
1		2.92	1.6657		368599
		3.44			4787
2		4.51			909530
		5.52			31936
		6.44			10407
2		7.17	5.9238		1136911
3		8.27	1.8919		361867
4		8.79	2.9112	V	577630
5		10.41	6.5266		1444571
6		11.47	1.8369		112149
7		14.27	3.6454		738785
8		15.21	3.9454		659022
9		17.07	0.0116		3262
10		18.94	2.8565		469193
		20.07			8788
11		20.81	0.3318		74869
12		22.67	1.8236		207688
13		23.54	3.3321		569199
14		25.94	0.4669		83916
15		27.34	2.0837		319738
		29.21			338488
16		30.47	3.3906		697517
18		32.27	2.0011		486639
		35.47			2633602
		37.14			147866
19		39.14	3.3133		507979
	TOTAL		47.9589		13054107

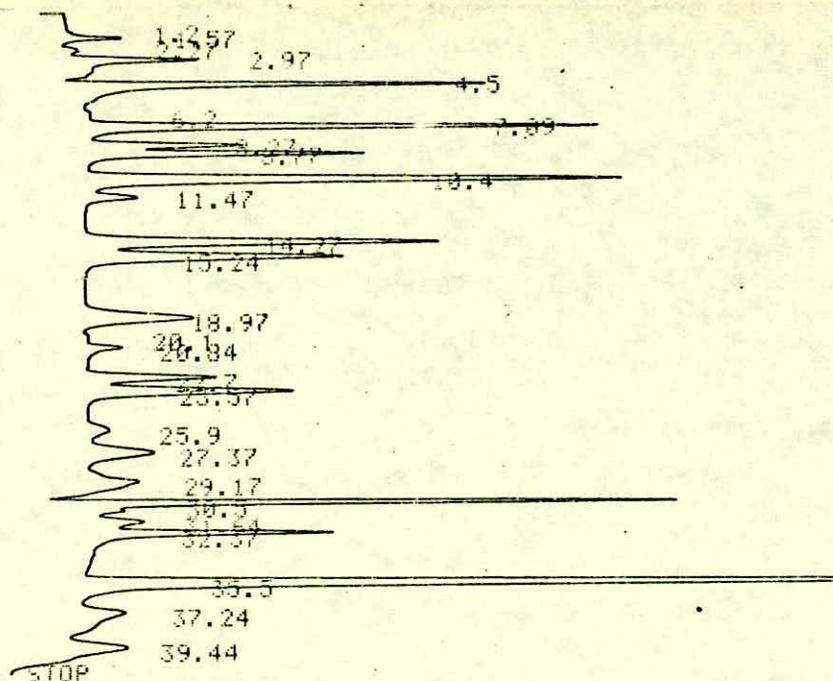
FIGURA 10. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINOACIDO EN LA FORMULACION III



C-R1B
 SMPL # 00
 FILE # 6
 REPT # 274
 METHOD 44

#	NAME	TIME	CONC	HK	AREA
		1.19			1636
		1.58			61268
		2.25			14540
1		2.91	1.8543		418338
		3.44		V	124810
?		4.53			694698
		5.51			17368
		6.41			19919
2		7.16	4.9659		953072
3		8.28	1.3452		257313
4		8.79	2.2718	V	450767
5		10.39	6.281		1390209
6		11.46	1.2734		77744
		13.26			859
7		14.26	3.1919		646873
8		15.19	2.7776		463966
		16.59			1596
9		16.96	0.0125		3521
10		18.93	2.0966		344379
		20.06			6874
11		20.79	0.2554		57627
12		22.66	1.3202		208279
13		23.5	2.3081		394272
		24.56			317
14		25.89	0.5849		105127
15		27.33	1.3603		208739
		29.19			342582
16		30.5	3.9464		811343
18		32.26	1.5513		177262
		34.46			30509
		35.43			1933940
		37.19			233500
19		39.29	2.5535		391492
	TOTAL		34.052		11012330

FIGURA 11. CROMATOGRAMA DE LA DISTRIBUCION DE AMINOACIDO EN LA FORMULACION III SOL.



C-R18
 SMPL # 00
 FILE # 6
 REPT # 273
 METHOD 44

#	NAME	TIME	CONC	MK	AREA
		1.2			1119
		1.57			64028
		2.27			18501
1		2.97	0.8676		192000
2		4.5			690517
		6.2			6588
3		7.09	4.2261		811073
4		8.27	1.2926		247249
5		8.77	2.2769	V	451772
6		10.4	5.0112		1109150
7		11.47	1.3569		82845
8		14.27	2.8941		586527
9		15.24	2.8913		482955
10		18.97	2.1916		359977
		20.1			6303
11		20.84	0.2937		66275
12		22.7	1.3796		217645
13		23.57	2.3647		403937
14		25.9	0.3313		59557
15		27.37	1.3734		210746
		29.17			302642
16		30.5	3.9044		803208
		31.64			63506
18		32.37	1.3439		326813
		35.5			2044804
		37.24			219416
19		39.44	2.2733		348532
	TOTAL		36.2733		10177695

cluye también el patrón de AAE según la FAO-OMS-1973, para propósitos comparativos (45).

Al comparar los valores de la Isoleucina correspondientes a las Formulaciones con los de la harina de Trigo (Triticum spp), sometida a cocción con agua, y los de la zanahoria (Daucus carota) (16) se observa que la cantidad de este AAE en la Formulación I estufa de 182.30 mg/gN es similar a la cifra reportada por la literatura de 203mg/gN para la harina de Trigo y 186mg/gN para zanahoria.

En relación a la Leucina, el Banano desecado al sol (519.38mg/gN), el Ñame desecado al sol (703.78mg/gN), al igual que la Formulación II sol(473.64mg/gN), contienen cifras mayores en comparación al patrón de la FAO, de 440mg/gN; (45) y también son superiores a los reportados para Lenteja (Lens culinaris), de 477mg/gN; Batata (Ipomoea batatas), de 340mg/gN y Zanahoria (Daucus carota), con 276mg/gN (16). El valor de Leucina en el Ñame desecado al sol (703.78mg/gN) se acerca al del Maíz opaco-2, con 928mg/gN (28).

La Lisina, uno de los AAE de mayor importancia en la nutrición aparece con valores en el Banano desecado al sol de 393.48mg/gN; de 501.78mg/gN en el Ñame desecado al sol y de 238.24mg/gN en la Formulación I estufa; es importante destacar cómo el Ñame al sol posee un valor superior de Lisina en comparación a la Leche (496mg/gN (28) y al Maíz Opaco -2, de 445.07mg/gN (28). En General, las materias primas y las Formulaciones, desecadas tanto al sol como en estufa,

poseen valores superiores a los de la harina de Trigo (232 mg/gN) y de Avena (Avena sativa), de 159 mg/gN (36).

En lo que se refiere a Aminoácidos Azufrados (AAS) y Aminoácidos Aromáticos (AAA), las cifras de las materias primas varían entre 186.72 mg/gN y 644.15 mg/gN y entre 276.60 y 1411.73 mg/gN, respectivamente. El anterior intervalo de Aminoácidos Azufrados es mayor que los AAS para el frijol común (Phaseolus vulgaris), de 119 mg/gN, comparativamente similar a las cifras dadas para AAS en el huevo (362 mg/gN) (16).

El contenido de AAA en el huevo (618 mg/gN) (28) es menor que los correspondientes a Ñame en Estufa (1411.73 mg/gN) y al sol (771.46mg/gN) y a la Formulación I Estufa, con 629.49 mg/gN.

Los contenidos de Treonina en Banano desecado al sol (266.49 mg/gN), Ñame desecado al sol (384.47 mg/gN) y Formulación II Sol (244.28mg/gN) son similares o mayores que el correspondiente a la Harina de Pescado, de 26 mg/gN (16). Las cifras de Valina presentadas por la Formulación I Estufa y Sol (259.57 y 308.34 mg/gN); Formulación II Sol (371.94 mg/gN), al igual que los de Banano (409.73 mg/gN), Ñame Estufa 300.48 mg/gN (515.82 mg/gN) son superiores a los de la Harina de Trigo, de 270 mg/gN (16). El Ñame desecado al sol posee un valor de Treonina de 515.82 mg/gN, muy cercano al del Maíz Opaco-2, de 520.83 mg/gN y superior al presentado por la Batata, de 283 mg/gN (28, 16).

La Histidina que es un Aminoácido de mucha importancia en el crecimiento de los niños se presenta en gran cantidad en todas las materias primas y Formulaciones. En las materias primas, su contenido varía entre 457.39 y 1120.11mg/gN y en las Formulaciones entre 501.09 y 612mg/gN. Todos estos valores son superiores a los reportados por la literatura (16), para Trigo (121mg/gN); Huevo (152mg/gN); Carne (213mg/gN); Harina de Pescado (161mg/gN) y Fríjol Caupí (Vigna spp), con 204mg/gN.

La relación Leucina/Isoleucina en las materias primas se encuentra entre 1.56 y 1.96 y en las Formulaciones entre 1.71 y 1.83; menor de 2.53 de la relación del Maíz Opaco -2 (28) y bastante similar a los correspondientes a la Leche (1.53); Trigo (1.92); Carne de Res (1.68); Fríjol (1.84) y Yuca (1.76) (16). Se puede decir, por lo tanto, que no existe posibles peligros de imbalances según Harper (26) en las Formulaciones elaboradas en el presente trabajo a partir de Ahuyama, Banano y Ñame.

4.1.4. Cómputo o "Score Químico".

El papel de una proteína dietética es proporcionar material para la síntesis de proteína corporal y otros metabolitos nitrogenados fisiológicamente importantes, como por ejemplo, hormonas y diversos derivados amino-acídico activos. Todas las funciones de las proteínas dietarias son esenciales para la salud, pero el proceso de síntesis de proteína corporal es considerado ser el más importante cuantitati

vamente en relación a la utilización de Amino-Acidos (45).

El valor nutritivo de una proteína depende, en primera instancia de su capacidad para satisfacer las necesidades de Nitrógeno y Amino-Acidos Esenciales (45).

Block Mitchell (1946) introdujeron al concepto de ensayar la calidad nutricional de una proteína con base en sus constituyentes Amino-Acidos, denominando "Score o Cómputo Químico" el valor obtenido; el cual para un alimento proteínico se define como:

$$\begin{array}{l} \text{Cómputo o} \\ \text{Score Químico} \end{array} = \frac{\text{mg de AA/gN en la proteína de ensayo}}{\text{mg de AA/gN en un patrón de referencia}} \times 100$$

El patrón de referencia para la determinación del Cómputo químico se basa en las evaluaciones de los requerimientos de Amino-Acidos para humanos, realizados en 1973, y se presenta en la Tabla 6.

En el presente trabajo no se realizó la determinación de Triptófano en las materias primas ni en las Formulaciones. No obstante, se efectuaron los cálculos del cómputo químico con los restantes Amino-Acidos esenciales con el fin de obtener una primera aproximación de la eficiencia probable de utilización de la proteína de cada producto vegetal o de la mezcla de proteínas en las Formulaciones destinadas a la alimentación para niños (45).

La Tabla 7 presenta los resultados obtenidos al aplicar la anterior

COMPUTO O "SCORE QUIMICO" DE AHUYAMA
 (Cucurbita maxima), BANANO (Musa sapientum)
 Y NAME (Dioscorea sp) Y SUS FORMULA-
 CIONES (%)

AMINOACIDOS	AHUYAMA	BANANO		NAME		F I		F II		F III	
		ESTUFA	SOL	ESTUFA	SOL	ESTUFA	SOL	ESTUFA	SOL	ESTUFA	SOL
ISOLEUCINA	66.10	67.54	111.95	81.85	147.20*	73.32	85.96	65.31	103.68	65.58	72.21
LEUCINA	58.52	70.35	118.04	91.32	159.95	72.76	85.40	64.76	107.64	65.15	70.33
LISINA	56.00	76.08	115.72	82.83	147.58	70.07	70.70*	55.27*	93.26*	63.15*	57.64*
AAS	84.87	282.91	292.79	187.63	189.77	175.11	187.84	173.05	163.22	151.44	86.45
AAA	80.90	72.80	146.28	371.50	203.01	165.66	92.11	61.00	116.35	82.41	75.34
TREONINA	51.22*	65.56*	106.60	78.96*	153.78	63.85*	81.93	62.22	97.71	63.90	61.46
VALINA	72.14	79.33	132.17	96.92	166.39	83.73	99.46	85.83	119.98	76.94	84.75

* SCORE QUIMICO

expresión para los Amino-Acidos esenciales de las materias primas y sus Formulaciones (Tabla 6).

Con base en el concepto de que aquel Amino-Acido que presente la más baja proporción es el primer Limitante ó "Score"; se deduce que el primer Limitante ó "Score" Químico (SQ) en la Ahuyama es la Treonina (SQ = 51.22%), siendo la Lisina su segundo Limitante (55.99%). Los otros AAE muestran una relación entre 58.52 y 84.87%. El SQ del Banano desecado en estufa es la Treonina (65.56%), teniendo como Segundo Limitante a la Isoleucina (67.54%).

Por el contrario, el Banano desecado al sol mostró proporciones superiores al 100% en cada uno de los AAE, no existiendo, por lo tanto restricciones desde el punto de vista de limitación AAE presentando un buen perfil de AAS.

El Ñame desecado en estufa posee también como SQ a la Treonina (78.96%), y a la Isoleucina (81.52%) como su Segundo AAE Limitante. En cambio el Ñame desecado al sol no demostró limitaciones de AAE con respecto al Patrón de FAO/OMS-1973.

Por lo anterior, se puede asegurar que resulta más adecuada desde el punto de vista cuantitativo el perfil de AAE obtenido con las materias primas desecadas al sol debido posiblemente a un efecto negativo en la estabilidad de AA durante el desecado en estufa, en relación al proceso de secado al sol.

En cuanto a las Formulaciones no se observa una tendencia muy generalizada en los valores de Cómputo Químico de acuerdo a los métodos de secado.

La Formulación IE tiene un SQ de 63.85% (Treonina), siendo su Segundo Limitante la Lisina (70.70%).

La FIS tiene como SQ a la Lisina (70.70%) y como segundo Limitante a la Treonina (81.93%).

La FIIIE presenta un SQ de 55.27% (Lisina) y la FIIS un SQ de 93.26% (Lisina), siendo los valores de sus respectivos Segundos Limitantes 61.0% (AAA) y 97.71% (Treonina).

Para la FIIIE el SQ es la Lisina (63.15%) y el Segundo Limitante la Treonina (63.10%). La Lisina y la Treonina son también el SQ (57.64%) y el Segundo Limitante (61.46%), respectivamente, para la FIIIS.

Es importante destacar los siguientes aspectos :

Todas las Formulaciones presentan un buen perfil de AAS. El mejor balance Amino-Acido se obtuvo con la Formulación II al sol, lo que se relaciona con un alto grado en la distribución porcentual en dicha Formulación del Níame (50%) el cual aporta un gran contenido de AAE (Tabla 6).

Las Formulaciones tienen como SQ y Segundo Limitante a la Lisina y la Treonina, AAE deficitarios también en cereales como arroz, trigo y maíz (45).

Desde hace tiempo, solo el puntaje químico basado en la cantidad de Lisina, AAS o Triptófano ha sido materia de adecuados ensayos biológicos, por que parecen ser los más Limitantes en la mayoría de alimentos y dietas. Por lo tanto, estos tres Amino-Acidos, y quizás Treonina pueden tenerse en cuenta cuando se calculan los "Score" en productos alimenticios rutinario (45).

Lo anterior se encuentra de acuerdo con los resultados obtenidos en los puntajes de AA del presente estudio, con la excepción de los AAS, que presentan una concentración óptima en las Formulaciones. Sin embargo, es de gran utilidad el conocimiento del patrón integral de AA para predecir el segundo y Tercer AAE Limitantes, determinantes de la calidad proteínica cuando se presentan a bajos niveles en la proteína objeto de investigación (45).

4.1.5. Análisis físico químico de las materias primas y formulaciones

4.1.5.1. Ensayo de Dispersión

En la Tabla 8 se presentan los valores de altura en cm, establecido durante las pruebas de Dispersión o estabilidad en las materias primas y en sus Formulaciones. Se aclara que a mayor altura correspon-

MATERIAL ALIMENTICIO		ALTURA DESDE EL FONDO CM.	ALTURA DEL SOBRENADANTE CM.
AHUYAMA	ESTUFA	18,70	81,30
BANANO	ESTUFA	4,00	96,00
	SOL	6,00	94,00
ÑAME	ESTUFA	7,60	92,40
	SOL	6,20	93,80
FORMULACION I	ESTUFA	7,60	92,40
	SOL	7,70	93,30
FORMULACION II	ESTUFA	9,20	90,80
	SOL	7,00	93,00
FORMULACION III	ESTUFA	11,10	88,90
	SOL	8,90	91,10

de mayor formación de "Almidón Dañado" (una ruptura más eficiente de los gránulos de almidón durante el proceso de molienda, lográndose así una condición más favorable para la preparación de dietas alimenticias por cocción) y por ende una menor velocidad de sedimentación (9), tal como ocurrió en la Ahuyama Formulación II estufa, Formulación III estufa y Formulación III sol. Las demás materias primas y Formulaciones dieron menor almidón dañado, por consiguiente mayor velocidad de sedimentación, bajo las condiciones de preparación, secado y molienda descritas con anterioridad.

4.1.5.2. Viscosidad

Los resultados obtenidos en el Viscosimétero de Brookfield por el método de Heldman (21) se presentan en la Tabla 9.

Al realizar disoluciones acuosas al 1.0; 2.50 y 5.0%, con base en peso muestra /100 cc, apareció una apreciable cantidad de sedimento, observándose partículas finas sobrenadantes del producto, lo cual se pudo obviar humedeciendo previamente el producto (en papilla) antes de disolverlo.

En general, las tres Formulaciones, en la dilución respectiva e independiente del método de secado, mostraron iguales resultados de Viscosidad, con excepción de la dilución al 2.5% donde los valores fluctuaron entre 1.30 y 1.8 (segundos/dinas/cm²). No obstante, no se puede asegurar que dichas variaciones se deban al proceso Per-se de

TABLA 9

VISCOSIDADES APARENTES* DE FORMULACIONES
DE AHUYAMA (Cucurbita maxima), ÑAME (Dioscorea sp)
Y BANANO (Musa sapientum) A 30° C.

FORMULACION	a I		a II		a III	
	ESTUFA	SOL	ESTUFA	SOL	ESTUFA	SOL
1,00	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
2,50	1,30	1,40	1,40	1,30	1,30	1,80
5,00	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
AGUA	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

* Viscosímetro de Brookfield

a. Lecturas en poises, cuyas unidades son dadas en (segundos)/(dmas/cm²)

elaboración de alimento. Se estableció así mismo que las concentraciones examinadas no modificaron apreciablemente la Viscosidad de las Formulaciones.

4.1.5.3. Granulometría de las Formulaciones

La distribución porcentual de las partículas de las Formulaciones en función de su tamaño y referido calibre de cedazo estándar estadounidense (U.S.A. STANDARD TESTING SIEVE ASTM - 11 SPECIFICATION) se presentan en las Tablas 10, 11 y 12 (Proceso de secado en estufa) y 13, 14 y 15 (Proceso de secado al sol), respectivamente.

A partir del gráfico 12 se obtuvo la ecuación de regresión $\text{Log} = -2.90225 - 0.25842020\text{M.F.}$, o en forma exponencial de: $D=0.00125 (18)^{\text{M.F.}}$; con la cual se establecieron los diámetros promedios de las partículas en las Formulaciones que aparecen en las tablas.

La Formulación I estufa presentó un módulo más fino (M.F.) de 2.86 y un diámetro promedio de partículas de 0.00671 pul. (0.171 mm); según este M.F., la mayoría de las féculas se encuentran retenidas entre los tamices 2 y 3.

La Formulación III estufa presentó un M.F. de 2.43 también con una retención de partículas en los tamices 2 y 3 y un diámetro promedio de 0,00521 pul (0.132mm).

EQUIVALENCIA EN TYLER Mallaje	Nº	U.S.A STANDAR TESTING SIEVE ASTM-II SPECIFICATION			
		TAMAÑO Pulgada	DE ABERTURA mm	MATERIAL RETENIDO %	MULTIPLICADO Por
16	6	0,0394	1	4,45	x 6 = 26,7
42	5	0,0139	0,353	21,42	5 = 107,1
60	4	0,0098	0,248	10,36	4 = 41,44
115	3	0,0049	0,124	14,00	3 = 42,00
325	2	0,0017	0,043	29,40	x 2 = 58,8
400	1	0,0015	0,038	10,37	x 1 = 10,37
BANDEJA				10,00	x 0 = 0,00
TOTALES				<u>100,0</u>	<u>286,41</u>

MODULO MAS FINO :

$$\frac{286,41}{100} = 2,86$$

DIAMETRO PROMEDIO DE PARTICULA* :

0,00671 Pul. = 0,171 mm.

GRADO DE UNIFORMIDAD :

Grueso : Mediano : Fino
1 : 3 : 6

*D = 0 00125 (1.8) MF.

EQUIVALENCIA EN TYLER M a l l a j e	Nº	U.S.A STANDAR TESTING SIEVE ASTM-E-II SPECIFICATION			
		TAMAÑO Pulgada	DE ABERTURA m m	MATERIAL RETENIDO %	MULTIPLICADO Por
16	6	0,0394	1	3,37	x 6 = 20,22
42	5	0,0139	0,353	21,91	x 5 = 109,55
60	4	0,0098	0,248	10,18	x 4 = 40,72
115	3	0,0049	0,124	13,71	x 3 = 41,13
325	2	0,0017	0,043	25,67	x 2 = 51,34
400	1	0,0015	0,038	8,98	x 1 = 8,98
BANDEJA				16,18	x 0 = 0,00
TOTALES				<u>100,00</u>	<u>271,94</u>

MODULO MAS FINO :

$$\frac{271,94}{100} = 2,72$$

DIAMETRO PROMEDIO DE PARTICULA * :

$$0,00618 \text{ Pul.} = 0,1570 \text{ mm}$$

GRADO DE UNIFORMIDAD :

Grueso : Mediano : Fino
1 : 3 : 6

$$*D = 0,00125 (1.8) \text{ MF}$$

EQUIVALENCIA EN TYLER		U. S. A STANDAR TESTING SIEVE ASTME-II SPECIFICATION			
Mallaje	Nº	TAMAÑO Pulgada	DE ABERTURA m m	MATERIAL RETENIDO %	MULTIPLICADO Por
16	6	0,0394	1	3,60	x 6 = 21,6
42	5	0,0139	0,353	18,88	x 5 = 94,4
60	4	0,0098	0,248	9,51	x 4 = 38,04
115	3	0,0049	0,124	14,36	x 3 = 43,08
325	2	0,0017	0,043	15,82	x 2 = 31,64
400	1	0,0015	0,038	14,27	x 1 = 14,27
BANDEJA				23,56	x 0 = 0,00
TOTALES				<u>100,0</u>	<u>243,03</u>

MODULO MAS FINO :

$$\frac{243,03}{100} = 2,43$$

DIAMETRO PROMEDIO DE PARTICULA* :

$$0,00521 \text{ Pul.} = 0,132 \text{ mm.}$$

GRADO DE UNIFORMIDAD :

Grueso : Mediano : Fino
1 : 3 : 6

*D = 0 00125 (1.8) MF.

EQUIVALENCIA EN TYLER M a l l e j e	N ^o	U.S.A STANDAR TESTING SIEVE ASTM E-II SPECIFICATION			
		TAMAÑO Pulgada	DE ABERTURA m.m.	MATERIAL RETENIDO %	MULTIPLICADO Por
16	6	0,0394	1	4,309	x 6 = 25,854
42	5	0,0139	0,353	21,607	x 5 = 108,035
60	4	0,0098	0,248	8,81	x 4 = 35,24
115	3	0,0049	0,124	9,07	x 3 = 29,127
325	2	0,0017	0,043	30,904	x 2 = 61,808
400	1	0,0015	0,038	11,876	x 1 = 11,876
BANDEJA				12,785	x 0 = 0,0
TOTALES				<u>100,0</u>	<u>271,94</u>

MODULO MAS FINO :

$$\frac{271,94}{100} = 2,72$$

DIAMETRO PROMEDIO DE PARTICULA * :

$$0,00618 \text{ Pul} = 0,1570 \text{ mm}$$

GRADO DE UNIFORMIDAD:

Grueso : Mediano : Fino
1 : 3 : 6

* D = 0,00125 (1.8) MF

EQUIVALENCIA EN TYLER M A L L A J E	Nº	U.S.A STANDAR TESTING SIEVE ASTM-E-II SPECIFICATION			
		TAMAÑO Pulgada	DE ABERTURA mm	MATERIAL RETENIDO %	MULTIPLICADO Por
16	6	0,0394	1	3,161	x 6 = 18,968
42	5	0,0139	0,353	20,643	x 5 = 103,215
60	4	0,0098	0,248	10,03	x 4 = 40,12
115	3	0,0049	0,124	8,655	x 3 = 25,965
325	2	0,0017	0,043	32,118	x 2 = 64,236
400	1	0,0015	0,034	13,220	x 1 = 13,220
BANDEJA				12,174	x 0 = 0,0
TOTALES				<u>100,0</u>	<u>265,722</u>

MODULO MAS FINO =

$$\frac{265,722}{100} = 2,66$$

DIAMETRO PROMEDIO DE PARTICULA * =

$$0,00597 \text{ Pul} = 0,1516 \text{ mm}$$

GRADO DE UNIFORMIDAD

Grueso : Mediano : Fino
1 : 3 : 6

*D = 0,00123 (1.8) MF

EQUIVALENCIA EN TYLER M a l l a j e	Nº	U.S.A STANDAR TESTING SIEVE ASTM-E-II SPECIFICATION			
		TAMAÑO Pulgada	DE ABERTURA mm	MATERIAL RETENIDO %	MULTIPLICADO Por
16	6	0,0394	1	4,00	x 6 = 24,00
42	5	0,0139	0,353	21,07	x 5 = 105,35
60	4	0,0098	0,248	10,13	x 4 = 40,52
115	3	0,0049	0,124	12,66	x 3 = 37,98
325	2	0,0017	0,043	31,82	x 2 = 63,64
400	1	0,0015	0,038	12,30	x 1 = 12,30
BANDEJA				8,02	x 0 = 0,00
TOTALES				<u>100,00</u>	<u>283,79</u>

MÓDULO MAS FINO :

$$\frac{283,79}{100} = 2,84$$

DIAMETRO PROMEDIO DE PARTICULA * :

$$0,00663 \text{ Pul} = 0,1685 \text{ mm}$$

GRADO DE UNIFORMIDAD :

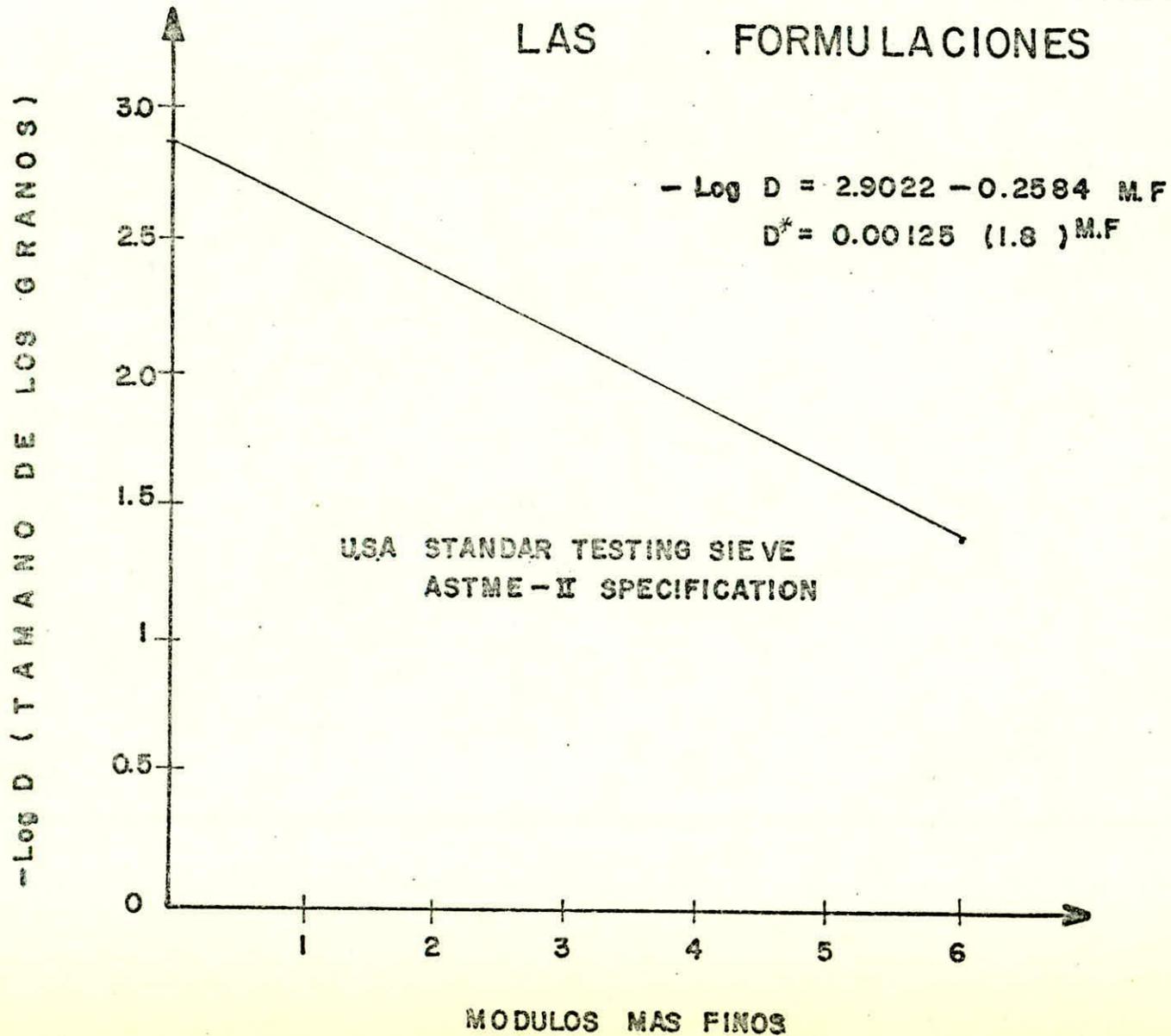
Grueso : Mediano : Fino
1 : 3 : 6

*D = 0,00125 (1.8) MF

FIGURA

12

RELACION ENTRE EL MODULO MAS FINO Y
EL TAMAÑO PROMEDIO DE PARTICULAS DE
LAS FORMULACIONES



*D EN PULGADAS

La Formulación II Sol mostró un M.F. de 2.66 significa esto que la mayoría de las féculas se encuentran retenidas en los tamices 2 y 3 con diámetro promedio (D) de partícula de 0.00597 pul (0.1516 mm).

La Formulación III Sol mostró un M.F. de 2.84 encontrándose la mayoría de partículas, al igual que las anteriores, en los tamices 2 y 3 con un diámetro promedio (D) de 0.00663 pul (0.1685 mm).

La Formulación II Estufa y la Formulación I Sol presentaron un módulo más fino igual de 2.72 indicando esto que el mayor porcentaje de partícula se encuentra en los tamices 2 y 3 y un diámetro promedio (D) de 0.00618 pul (0.1570 mm), respectivamente; para la FIE, FIS y FIIIS, sólo un 4% del material fue retenido en la Criba Standar Tyler 16; lo que significa que un 96% del material presenta una Granulometría menor.

Por otro lado para las FIS, FIIS y FIIIS, respectivamente, sólo un 3% del material fue retenido en la Criba Standar Tyler 16, lo cual significa que un 97% del respectivo material presenta una Granulometría menor.

En cada una de las seis (6) Formulaciones el grado de uniformidad se estableció considerando como grueso el mallaje 16; mediano los mallajes 42 y 60 y finos a los mallajes 115, 325 y 400 y la bandeja; encontrándose una proporción que indica que por cada 10 par-

tes de las Formulaciones existen una parte gruesa, 3 medianas y 6 finas. Se deduce por lo tanto que las condiciones de molienda fueron totalmente reproducibles en cada caso.

4.1.6. Análisis Microbiológico

Los resultados microbiológicos para las materias primas, y sus formulaciones se presentan en la Tabla 16. Estos resultados son de mucha importancia en cuanto a la calidad higiénica del producto se refiere.

4.1.6.1. Recuento Total de Mesófilas viables.

Las harinas de Ahuyama (Cucurbita máxima), Ñame (Dioscorea spp) y Banano (Musa sapientum), presentaron un recuento de mesófilas viables relativamente bajo con intervalos entre 4×10^2 y 1.2×10^4 , a las 24 horas. Este estado óptimo microbiológico, quizás se deba a un manipuleo adecuado en el lugar de elaboración de las harinas, con valores que no superan los valores permisibles reportados para otras harinas tales como la de la Soya (2×10^4 c/g), y cercanos al reportado para harina de maíz con 1×10^4 colonias/g (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, 1975).

Los resultados de mesófilas para las Formulaciones desecadas en estufa y al sol estuvieron entre 1.7×10^3 y 1.8×10^4 , ligeramente inferiores a los dados anteriormente para harinas de maíz (Zea mays) y de Soya (Glycine max).

TABLA 16

ANALISIS MICROBIOLOGICO EN AHUYAMA (*Cucurbita maxima*),
 BANANO (*Musa sapientum*), ÑAME (*Dioscorea sp*) Y EN SUS
 FORMULACIONES.

ANALISIS MATERIA PRIMA	RECUESTO TOTAL DE COLONIAS MESOFILAS VIABLES EN 24 HORAS	HONGOS Y LEVA- DURAS EN 8 DIAS	E. COLI 24 Y 48 HORAS	SALMONELLA SHIGELLA 24-48 HORAS	COLIFORMES TOTALES / g N.M.P 48 HORAS	STAPHILOCOCCUS AUREUS 24 HORAS
AHUYAMA (E)	1.2×10^4	1.2×10^3	NEGATIVO	NEGATIVO	29	NEGATIVO
BANANO (E)	1.1×10^3	0.3×10^2	"	"	21	"
ÑAME (E)	0.4×10^3	0.7×10^2	"	"	15	"
BANANO (S)	6.0×10^3	0.8×10^2	"	"	46	"
ÑAME (S)	9.4×10^3	0.4×10^2	"	"	75	"
FORM. I (E)	4.8×10^3	0.1×10^3	"	"	15	"
FORM. I (S)	1.7×10^3	0.1×10^2	"	"	21	"
FORM. II (E)	1.0×10^4	0.4×10^3	"	"	36	"
FORM. II (S)	2.4×10^3	0.5×10^2	"	"	93	"
FORM. III (E)	2.1×10^3	0.2×10^3	"	"	12	"
FORM. III (S)	1.8×10^4	0.2×10^2	"	"	11	"

N.M.P = NUMERO MAS PROBABLE ;(E) Estufa ;(S) Sol

" α = N. Colonia/g

4.1.6.2. Recuento de Hongos y Levaduras

Los recuentos de hongos y levaduras, a los 8 días, para las materias primas se encuentran entre 30 y 1.2×10^3 y entre 10 y 4×10^2 para las Formulaciones; estos valores se encuentran por encima de los reportados para Soya y Maíz, de 10 colonias/g (7).

4.1.6.3. Coliformes Totales, (Número más probable, N.M.P.)

Los recuentos se efectuaron a las cuarenta y ocho horas encontrándose un N.M.P. para las materias primas entre 15 y 75 colonias/g; para las Formulaciones, entre 11 y 93 colonias/g. Los valores permisibles dados por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (I. C.B.F.) (7) para la harina de maíz son iguales o menores a 100 colonias/g; lo cual indica que las Formulaciones elaboradas en la presente investigación no sufrieron gran contaminación con esta clase de m.o.

4.1.6.4. Escherichia coli

Los resultados fueron negativos tanto para las materias primas como para las Formulaciones a las 24 horas y 48 horas, respectivamente.

4.1.6.5. Salmonella y Shigella

La presencia de estos microorganismos en cualquier alimento entraña peligros según Frazier (1970). Las pruebas para estos microorganismos

mos, a las 24 y 48 horas no revelaron presencia; lo cual garantiza desde este punto de vista que es un producto higiénicamente aceptable. Y que se puede dar para el consumo humano.

4.1.6.6. Recuento de Staphylococcus aureus.

Las materias primas y las formulaciones presentaron recuentos negativos, a las 24 horas, de Staphylococcus aureus, que al igual que la Salmonella y Shigella son m.o. de mucha importancia en cualquier alimento que sea manipulado manualmente debido a que existe suma peligrosidad de la tóxima estafilocócica presente en alimentos, puesto que Staphylococcus aureus es saprófito del hombre; el cual constituye un importante agente vector de contaminación (Frazier 1970).

Algunas de las contaminaciones encontradas durante las pruebas microbiológicas, pudieron deberse al propio estado de asepsia existente en el laboratorio de microbiología, en donde en la actualidad es muy común la contaminación con hongos en diferentes tipos de alimentos.

4.2. Ensayo de la Presencia de Sustancias Antifisiológicas

En la Tabla 17 se presenta la composición proximal de las dietas utilizadas en el ensayo Biológico con ratones Balb Canmerlbr.

En general, existe una similitud en los valores de cada análisis entre dietas, con un intervalo de proteína entre 4.06 y 4.82%, no obstante que el contenido de proteína en las Formulaciones varía entre

TABLA 17

COMPOSICION PROXIMAL DE LAS DIETAS
ELABORADAS CON FORMULACION A BASE
DE AHUYAMA (Cucurbita maxima), BANANO
(Musa sapientum), ÑAME (Dioscorea sp)

DIETA CON FORMULACION	HUMEDAD g/100g	CENIZA g/100g	GRASA g/100g	NITROGENO total %	PROTEINA x 6.25	E.L.N ^a	CAL ^b /g	
I	ESTUFA	8.78	3.49	6.82	0.65	4.06	68.62	3881
	SOL	10.09	2.78	6.78	0.65	4.06	68.20	3786
II	ESTUFA	8.69	2.83	6.47	0.71	4.43	70.10	3834
	SOL	10.50	2.05	6.55	0.77	4.82	69.04	3767
III	ESTUFA	9.48	3.03	6.08	0.72	4.51	68.13	3865
	SOL	12.28	2.52	6.79	0.74	4.65	66.29	3783
D.L.N ^c	11.50	3.50	6.30	—	—	68.70	3801	
CASEINA	10.50	2.8	5.0	0.55	3.44	78.26	3911	

a. EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO

b. POR BOMBA COLORMETRICA

c. DIETA LIBRE DE NITROGENO

3.60 y 4.16% Tabla 1; la anterior diferencia se debe al nitrógeno aportado por el salvado de trigo utilizado como fuente de fibra (41).

Se puede considerar además que las dietas son prácticamente Isocalóricas, de 3767 a 3911 cal/g.

4.2.1. Ensayo Biológico

En la Tabla 18 se presentan los resultados obtenidos durante el ensayo Biológico con ratones Balb Canmerlbr alimentados con las dietas elaboradas a partir de las Formulaciones bajo estudio (Tabla 17).

En general, se observa un mejor comportamiento a través del tiempo en los ratones alimentados con dietas preparadas con Formulaciones elaboradas con materias desecadas al sol (DES), tanto en ratones machos como en hembras, en relación a aquellas dietas que contenían materias primas desecadas a estufa (DFE); lo cual se tradujo en una superior tasa de mortalidad (Tabla 18)

4.2.1.1. Consumo de Alimento y Ganancia de Peso

Con excepción de la dieta con la Formulación III, los animales consumieron en promedio mayor cantidad de alimento durante las tres semanas bajo experimentación, con las dietas preparadas con materias primas desecadas en estufa. Pero en general, en cada grupo de ratones por dieta y por semana, el consumo de alimento promedio fué inferior a 4.6g/día estipulado para esta raza de ratones.

TABLA 18

EFICIENCIA ALIMENTICIA, RAZON NETA PROTEINICA Y DIGESTIBILIDAD APARENTE EN RATONES (Balb canneribr) ALIMENTADOS CON LAS FORMULACIONES.

DIETA FORMULACION:	PROTEINA EN LA DIETA. g/100 g.	CONSUMO DE ALIMENTOS			TASA DE CAMBIO EN PESO			EFICIENCIA* ALIMENTICIA (EA)			N. P. R b	DIGESTIBILIDAD APARENTE (DA) c	
		a	b	c	a	b	c	a	b	c			
I	ESTUFA	4.06	8,37±2,47	17,6±2,38	21,05±3,75	4,47±0,62	4,87±0,4	5,95±0,58	1,89±0,38	3,6±0,52	3,52±0,065	0,20±0,58	—
	SOL	4.06	5,33±3,45	9,70±0,60	—	-3,18±1,08	-4,1±0,40	—	-1,70±0,82	-2,4±0,38	—	1,47±0,93	—
II	ESTUFA	4.43	9,06±4,32	16,70	22,20	-4,66±0,68	-4,20	-6,40	-2,27±0,83	-3,976	-3,639	0,68±0,1	23.08
	SOL	4.82	7,08±3,65	12,05±4,05	—	-3,82±2,00	-4,3±1,30	—	-2,53±1,93	2,7±0,10	—	2,01±0,20	—
III	ESTUFA	4.51	6,32±3,46	10,5±3,90	—	-4,52±1,58	-5,00±0,20	—	-1,43±0,82	2,13±0,06	—	-0,560±0,428	—
	SOL	4.65	19,35±1,08	22,±7,60	29,58±8,15	-3,28±1,78	-3,45±0,3	-3,63±0,48	-8,12±3,17	-8,10±2,98	-8,5±3,28	-1,89±0,413	32.47
CASEINA	3.44	21,32±4,14	45,98±6,72	63,22±0,7	-0,88±1,11	0,45±0,04	-0,6±1,84	-3,8,14±52,32	-48,72±8,97	4,96±1,071	2,753±0,525	64.07	
D. L. N	0	15,57±3,0	32,2±4,24	—	-3,52±0,81	-4,7±0,78	—	4,86±1,86	-7,35±1,31	—	—	—	

a = PRIMERA SEMANA

b = SEGUNDA SEMANA

c = TERCERA SEMANA

N.P.R. = RAZON NETA PROTEINICA (A LOS 14 DIAS)

*E.A. = CONSUMO DE ALIMENTO/TASA DE CAMBIO EN PESO

La dieta control de Casefna, por el contrario, mostró consumo de alimento por grupo de animales en una proporción más cercana a aquellas cifras estipuladas.

Se nota así mismo, que las mayores tasas de cambio en pérdida de peso/semana en el presente trabajo, fueron proporcionadas por las DFE, por ejemplo $-4.47 \pm 0.62g$ y $-4.52g$ (Primera Semana), $-4.87 \pm 0.40g$ y $-5.00 \pm 0.20g$ (Segunda Semana). En cambio las perdidas de peso con la dieta libre de nitrógeno (entre $-3.62 \pm 0.81g$ y $-4.7 \pm 0.76g$) y con el control de Casefna (entre -0.88 y $-0.6g$).

La eficiencia alimenticia, EA fueron calculadas con base en la relación :

$$E A = \frac{\text{Consumo de alimento del animal en g}}{\text{Tasa de cambio de peso del animal en g}}$$

En la presente investigación, las tasas de cambio de peso resultaron negativas, lo cual significa que por "X" cantidad de alimento (en g, lb o Kg) consumida, el animal pierde una unidad de peso en (g, lb o Kg).

Así por ejemplo : Para la primera semana el grupo de ratones alimentados con la DFIE produjo una EA = -8.12, significando que 1.89g del alimento proporciona una disminución de 1g de peso.

La DFIIIS reportó un promedio de EA = -8.12, significando así que se produce la misma disminución de peso (1 g), con 8.12 g de dieta, es decir :

(E A)

$$DFIE = \frac{1.89 \text{ g de alimento}}{(- 1 \text{ g de pérdida de peso})}$$

(E A)

$$DFIIIS = \frac{8.12 \text{ g de alimento}}{(- 1 \text{ g de pérdida de peso})}$$

Desde un punto de vista de impacto Biológico se debe considerar que el menor valor absoluto de EA (1.89) proporcionó un efecto negativo en el crecimiento de los ratones más perjudicial que el mayor valor absoluto de EA (8.12).

En general, según la EA para cada período de siete días existió menor efecto de crecimiento en los animales alimentados con dietas a base de Formulaciones con materias primas desecadas al sol, lo cual está de acuerdo con los resultados de tasa de pérdida de peso (Tabla 18) y número de fallecimientos (Tabla 19); los valores de eficiencia alimenticias varían entre : -1.70 ± 0.82 y -8.12 ± 3.17 (Primera semana); -2.13 ± 0.06 y -8.10 ± 2.96 (Segunda semana) y -3.52 ± 0.07 y -8.50 ± 3.28 (Tercera semana).

4.2.1.2. Número de fallecimiento en Ratones.

En la Tabla 19 se presentan los números de fallecimientos, expresados simplemente como el número de ratones muertos por semana.

Se deduce con claridad cómo los animales alimentados con DFE presentaron mayor número de muertes a partir de la Primera semana que los alimentados con DES, varios de los cuales resistieron, inclusive, el ensayo hasta la cuarta semana.

La pérdida de peso encontrada ha podido deberse inclusive a los siguientes aspectos :

- A. Bajo nivel proteínico en las dietas.
- B. Presencia de algún agente tóxico en los ingredientes alimenticios agregados durante la elaboración de las dietas.
- C. Depresión de los animales por efecto del aislamiento individual.
- D. Acción de sustancias antifisiológicas presentes en algunas de las materias primas, constituyentes de las tres Formulaciones.

Con respecto al bajo nivel proteínico, se puede comentar que los ratones Balb Canmerlbr tienen un requerimiento proteínico del 11% (51), lo cual no hace extraño las pérdidas de peso en todos los grupos bajo ensayo con las dietas Formulaciones (DF), con un intervalo proteínico entre 4.06 y 4.82% (Tabla 17), inclusive ratas Wistar alimentadas con 3% de proteína derivada de carne de tiburón tollo (Squalus acanthias), presentaron disminución de peso, a la primera, segunda

TABLA 19

MORTALIDAD EN RATONES (Balb Canmer1br) ALIMENTADOS
 CON DIETAS A BASE DE FORMULACIONES ELABORADAS
 CON BANANO (Musa sapientum), AHUYAMA (Cucurbita maxima)
 Y ÑAME (Dioscorea sp.).

D I E T A C O N	PRIMERA SEMANA		SEGUNDA SEMANA		TERCERA SEMANA		CUARTA SEMANA	
	M	H	M	H	M	H	M	H
FORMULACION I								
ESTUFA	1	3	0	1	1	0	1	0
SOL	0	2	2	2	2	0	0	0
FORMULACION II								
ESTUFA	1	1	2	3	0	0	0	0
SOL	0	1	2	3	2	0	0	0
FORMULACION III								
ESTUFA	0	1	2	3	2	0	0	0
SOL	0	2	2	2	0	0	0	0
D . L . N	0	0	0	0	-	-	-	-
C A S E I N A	0	0	0	0	0	0	0	0

y tercera semanas respectivamente al igual que ratas alimentadas con dietas control de Caseína al 3% (Lacera A, comunicación personal).

De existir presente uno o varios agentes tóxicos en los componentes agregados durante la preparación de las dietas, sería de esperar un impacto Biológico negativo del mismo orden para cada grupo de animales. Pero se observa, según Tabla 19, que con la dieta libre de nitrógeno y con la dieta control de Caseína, sin Formulaciones en su composición, no hubo animales muertos.

Los ratones en conjunto tienen mayor crecimiento que en la jaula individual condición en la cual muestran tendencia a engordar (I.C.A.); sin descontar la anterior depresión en los animales por efecto del aislamiento, es necesario considerar la validez de la presencia de sustancias antifisiológicas en las diferentes clases de Formulaciones.

El que ocurriera con las DFE un mayor número de muertes en relación a la DFS sugiere una acción de labilidad o de destrucción, por efecto de los rayos solares (quizás los ultravioletas), de una o más sustancias antifisiológicas presentes en las Formulaciones. Resultados que se encuentran bien asociados con las tasas de pérdida de peso, las eficiencias alimenticias y duración de los animales alimentados con DFS hasta la cuarta semana.

4.2.1.3 Razón Proteínica Neta y Digestibilidad Aparente

La razón proteínica neta (NPR) se calculó según la expresión :

$$\text{NPR} = \frac{\text{tasa de Crecimiento de ratones con dieta ensayada} + \text{pérdida de peso de animales con DLN}}{\text{Proteína ingerida por los animales con dieta ensayada}}$$

No obstante que el NPR es un método biológico estandarizada a un nivel de proteína del 9% y 14 días de duración (45), se efectuaron los cálculos a los niveles proteínicos de las dietas ensayadas, con el fin de obtener la mayor información posible sobre Impacto Biológico de cada Formulación.

El NPR también indicó en la presente investigación el mejor comportamiento de las DFS, en comparación a la DFE, durante la alimentación de los ratones. Los NPR con DFE fueron menores que uno, inclusive negativos entre -0.20 y -0.58, los NPR con DFS fueron positivos y variaron entre 1.47 y 2.01, inferiores al NPR del control de Caseína igual a 2.75 (Tabla 18).

La Digestibilidad Aparente estandarizada oficialmente a 9% de proteína y tres días siguientes a los 28 que dura la razón de eficiencia proteínica (PER), (45), se calculó a las tres semanas en virtud del número de fallecimientos observados en las dos primeras semanas, según la expresión : Digestibilidad Aparente = $\frac{(NI - NF)}{NI} \times 100$

NI = Nitrógeno ingerido por los animales con la dieta ensayada

NF = Nitrógeno en las heces de los animales con la dieta ensayada

Durante los tres días de la prueba de Digestibilidad bajo las consi
deraciones anotadas, se observó que la D.A para la DFIIIE, 23.08%
fué menor que la D.A de la DFIIIS, 32.47% (Tabla 18).

4.2.1.4 Sintomatología

Al finalizar la primera semana del ensayo hubo que cambiar 22 rato-
nes que fallecieron. Se pensó inicialmente que podría tratarse de
falta de adaptación de los animales a su respectiva dieta y lo res
tringido de la concentración de Nitrógeno en ella. La Sintomatolo-
gía presentada por los animales a través del tiempo : Ojos bastan
te cerrados, arrastre de las patas traseras, caída de pelo, temblor
generalizado en todo el cuerpo con encorvamiento, pérdida de peso,
lerdos, poco volumen de orina y con defecación escasa y muy húmeda
(diarrea).

4.2.1.5 Disección

Se efectuó con cuatro ratones que se encontraban moribundos, colo -
cando las vísceras con formol al 10%.

Estos presentaron pelo desprendido, con color ceniza en la piel.

En el intestino delgado aparecieron zonas bastantes ennegrecidas y
parches blancos en todo el estómago.

4.2.1.6 Histopatología

Fué realizado por el LIMV (Laboratorio de Investigaciones Médicas Veterinarias) del ICA, de Bogotá; con los resultados de "No se observaron cambios que expliquen la Sintomatología", es decir, no se encontraron atrofas ni degeneraciones tisulares.

A partir de la tercera semana los animales sobrevivientes empezaron a recuperarse, con mayor adaptación y consumo de alimento; los ojos permanecieron abiertos, mayor tendencia a desplazarse, y a jugar, con menor encorvamiento del cuerpo, sin soltar pelos, y cese de la diarrea, aunque el crecimiento no se pudo comparar con el estado presentado por los ratones del control de Casefna y de la DLN.

Existen sustancias antifisiológicas presentes en las Formulaciones elaboradas con Ahuyama, Banano y Ñame?

La presunción inicial de la existencia de sustancias antifisiológicas en las Formulaciones, se convierte en una posibilidad más real con base en los resultados de tasa de pérdida de peso, eficiencia alimenticia, duración hasta la cuarta semana de los animales alimentados con DFS, respuesta de NPR y de D.A.

Es importante relacionar el mayor efecto antifisiológico obtenido durante el ensayo Biológico con la distribución porcentual de las materias primas en las Formulaciones.

En las dietas que contenían Formulaciones con mayor proporción de Ñame (Dioscorea sp), desecado en estufa, se produjeron fallecimientos con mayor rapidez; así la DFIE (Formulación con 30% de Ñame) y la DFIIIE (Formulación con 50% de Ñame) reportaron muertes a partir de la primera semana; lo cual no sucedió con las DFIII, preparadas con Formulación de 20% de Ñame. Por otro lado, los buenos resultados obtenidos con la DFIIIS no obstante contener Formulaciones con 50% de Ñame, se puede explicar teniendo en cuenta el efecto protector de su contenido de AAE contra la acción antifisiológica, protección que en general es mayor a medida que se incrementa la calidad de la dieta (42).

No está muy lejano de la verdad el considerar que los resultados del Ensayo Biológico se deban a la presencia de sustancias antifisiológicas en uno o más de las materias primas.

Es una verdad inapelable que la naturaleza no ha diseñado los tejidos vegetales y animales principalmente para servir como alimentos ideales para el hombre. Al contrario, es el hombre el que se ha visto forzado a comer lo que ha encontrado disponible y no le ha causado reacciones adversas demasiado rápidas o violentamente, y como resultado se ha adoptado bien a través de su evolución Bioquímica a la ingestión de una gran variedad de estructuras químicas (32).

Los latirógenos, alcaloides del solanum, bociógenos y glucósidos cianogenicos, entre otros, son componentes intrínsecos de los te-

cidos vegetales y animales, peligrosos para los humanos (32). El latirismo es una parálisis de las extremidades inferiores, causadas por el alto nivel de consumo de semillas de las leguminosas (Lathyrus sativus), y especies relacionadas (32).

La solanidina, responsable de algunos casos de envenenamiento, es un alcaloide esteroide que se encuentra en las papas de mercadeo (26). El repollo, la coliflor, la col, el brócoli y el nabo contienen compuestos anti-tiróidicos produciendo bocio (coto), uno de los grandes problemas de salud pública en el mundo, afecta a casi doscientos millones de personas (32); una de las raíces más consumida como alimento es la Yuca o Mandioca que contiene glucósidos cianogénicos como la Linamarina que por mecanismos enzimáticos liberan HCN (26).

Por otro lado muchas leguminosas (especialmente la Soya, Glycine max), contiene sustancias antifisiológicas, entre ellas un inhibidor que interfiere la acción de la enzima proteolítica tripsina y sustancias de acción hemolíticas. Estas sustancias antifisiológicas son destruidas por la combinación de remojo y tratamientos térmicos (50).

Entonces se postula la existencia de sustancias antifisiológicas en el tubérculo Ñame (Dioscorea sp), que deben tener propiedades termolábiles, lo que explicaría que siendo consumidos ampliamente en estado de cocción en la Costa Atlántica de Colombia no se hayan obser

vado problemas alimenticios durante su ingestión y lo que posibilita además la elaboración de Formulaciones con otros productos vegetales para implementar preparaciones- alimenticias infantiles : por lo cual se recomienda efectuar otros trabajos en Ñame dirigidos a establecer la presencia y algunas propiedades de las mencionadas sustancias antifisiológicas, presentes posiblemente en el Ñame (Dioscorea sp).

4.3. Pruebas de degustación de las Formulaciones

Se realizaron en las Formulaciones y en una fécula comercial (Maizena), con propósitos comparativos por medio de una prueba estadística no paramétrica, el test de Cochran (40), el cual no considera hipótesis alguna de la población que se estudia, conviniendo hacer determinados supuestos acerca de las poblaciones que se evalúan, se asume por la hipótesis nula H_0 las muestras en igualdad de condiciones como se describe a continuación :

$H_0 : E(\bar{T}_1) = E(\bar{T}_2) = E(\bar{T}_3) = \dots = E(\bar{T}_k)$ y cualquier diferencia observada entre ellas, se debe meramente a fluctuaciones en el muestreo de la misma población.

El modelo estadístico de Cochran se ensaya en K condiciones del muestreo con un número N de individuos, codificándose "un acierto" con la variable $X_{ik} = 1$, y un "fracaso" con la variable $X_{ik} = 0$, para cualquier N -ésimo sujeto bajo la K -ésima condición.

La distribución de frecuencia en las permutaciones del test de Coch

ran solo es valida para aquellas hileras que satisfagan la inecuación $0 < T_i < K$, excluyendose las hileras en las que no se presenten diferencias en la degustación.

La ecuación que expresa el test de Cochran Q con $\gamma = K-1$ (grados de libertad) cuando no hay efecto en el tratamiento se escribe como :

$$Q = \frac{K(k-1) \sum_{n=1}^k (T_k - \bar{T})^2}{K \sum_{i=1}^k T_i - \sum_{i=1}^k T_i^2}$$

Donde :

K = Número de condiciones a tratar

γ = $K - 1$ grados de libertad

T_k = Número de aciertos bajo la K -ésima condición

\bar{T} = Número de aciertos para el N -ésimo sujeto dividido por el número de condiciones a tratar.

T_i = Número de aciertos para el N -ésimo sujeto

Para evaluar el grado de aceptabilidad de las Formulaciones se compararon estas con una fécula comercial, realizando las degustaciones con un panel de 25 niños en edad escolar, calificando las respuestas; asignando valores de 1 para respuestas de aceptación; y de cero para las de no aceptación.

En la distribución de frecuencia de la Tabla 20 se consideraron los "aciertos" de las hileras que cumplen la inecuación $0 < T_i < K$, obte-

LAS FORMULACIONES PARA FECCULA COMERCIAL
EVALUADAS SEGUN EL TEST DE COCHRAM.

NUMERO DE SUJETOS	T FLE	I FIS	P FIE	O FIS	D FIE	E FIS	F FIE	E FIS	C FIS	U FM*	L FM*	A FM*	TOTAL
1													7
2													7
3													7
4													7
5													7
6													7
7													7
8													7
9													7
10													7
11													7
12									0		0		5
13													7
14													7
15													7
16													7
17													7
18													7
19													7
20													7
21													7
22													7
23													7
24													7
25													7
TOTAL	25	25	25	25	25	25	25	25	24	24			173

127

* FM = FECCULA COMERCIAL MAIZENA

niendose como resultado los siguientes valores :

$$Q = \frac{K(K-1) \sum_{k=1}^k (T_k - \bar{T})^2}{K \sum_{i=1}^n T_i - \sum_{i=1}^n T_i^2}$$

Linea	1	1	1	1	1	0	0	cumple $0 < T_i < K$
12	-	-	-	-	-	-	-	
Total	1	1	1	1	1	0	0	

$$T_1=1 \quad T_2=1 \quad T_3=1 \quad T_4=1 \quad T_5=1 \quad T_6=0 \quad T_7=0$$

$$\sum_{i=1}^n T_i = 5 \quad \sum_{i=1}^n T_i^2 = 25$$

$$\bar{T} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^n T_i = \frac{5}{7} = 0.714$$

$$\gamma = 7-1=6 \quad (\text{grados de libertad})$$

$$Q = \frac{7(7-1) [(1-0.714)^2 + (1-0.714)^2 + (1-0.714)^2 + (1-0.714)^2 + (1-0.714)^2]}{7(5) - 25}$$

$$Q = 1.722 > \chi_{6:0.95}^2 = 12.6$$

donde $\chi_{6:0.95}^2$ es el chi-cuadrado (25).

Por lo tanto, no existen diferencias estadísticas significativas ($Q > 0.05$) entre cada una de las Formulaciones elaboradas en el presente trabajo y la fécula comercial Maizena, durante las pruebas de degustación; lo que indica que cualquier diferencia encontrada entre ellas

sólo se debe atribuir al azar.

4.4. Balance de Materiales y Costos

La Tabla 21 muestra los rendimientos de las harinas de Ahuyama (Cucurbita máxima), Banano (Musa sapientum) y Ñame (Dioscorea sp), con base en las materias primas desconchadas y en relación al proceso de secado en estufa y al sol, respectivamente.

En relación al proceso de secado, el mayor rendimiento (20.35 y 15.31% se obtuvo con el secado de la estufa de Ñame y Banano, respectivamente, debido quizás a que dentro de la estufa existe menos pérdida de materias primas. El menor rendimiento lo presentó la Ahuyama (6.60%), no obstante haber presentado el mayor rendimiento durante el proceso de desconchado.

En la Tabla 22 se presentan los costos de producción de las harinas de Ahuyama, Banano y Ñame y de sus Formulaciones. Se observa que la harina de Banano presenta el menor costo de elaboración, ya sea por secado al sol (\$138.97/kg)* o por secado en estufa (\$149.50/kg.

La Formulación II Sol presentó el menor costo de elaboración (\$234.50/kg). En general las Formulaciones preparadas con materias primas desecadas al sol presentan un costo menor de elaboración con relación a aquellas elaboradas con materiales desecados en estufa, por el mayor costo de la energía eléctrica.

* Un \$ U.S.A. = \$135.00 colombianos.

TABLA 21

RENDIMIENTO PORCENTUAL DE HARINAS
ELABORADAS A PARTIR DEL DESECADO DE
BANANO (Musa sapientum), ÑAME (Dioscorea sp)
Y AHUYAMA (Cucurbita maxima)

MATERIA PRIMA. CARACTERISTICA	R E N D I M I E N T O (Kg/100 Kg)					
	B A N A N O		Ñ A M E		A H U Y A M A	
	Sol	Estufa	Sol	Estufa	Estufa	
ENTERO	100,00	100,00	100,00	100,00		100,00
PELADO	55,00	55,00	69,57	69,57		85,90
SECO	11,60	15,67	19,75	22,55		16,76
HARINA	10,01	15,31	19,30	20,35		6,60

COSTOS DE PRODUCCION DE LAS HARINAS
DE AHUYAMA (Cucurbita maxima), BANANO
(Musa sapientum), ÑAME (Dioscorea sp) Y DE
SUS FORMULACIONES

HARINAS	*\$ / Kg
AHUYAMA	610.00
BANANO ESTUFA	149.50
BANANO SOL	138.97
ÑAME ESTUFA	189.81
ÑAME SOL	141.60
FORMULACION I	
ESTUFA	345.79
SOL	328.17
FORMULACION II	
ESTUFA	261.75
SOL	234.50
FORMULACION III	
ESTUFA	295.71
SOL	280.80

*PRECIOS EN MAYO / 85 : \$US = \$ 135.00

En la Tabla 23 se presentan los costos de biberones de 4 onzas, elaborados con las Formulaciones; resultando de menor costo el biberon preparado con la Formulación II sol (\$2.94/4 onzas).

TABLA 23 COSTOS DE RACIONES ALIMENTICIAS INFANTILES
 (TETEOS DE CUATRO ONZAS) ELABORADAS CON
 LAS FORMULACIONES

FORMULACIONES	\$ / 4 ONZAS
I	
ESTUFA	3.62
SOL	3.51
II	
ESTUFA	3.11
SOL	2.94
III	
ESTUFA	3.31
SOL	3.22

\$ US. = \$ 135.00

135

5. CONCLUSIONES

1. Las materias primas vegetales una vez rebanadas hubieron de ser sumergidas en agua para disminuir las reacciones de empardeamiento enzimático.
2. La Ahuyama desecada al sol produjo un material alimenticio de consistencia y textura irregulares. Con pérdidas pronunciadas de caroteno, y de difícil tratamiento durante la fase de molienda.
3. El mayor rendimiento porcentual, durante el desecado de las materias primas, fue presentado por el Ñame (Dioscorea sp.).
4. Las condiciones de molienda fueron totalmente reproducibles en cada caso, según los resultados del análisis granulométrico.
5. Las materias primas y sus Formulaciones presentaron contenido bajo de humedad, lo que significa menores problemas durante el posterior almacenamiento.

6. No se encontró diferencias en los contenidos finales de proteína en Banano y Ñame, durante el secado en estufa y al sol.
7. Las Formulaciones elaboradas con Ñame, Banano y Ahuyama se pueden considerar como "alimentos energéticos", por sus aprecia-bles contenidos de almidón, losque varían entre 49.37 y 56.85% aportando también gran cantidad de fósforo y calcio, requeridos para el crecimiento de niños.
8. Se encontró que durante el secado al sol hubo pérdidas de minerales en Ñame, Banano y Ahuyama; losque también poseen gran cantidad de Histidina, de gran importancia para el crecimiento de los infantes.
9. Las materias primas y sus Formulaciones presentaron un buen patrón de aminoácidos, tanto esenciales como no esenciales lo que sugiere una buena calidad en la respectiva proteína.
10. El mejor balance de aminoácido se obtuvo con la Formulación II sol, lo que se relaciona en alto grado con la distribución porcentual en dicha Formulación del Ñame (50%); el cual posee un gran contenido de aminoácido esenciales.
11. Las Formulaciones tienen como "Score Químico" y/o Segundo Limitante a la Lisina y/o a la Treonina, AAE deficitarios también en cereales tales como Arroz, Trigo y Maíz.

12. Las Formulaciones presentaron iguales valores de Viscosidad entre 1.3 y 1.8 (segundos)/(dinas/cm²) con excepción de las diluciones preparadas al 2.5%.
13. Según los diversos resultados obtenidos en el ensayo biológico con ratones (Balb Cammerlbr), se postula la existencia de sustancias antifisiológicas en el Tubérculo Ñame (Dioscorea sp.)
14. Se estableció la presencia negativa de algunos m.o (Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Salmonella y Shigella); o recuento microbiológico por debajo del valor permisible según las normas del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (mesofilas viables, Hongos y Levaduras), tanto para las materias primas como para las Formulaciones.
15. Se estableció que de las harinas obtenidas con las materias primas desecadas, la de Banano presentó el menor costo de elaboración (\$138.97/Kg).
16. La Formulación II, tanto al sol como en estufa, es la que mejor perspectiva brinda en cuanto a costo se refiere, con valores entre \$234.50 y \$261.75/Kg, respectivamente.
17. Se encontró que a partir de la Formulación II sol se elaboraron los biberones de 4 onzas de menor costo (\$2.94/4 onzas).

18. Según el test de Cochran, se estableció que no existen diferencias estadísticas significativas ($Q > 0.050$) entre cada una de las Formulaciones elaboradas con Ñame, Banano y Ahuyama y una fécula comercial (Maizena).

6. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en los Laboratorios de la Universidad Tecnológica del Magdalena y se complementó en el Bioterio existente en el Laboratorio de Control de Drogas del ICA, Mosquera (Cundinamarca) y en el Laboratorio de Inmunología en el Hospital San Juan de Dios (La Hortua), en la ciudad de Bogotá D.E.

El objeto fué estudiar la factibilidad de aprovechar tres productos vegetales alimenticios : Ahuyama (Cucurbita máxima); Banano (Musa sapientum) y Ñame (Dioscorea sp), propios de la región, y con base en su contenido bromatológico formular y elaborar tres mezclas alimenticias Féculas, tanto con las materias primas desecadas al sol (S), como en estufa (E).

Las materias primas, obtenidas en el mercado local, se sometieron a dos procesos diferentes de secado : en estufa (E), con aire por convección a 55^oC durante cuatro y doce horas, y al sol (S) por once horas.

Cada materia prima desecada fué sometida a un proceso de molienda

con molino manual Corona y almacenada en bolsas negras de polietileno.

Las tres Formulaciones se prepararon con la siguiente distribución porcentual : a) Formulación I (F_I), 40% de Ahuyama; 30% de Banano y 30% de Ñame; b) Formulación II (F_{II}), 20% de Ahuyama, 30% de Banano y 50% de Ñame; c) Formulación III (F_{III}), preparada con 30% de Ahuyama; 50% de Banano y 20% de Ñame.

A las tres Formulaciones, tanto con material desecado en estufa como al sol se les efectuó un control de calidad, que comprendió análisis bormatológico, microbiológico, determinación del patrón de aminoácidos no esenciales y esenciales (con base en este patrón se estableció el puntaje o "Score Químico"). También se llevó a cabo un análisis físico-químico (ensayo granulométrico, prueba de dispersión o estabilidad y ensayo de viscosidad).

Se realizó un ensayo para establecer la presencia de sustancias antifisiológicas, con pruebas biológicas en ratones; postulándose la existencia de sustancias antifisiológicas en el tubérculo Ñame (Dioscorea sp), las que deben tener propiedades termolábiles lo cual explicaría que no obstante ser consumidos ampliamente en la Costa Atlántica de Colombia no se haya reportado problemas alimenticios por su ingestión. Por otro lado, se obtuvieron buenos resultados con la dieta preparada con la Formulación II Sol, a pesar de contener esta 50% de Ñame, lo que se explicaría por un efecto protector de los

AAE contra dicha acción antifisiológica, la que disminuye a medida que se incremente la calidad de la dieta.

La Ahuyama (Cucurbita máxima), presentó los mejores resultados con 7.06% de proteína, siendo su puntaje químico la Treonina (51.22%) y su segundo limitante la Lisina (55.99%). También posee buenas cantidades de calcio, 198.60 mg/100; fósforo, 206 mg/100 g, ambos elementos de vital importancia para el crecimiento de los niños.

Con respecto a las Formulaciones, el mejor porcentaje de proteína fue presentado por la Formulación I Estufa, FIE (4.16%); con un Puntaje Químico de 63.85% (Treonina), siendo su segundo limitante la Lisina (70.70%).

Con respecto a las Formulaciones, el contenido mayor de humedad, como era de esperarse, lo presentaron las Formulaciones elaboradas con materiales desecados al sol, entre 11.40 y 14.01%.

Los resultados de Calcio para las materias primas varían entre 8.40 y 198.60 mg/100 g, y con respecto a las Formulaciones los valores se encuentran entre 46.75 y 85.78 mg/100 g; mineral que es muy importante para el crecimiento de los infantes.

Los valores de almidón para las materias primas cubren un intervalo entre 36.51 y 69.30 mg/100 g y para las Formulaciones entre 49.37 y 56.85 mg/100 g por lo cual hay que considerarlos como "Alimentos Energéticos".

Se encontró que el Ñame desecado al sol posee un valor de Lisina total (501.78 mg/gN) superior a la de la leche (496 mg/gN) y al maíz opaco-2 (445.07 mg/gN). En general las materias primas y Formulaciones, tanto al sol como en estufa, poseen valores de este AAE superiores a los de la harina de Trigo (232 mg/gN) y a los de la Avena (159 mg/gN).

El Ñame y el Banano desecados al sol (703.78 y 519 mg/gN, respectivamente) al igual que la Formulación II Sol (473.64 mg/gN), contienen cifras mayores de Leucina en relación al patrón de la FAO (1973), de 440 mg/gN, al de la Lenteja con 477 mg/gN; Batata con 340 mg/gN y al de Zanahoria, con 276 mg/gN.

La relación Leucina/Isoleucina varió entre 1.56 y 1.96, en las materias primas; y entre 1.71 y 1.83, en las Formulaciones.

Los valores de Histidina en las materias primas entre 457.39 y 1120 mg/gN y en las Formulaciones entre 501.09 y 612.56 mg/gN, son superiores a los del Trigo (121 mg/gN); Huevo (152 mg/gN); Carne (213 mg/gN); Harina de Pescado (161 mg/gN) y Frijol Caupí (Vigna sinensis), con 204 mg/gN.

Mediante el ensayo de granulometría se encontró un Módulo Fino (M. F.) de 2.86 para la Formulación I Estufa, con un diámetro (D) promedio de partícula igual a 0.00671 pul. (0.171 mm); FIIIE, M.F. igual a 2.43, D = 0.00521 pul., (0.132 mm); FIIS, M.F. = 2.66, D = 0.00597 pul. (0.1516 mm); FIIIS M.F. = 2.84, D = 0.00663 pul. (0.1685 mm); la FIIIE y FIS, presentaron un M.F. = 2.72, D = 0.00618 pul. (0.1570 mm), respectivamente. Se encontró un grado de uniformidad que indica que por diez partes de cada Formulación existe una parte gruesa, tres medianas y seis finas, lo que implica que las condiciones de molienda fueron totalmente reproducibles en cada caso.

Durante el ensayo de dispersión se encontró que la Ahuyama, la Formulación II Estufa, la Formulación III Estufa y la Formulación III Sol presentaron mayor altura, entre 8.90 y 18.70 cm lo que sugiere una mayor formación de almidón dañado y por ende, una menor velocidad de sedimentación. Las otras Formulaciones presentaron menor almidón dañado y, por consiguiente mayor velocidad de sedimentación.

En general, las tres Formulaciones, en la dilución respectiva e independiente del método de secado, mostraron iguales resultados de viscosidad, y las concentraciones examinadas no modificaron apreciablemente la viscosidad de las Formulaciones, con valores que fluctuaron entre 1.3 y 1.8 (segundos)/ (dinas/cm²).

Según los análisis microbiológicos realizados, se establece que el

secado en estufa y al sol, produjo un material libre de m.o. patógenos insidiosos debido que no se detectaron, a las 24 horas, colonias de Escheriquia coli, Salmonella, shiguella y Streptococcus aureus.

Se realizaron pruebas de degustación en un panel de 25 niños y se estableció que no existen diferencias significativas ($Q > 0.050$) entre cada una de las formulaciones elaboradas son : Ahuyama, Banano, Ñame y una fécula comercial (Maizena).

Se encontró que las harinas elaboradas con las materias primas desecadas, la de menor valor correspondió a Banano (\$138.97/kg al sol; \$149.50/kg en estufa).

En general, las Formulaciones elaboradas con materias primas desecadas al sol resultaron de menor costo, con precios que oscilan entre \$328.17/kg y \$234.50/kg; en las Formulaciones elaboradas en estufa los precios variaron entre \$261.75 y \$345.79/kg siendo la Formulación II Sol la de menor costo (\$234.50/kg).

Al considerar los costos de elaboración de biberones (Tabla 21), se establece que la Formulación II, tanto al sol como en estufa presenta un menor valor por ración de 4 onzas (\$2.94 y \$3.11/4 onzas, respectivamente).

BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA, C. El cultivo del Ñame. Revista del departamento de agricultura. San Juan (Puerto Rico), 51 (2) : 125-128, jul.-Dic., 1984.
2. ANDRADE, L. E. y RUBIANO, G. Valor nutricional y características en panificación de dos especies de Ñame. Tes. Químico. Bogotá, D.E., Universidad Nacional de Colombia, 1977. p115.
3. ARROYAVE, G. Consideraciones sobre requerimientos de proteínas y de aminoácidos. In : INCAP. Recursos proteínicos en América Latina, memorias. Guatemala, El Instituto, 1971. pp 3-20.
4. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICA CHEMIST. Official methods of analysis of the AOAC. 12 ed. Washinton, D.C., the Association, 1975. p 1094.
5. BRAUERMAN, J.B.S. Introducción a la bioquímica de los alimentos. México, s.e., 1980. 358 p (Manual Moderno)
6. BRESSANI, R. Evaluación biológica de las proteínas. In : INCAP. Recursos proteínicos en América Latina. Memorias. Guatemala, El Instituto, 1971. pp 21-52.
7. BUCKLE, T. Pastas alimenticias enriquecidas y elaboradas con harinas compuestas. In : Anales del 2º seminario avanzado de tecnología de alimentos, Bogotá, Oct. 24 - Nov. 6, 1975. Resumen. Bogotá, Colciencias, 1975. pp 332-334.
8. CASSERES, E. Producción de hortalizas. Lima, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1966. 209 p.
9. CHAUVIN, J.V. Desarrollo experimental de un proceso combinado de extrucción e hidrólisis enzimática para la elaboración de un complemento alimenticio a base de arroz y soya. Tes. Ms. Sc. Guatemala, Universidad de San Carlos, 1981. p 50.
10. DESROSIER, N.W. Conservación de alimentos, México, Continental, 1966. 468 p.
11. EARLE, R.L. Ingeniería de los alimentos; operaciones básicas aplicadas a la tecnología de los alimentos. Zaragoza, España, Abribia, 1968. 332 p.

12. EDMON, J.R. Principios de horticultura. 2a. ed. México, Continental, 1967. 500p.
13. ELIAS, L.G., et al. Calidad proteínica de productos comerciales de proteína texturizada de soya y de mezclas con carne. Archivo latinoamericano de nutrición. Guatemala, 34 (2) : 355-365, Jun. 1984.
14. ENCICLOPEDIA PRACTICA JACKSON. Biología. México, D.F., Jackson, 1972. Vol. 3, 442p.
15. F.A.O. Compendio de las tecnologías utilizadas en el tratamiento de los residuos agrícolas, pesqueros, forestales y de las industrias afines. Roma. La Organización 1978. 130p. (Boletín de Servicios Agrícolas).
16. ----- Amino acid content of food and biological data on proteins. Roma, La Organización, 1970. p162 (Nutr. studies No., 24).
17. FISKE, CH. y SUBAROW, Y. The colorimetric method for the determination of phosphorus. J. Bio. Chem, 66 : 375-400, 1925.
18. FORBES, R.M., NAUCHAM, L. and YOHE, M. Dependence of biological value on protein concentration in the diet of growing rot. J. Nutricional, 64 : 291, 1958.
19. GARCIA, A. Horticultura 2a. ed. Barcelona, Salvat, 1959. 345.
20. ----- Química analítica cuantitativa. Bucaramanga, U.I.S., 1964. 131p.
21. HELDMAN, D.R. "Rheology of processed foods" In : Foods process engineering report. Conn, Avi Publishing, 1977. pp 25-85 (AVI-Testbook series).
22. HENDERSON, S.M. and PERRY, R.L. Agricultural process engineering. 2a. ed. Westport, Conn., Avi publishing, 1976. pp 442.
23. HENRY, K.H. and KON, S.K. effect of level of protein intake and age of rot on the biological value of proteins. Brit. J. Nutr. 11 : 305, 1957.
24. HGUITA, M.F. Horticultura. Bogotá, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1970. pp 11-12.
25. HOEL, P.G. Estadística elemental. México, Continental, 1968. pp 271-286.

26. HURT, H.D., FORSYTHE, R.H., and KRIEGER, C.H. Factors with influence the biological evaluation of protein quality by the protein efficiency ratio methods. In : Friedman, M., ed. Protein nutritional quality of foods and feeds. Part I. New York, Marcel Dekker, 1975. p 750.
27. INCAP-IENND. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, El instituto, 1961. 132p.
28. ----- Mejoramiento nutricional del maíz. Guatemala C.A., El instituto. 1972. 325p.
29. ----- Tabla de composición de pastos, forrajes y otros alimentos de Centroamerica y Panamá. Guatemala, C.A., El instituto, 1968. pp. 3-6.
30. ----- Análisis de alimentos: metodos de laboratorio. Guatemala, C.A., El instituto, 1962. 138p.
31. ----- y Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Conocimientos actuales en nutrición. Guatemala, C.A., El Instituto, 1978. 576p.
32. JEAN, CH. El plátano. Barcelona, Blume, 1968. 247p. (Colección agricultura tropical).
33. JULIANO, B.O. Nutritional quality of rice endosperm. In: Rice. Production and utilitation B.S. Luh. ed. Wesport Conn. AVI publising, 1980. pp. 80-90.
34. KAIRUZ, L.A. Introducción al estudio de la composición de los alimentos. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 1983. 131p.
35. KERVENGANT, D. Lebananier et son exploitation. Paris, Soc Maritin, 1935. pp. 300-302.
36. LA AHUYAMA. El agricultor Venezolano. Caracas, 15 (143):18-19 Jun., 1950.
37. LACERA, R.A. Aprovechamiento de subproductos del Tiburón (orden Pleurotremata) Tes. Ms. Sc. Guatemala, Universidad de San Carlos, 1982. 115p.
38. MANN, I. Preparado y aprovechamiento de los subproductos animales. Roma, FAO, 1964 pp. 1-7 (FAO: cuaderno de fomento agropecuario, No, 76).
39. MARASCUILLO, I.A, and SWEENEY, M. Nonparametric and distribution - free methods for the social science. California, Book Monterrey, 1960. 500p.

40. MARTINEZ, A.C. Nutrición animal práctica: fundamentos y racionamientos. Barcelona, s.e, 1967. 359p.
41. MITCHELL, H.S., RYNBERGEN, H.J, ANDERSON, L. and DIBBLE, M.V. Nutrición y dieta de Cooper. 16^a ed. México, Interamericana, 1978. 566p.
42. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Recommended dietary allowances. 7 th rew ed. Washington, D.C., National Academy of Sciences- National Research Council, 1968. 200p. (publication 1964).
43. ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. Normas sanitarias de alimentos: Aprobadas por el consejo de Centro América y Panamá, 1964-1966. Washington, D.C., La organización, 1967. v. 1., pp. 39-46. (O.P.S, servicios medicos veterinarios, higiene de alimentos, serie No. 1).
44. PEARSON, D. The chemical analysis of food. 7 th ed. London, s.e., 1976. 500p.
45. PELLET, P.L. and YOUNG, V.R., ed. Nutritional evaluation of proteins foods. Washington, United Nations University, 1980. 154p. (Food and Nutrition Bulletin Supplement, 4).
46. PROTEIN REQUIREMENT: Report of a joint FAO/WHO expert group genera, world health organization. Roma, FAO, 1965. pp. 60-65 (Technical reporte series No. 301).
47. ROCHA, D. Concentración de jugos de frutas tropicales por e vaporación. In: Anales de seminario avanzado de tecnología de alimentos, Bogotá, D.E., 27 de Jun.- 6 de Jul. Resumen. Bogotá, Colciencias, 1973. pp. 179-196.
48. ROLFE, B.J. Food from waste the present world. Londres, Applied Science, 1976. p. 301.
49. ROMAN, A.V. Estabilización de nutrientes. In: Seminario 4^o Avanzado de Tecnología de Alimentos. Bogotá, D.E. Colciencias, 1983. pp. 481-491.
50. SCIENTIFIC AMERICAN. Los alimentos: Cuestiones de bromatología. 2a. ed. Madrid, Blume, 1978. 336p.
51. SMITH, A.W. Temas relacionados sobre medicina de alimentos en laboratorio. 2a. ed. Sao Paulo, Centro Panamericano de Fiebre Aftosa, 1982. 158p.
52. SUTTIE, J.W. Fundamentos de Bioquímica. México, Interamericana, 1972. 354p.

53. TAMARO, D. Manual de horticultura. 5a. ed. Barcelona, Gili, 1960. pp. 405-408.
54. ✓ TECHNICOM INSTRUMENTS CORP. Aparition anual for the "technican TSM System", New York, Technicom, 1973. paginación variada. (Technical publication - 0233-10).
55. THOMPSON, R.H. Trastornos bioquímicos en la clínica humana. Madrid, Aguilar, 1961. 617p.
56. ✓ THORPE, W.V. Bioquímica para estudiantes de medicina. Barcelona, Continental, 1967, 927p.
57. ✓ TORRES, I. El cultivo del Ñame. Revista del Departamento de Agricultura. San Juan (Puerto Rico), 51 (2): 125-128 Jul-Dic., 1964.
58. TURCHI, A. Horticultua práctica. Barcelona, AEDOS, 1968. pp. 44-144
59. UMAÑA, R. y TEJEDA, C. Reproducción en la rata blanca de algunas características de la desnutrición calórica proteínica humana. In: Instituto de Archivos Venezolano de Nutrición. Caracas, s.e., 1965. pp. 33-50
60. VARELA, G. El plan nacional de alimentación y nutrición de Colombia y las proteínas vegetales. In: Anales del 2^o Seminario Avanzado de Tecnología de Alimentos. Bogotá, Colciencias, 1975. pp. 164-182
61. YOUNG, N. Carta Presidente: La agricultura una posible solución para la industria de alimentos?. Sociedad Colombiana de Ciencias y Tecnología de Alimentos, Bogotá 2 (3): 5-9 Sep.-Dic., 1982.
62. ----- Carta del Presidente. Qué comen los Colombianos de bajos ingresos?. Sociedad Colombiana de Ciencias y Tecnología de Alimentos. Bogotá 2 (1): 5-8 En.-Abr. 1981.
63. ----- La Situación de Proteínas Convencionales en Latino america. In: Anales del 2^o Seminario Avanzado de Tecnología de Alimentos. Bogotá, Colciencias, 1975. pp. 49-75.
64. ZAPATA, L.E. Contribución de la Tecnología al desarrollo de alimentos de alto valor nutricional y bajo costo relativo. Instituto de investigaciones tecnológicas. Bogotá, 24 (145): 39-56. Sep.-Oct. 1983.

SUMMARY

The present investigative work was done in the laboratories of the university of Magdalena and complemented in the "biothere" of the drug control laboratory of ICA in Mosquera (Cundinamarca) and in the Immunology Laboratory of the Hospital San Juan de Dios (La Hortúa) in Bogotá, D.E., Colombia.

The objective was to study the feasibility of utilization of three edible vegetable products : Ahuyama (Cucurbita máxima); Banano (Musa sapientum); and Ñame (Dioscorea sp.); intrinsic to the region, and based on their bromatological content, formulate and elaborate three edible starches, drying the raw materials in the sun (S) and also in a stove (E).

The raw materials, obtained in the local market, were treated to two different drying at 55°C for four and twelve hours, and under the sun (S) for eleven hours.

Each raw material was dried and ground up using a hand grinding mill and then stored in black polyethylene bags.

The three formulations were prepared with the following porcentual distribution :

- a. Formulation I (F_I), 40% Ahuyama, 30% Banana, 30% Ñame
- b. Formulation II (F_{II}), 20% Ahuyama, 30% Banana, 30% Ñame
- c. Formulation III (F_{III}) prepared with 30% Ahuyama, 50% Banana and 20% Ñame.

Each of the three formulations, stove-dried as well as sun-dried, was submitted to a control of quality, consisting of a bromatological and a microbiological analysis and determination of the model of essential and non essential aminoacids (based on this model the "Chemical Score" or Point total was established. Also a physical-chemical analysis was carried out (granulometric test, dispersion on stability test, and viscosity analysis).

A test was run to establish the presence of anti-physiological substances, with biological testing using mice, postulating the existence of anti-physiological substances in the tuber Ñame (Dioscorea sp), which should have thermolabile properties, to explain that although it is widely consumed on the Atlantic Coast of Colombia there have not been any alimentary problems as a result of its ingestion. On the other hand, good results were obtained with the diet prepared with F_{IIS} , not with standing its 50% content of Ñame which can be explained by a protecting effect of the essential aminoacid against

said anti-physiological action, which diminished with the increase in the quality of the diet.

The Ahuyama (Cucurbita máxima) showed best results with 7.06% of protein, with a Chemical Score giving threonine (51.22%) and a second limit lysine (55.99%). It also has good quantities of calcium, 198.60 mg/100g; phosphorus, 206 mg/100g, both elements being of vital importance for the growth of children.

With respect to the formulations; the greater content of moisture as expected, was shown in the formulations made of materials dried in the sun; between 11.40 and 14.01%.

The results of the test for calcium in the raw materials varied from 8.40 to 198.60 mg/100g and with respect to the formulations the values varied from 46.75 to 85.78 mg/100g. This mineral is very important for the growth of children.

The values of starch content for the raw materials cover an interval between 36.51 and 69.30 mg/100g and for the formulations, between 49.37 and 56.85 mg/100g and as a result we can consider them as "energy giving foods".

Name dried in the sun had a value of total lysine (501.78 mg/g) greater than that of milk (496 mg/g) and of corn (445.07 mg/g). In general, the raw materials and formulations, sun-dried and stove-

dried, have values of this essential aminoacid greater than those of wheat flour (232 mg/g) and those of eat meal (159mg/g).

The Ñame and the Banana dried in the sun (703.78 and 519 mg/g, respectively) as well as Formulation II-S (473.64 mg/g) contain concentrations of leucine greater than the model of the FAO (1.973) of 440 mg/g, greater than lentils, with 477 mg/g; sweet potato, with 340mg/g, and carrots, with 276 mg/g.

The relation of leucine to isoleucine varied between 1.56 and and 1.96 in the raw materials and between 1.71 and 1.83 in the formulations.

The values of histidine in the raw materials were between 457.39 and 1120mg/g and in the formulations between 501.09 and 612.56 mg/g, which are greater than the values for wheat (121 mg/g); egg (152mg/g); meat (213mg/g); fish flour (161 mg/g) and Beans (Vigna sinensis), 204 mg/g.

The granulometry test showed a Fine Module (F.M.) of 2.86 for $F_{I}E$, with an average particle diameter (D) of 0.00671 inches (0.171 mm); $F_{II}E$, (F.M. = 2.43). D = 0.00521 inches (0.132 mm); $F_{II}S$ (F.M. = 2.66); D = 0.00597 inches (0.1516 mm); $F_{II}S$ (F.M. = 2.84); D = 0.00663 inches (0.1685 mm); $F_{II}E$ and $F_{I}S$ gave F.M. of 2.72, D = 0.00618 inches (0.1570 mm), respectively. A grade of uniformity was found that indicates that of 10 parts of each formula exists

one thick, 3 medium and 6 fine parts, which implies that the grinding were completely reproducible in each case.

During the dispersion test it was found that the Ahuyama, F_{II}^E , F_{II}^E and F_{II}^S presented a greater altitude between 8.90 and 18.70 cm, which suggests a greater formation of damaged starch and consequently a greater sedimentation velocity.

In general, the three formulations in their respective dilutions and independent of the drying method, gave equal results in the viscosity test and the concentrations examined no modified appreciable the viscosity of the formulations with values between 1.3 and 1.8 (seconds)/(dynes/cm²).

According to the microbiological analyses carried out it was established that the drying in stove and sun produced a material free of pathogenic microorganisms because after 24 hours there was detection of colonies of E. Coli, Salmonella Shiguella and Streptococcus aureus.

Taste test by a panel of 25 children failed to establish significant differences ($Q > 0.050$) between each of the formulations elaborated with : Ahuyama, Banana, Ñame and comercial starch (Maizena), of the flours made of dried raw material, the least costly was that of Banana, 138.97 pesos of Colombia/kg for sun-dried and 149.50 Colombia pesos for stove-dried.

In general, the sun dried raw materials in formulations resulted in lower cost between 328.17 and 234.50 pesos/kg. The stove-dried formulations cost between 261.75 and 345.79 pesos/kg. With the F_{II}^S the lowest cost at 234.50 pesos/kg.

Considering the cost of baby bottle preparation (Table 21) we established that F_{II} sundried as well as stove dried, presented the lowest cost per ration of 4 ounces (2.94 and 3.11 pesos per 4 ounces, respectively).