

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



Elaboración de un alimento formulado a base de
Extracto de Malta para la alimentación de
niños en edad pre-escolar

TESIS

Para optar el título profesional de:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentado por el Bachiller:
José Enrique Delgado Mesía

Tarapoto — Perú

1997



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

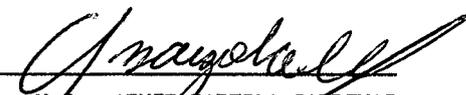
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

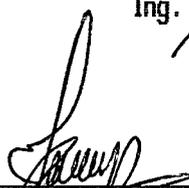
ELABORACION DE UN ALIMENTO FORMULADO
A BASE DE EXTRACTO DE MALTA
PARA LA ALIMENTACION DE NIÑOS EN EDAD
PRE-ESCOLAR

Tesis para optar el título profesional de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

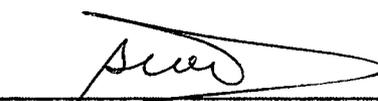
JOSE ENRIQUE DELGADO MESIA

Sustentada y aprobada el 08 de Febrero de
1997 ante el siguiente jurado:


Ing. M.Sc. ABNER BARZOLA CARDENAS
PRESIDENTE


Ing. EULER NAVARRO PINEDO
SECRETARIO


Ing. WILSON E. SANTANDER RUIZ
MIEMBRO


Ing. M.Sc. ABNER F. OBREGON LUJERIO
PATROCINADOR

INDICE

	Pág.
RESUMEN.....	10
I. INTRODUCCION.....	12
II. REVISION DE LITERATURA.....	14
2.1. GENERALIDADES.....	14
2.2. MATERIAS PRIMAS.....	15
2.2.1. Extracto de malta.....	15
2.2.2. Proteína de soya aislada.....	16
2.2.3. Huevo entero.....	18
2.2.4. El polen de abeja.....	20
2.2.5. El azúcar.....	23
2.2.6. Valor nutricional de la leche descremada en polvo y de la lecitina de soya.....	24
2.3. SITUACION NUTRICIONAL DE LA POBLACION PERUANA..	26
2.4. PRODUCCION DE MEZCLAS DESHIDRATADAS.....	31
2.4.1. Calidad nutritiva y métodos para evaluar el valor nutricional de los alimentos.....	33
2.4.2. Secado de mezclas alimenticias.....	39
2.4.3. Almacenamiento de productos deshidratados.	40
2.5. ACTIVIDAD DE AGUA.....	45
III. MATERIALES Y METODOS.....	48
3.1. MATERIAS PRIMAS.....	48
3.2. EQUIPOS Y MATERIALES.....	49
3.2.1. Equipos de laboratorio.....	49
3.2.2. Equipos de proceso.....	50
3.2.3. Materiales y reactivos.....	50

3.3. METODOLOGIA.....	51
3.4. METODOS DE CONTROL.....	59
3.4.1. Análisis físico-químicos.....	59
3.4.2. Análisis microbiológicos.....	60
3.4.3. Evaluación sensorial.....	60
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	63
4.1. CARACTERISTICAS DE LA MATERIA PRIMA.....	63
4.2. FORMULACION MATEMATICA DE LAS MEZCLAS.....	65
4.3. PRUEBA DE MEZCLADO.....	83
4.4. PRUEBA DE SECADO.....	88
4.5. MOLIENDA.....	98
4.6. FLUJO DEFINITIVO PARA LA OBTENCION DEL PRODUCTO FINAL.....	101
4.6.1. Balance de masa.....	103
4.6.2. Análisis físico-químico de las mezclas....	105
4.6.3. Actividad de agua.....	108
4.6.4. Evaluación sensorial (Preferencia del producto).....	111
4.7. ESTUDIO DE LAS MEZCLAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO.....	116
4.7.1. Características físico-químicas.....	116
4.7.2. Evaluación microbiológica.....	122
V. CONCLUSIONES.....	125
VI. RECOMENDACIONES.....	128
VII. BIBLIOGRAFIA.....	129
VIII. ANEXOS.....	137

INDICE DE CUADROS

<u>Nº</u>	<u>T í t u l o</u>	<u>Pág.</u>
1	COMPOSICION DEL EXTRACTO DE MALTA EN POLVO (g/100 g).....	16
2	COMPOSICION DE LA PROTEINA AISLADA DE SOYA (g/100g).....	17
3	PERFIL DE AMINOACIDOS DE LA PROTEINA AISLADA DE SOYA.....	18
4	COMPOSICION DEL HUEVO LIQUIDO ENTERO DE GALLINA (g/100g).....	19
5	CONTENIDO DE AMINOACIDOS DEL HUEVO ENTERO DE GALLINA, CACAO, ARROZ, POLEN, Y DE LECHE DE VACA.....	21
6	COMPOSICION QUIMICA DEL POLEN	22
7	COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DEL AZUCAR RUBIA (Composición por 100 g de porción comestible)..	23
8	COMPOSICION DE LA LECHE DESCREMADA EN POLVO....	26
9	CONTENIDO DE MINERALES Y VITAMINAS DE LA LECHE DESCREMADA EN POLVO, HUEVO ENTERO Y DE LA COCOA	26
10	NECESIDADES MEDIAS DIARIAS DE ENERGIA Y DOSIS INOCUA DE INGESTION DE PROTEINAS EN LACTANTES Y NIÑOS DE 3 MESES A 10 AÑOS (VALORES PARA AMBOS SEXOS HASTA LOS 5 AÑOS).....	30
11	COMPARACION DE DISTRIBUCIONES RECOMENDADAS DE NECESIDADES DE AMINOACIDOS, COMPOSICION DE PROTEINAS ANIMALES DE BUENA CALIDAD.....	31
12	LIMITES PERMISIBLES DE MICROORGANISMOS EN ALIMENTOS DESECADOS E INSTANTANEOS.....	42
13	COMPOSICION QUIMICO PROXIMAL DE LAS MATERIAS PRIMAS E INSUMOS EN ESTUDIO (BASE HUMEDA).....	63
14	PROPORCIONES DE LAS MEZCLAS (g/100 g BASE SECA) GENERADOS POR EL PROGRAMA FORMULACION.....	66
15	COMPOSICION PROXIMAL, COMPUTO QUIMICO Y NDPCAL% DE LAS MEZCLAS TENTATIVAS (g/100 g BASE SECA)..	68

16	CONTRIBUCION PROMEDIO DE LAS MEZCLAS TENTATIVAS DEL 20% DE LAS RECOMENDACIONES DIARIAS DE INGESTA DE NUTRIENTES PARA NIÑOS EN EDAD PRE-ESCOLARES.....	71
17	COMPUTO QUIMICO, AMINOACIDO LIMITANTE Y NDpCa1% DE LAS FORMULACIONES PROPUESTAS.....	74
18	AMINOGRAMA TEORICO DE LA MEZCLA I.....	76
19	AMINOGRAMA TEORICO DE LA MEZCLA II.....	77
20	AMINOGRAMA TEORICO DE LA MEZCLA III.....	78
21	DETERMINACION DEL COMPUTO DE AMINOACIDOS CORREGIDO EN FUNCION DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA PARA LA MEZCLA I (BASE HUMEDA).....	80
22	DETERMINACION DEL COMPUTO DE AMINOACIDOS CORREGIDO EN FUNCION DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA PARA LA MEZCLA II (BASE HUMEDA).....	81
23	DETERMINACION DEL COMPUTO DE AMINOACIDOS CORREGIDO EN FUNCION DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA PARA LA MEZCLA III (BASE HUMEDA).....	82
24	PROPORCIONES SELECCIONADAS.....	84
25	RESUMEN DE LOS PROMEDIOS DEL ANALISIS SENSORIAL POR ATRIBUTOS.....	85
26	ANVA DE LA EVALUACION SENSORIAL POR ATRIBUTOS DE LA MEZCLA I CON CUATRO TIEMPOS DE MEZCLADO..	86
27	ANVA DE LA EVALUACION SENSORIAL POR ATRIBUTOS DE LA MEZCLA II CON CUATRO TIEMPOS DE MEZCLADO.	87
28	ANVA DE LA EVALUACION SENSORIAL POR ATRIBUTOS DE LA MEZCLA III CON CUATRO TIEMPOS DE MEZCLADO	87
29	PRUEBA DE DUNCAN (5%) PARA LOS ATRIBUTOS DE COLOR, CONSISTENCIA Y APARIENCIA GENERAL DE LAS MEZCLAS I, II Y III DURANTE EL MEZCLADO.....	88
30	VARIACION DE HUMEDAD Y PROTEINA DURANTE EL SECADO EN LAS MEZCLAS I, II Y III.....	89
31	ANALISIS GRANULOMETRICO DE LAS MEZCLAS I, II Y III SECADAS A LA TEMPERATURA DE AIRE DE 100°C..	100
32	BALANCE MASICO POR PROCESO DE ELABORACION PARA LA MEZCLA I.....	104
33	BALANCE MASICO POR PROCESO DE ELABORACION PARA LA MEZCLA II.....	104

34	BALANCE MASICO POR PROCESO DE ELABORACION PARA LA MEZCLA III.....	105
35	CARACTERISTICAS QUIMICO-PROXIMAL, CONTENIDO DE MINERALES, VITAMINA Y PROPIEDADES FISICAS DE LAS MEZCLAS (BASE HUMEDA).....	108
36	VALORES DE HUMEDAD DE MONOCAPA Y ACTIVIDAD DE AGUA DE LAS TRES MEZCLAS.....	110
37	RESUMEN DE LOS PROMEDIOS DEL ANALISIS SENSORIAL POR ATRIBUTOS.....	112
38	ANVA DE LA EVALUACION SENSORIAL POR ATRIBUTOS DE LAS MEZCLAS I, II Y III CON UN PATRON DE REFERENCIA (PRODUCTO COMERCIAL).....	113
39	PRUEBA DE DUNCAN (5%) PARA LA PRUEBA DE PERFIL DE CARACTERISTICAS PARA LAS MEZCLAS I, II Y III CON EL PATRON DE REFERENCIA.....	114
40	ANVA DE LA PRUEBA DE ACEPTACION PARA LAS MEZCLAS I, II Y III CON UN PATRON DE REFERENCIA (PRODUCTO COMERCIAL).....	115
41	PRUEBA DE DUNCAN (5%) PARA LA PRUEBA DE ACEPTACION A LAS MEZCLAS I, II Y III CON EL PATRON DE REFERENCIA.....	116
42	CONTROL DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE LAS MEZCLAS	119
43	CONTROL MICROBIOLOGICO DE LAS MUESTRAS OBTENIDAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 37 °C Y 86% DE HUMEDAD RELATIVA.....	124

INDICE DE FIGURAS

<u>Nº</u>	<u>T í t u l o</u>	<u>Pág.</u>
1	FACTORES IMPORTANTES EN LA ELECCION DE UN ENVASE.....	44
2	FLUJOGRAMA EXPERIMENTAL DEL PROCESAMIENTO DE UN ALIMENTO FORMULADO A BASE DE EXTRACTO DE MALTA PARA LA ALIMENTACIÓN DE NIÑOS EN EDAD PRE-ESCOLAR.....	52
3	VARIACION DE HUMEDAD DURANTE EL SECADO A 80°C DE LAS MEZCLAS I, II Y III.....	91
4	VARIACION DE HUMEDAD DURANTE EL SECADO A 90°C DE LAS MEZCLAS I, II Y III.....	91
5	VARIACION DE HUMEDAD DURANTE EL SECADO A 100°C DE LAS MEZCLAS I, II Y III.....	92
6	VARIACION DE PROTEINA DURANTE EL SECADO A 80°C DE LAS MEZCLAS I, II Y III.....	94
7	VARIACION DE PROTEINA DURANTE EL SECADO A 90°C DE LAS MEZCLAS I, II Y III.....	94
8	VARIACION DE PROTEINA DURANTE EL SECADO A 100°C DE LAS MEZCLAS I, II Y III.....	95
9	FLUJOGRAMA DEFINITIVO DE PROCESAMIENTO DE UN ALIMENTO FORMULADO A BASE DE EXTRACTO DE MALTA PARA LA ALIMENTACION DE NIÑOS EN EDAD PRE-ESCOLAR.....	102
10	VARIACION DE LA HUMEDAD DURANTE EL ALMACENAMIENTO.....	120
11	VARIACION DE AZUCARES REDUCTORES DURANTE EL ALMACENAMIENTO.....	120
12	VARIACION DEL pH DURANTE EL ALMACENAMIENTO....	121
13	VARIACION DE LA ACIDEZ TITULABLE DURANTE EL ALMACENAMIENTO.....	121

DEDICATORIA

A mis queridos padres: JOSE STALIN y URSULA, como muestra de gratitud y cariño, quienes con su esfuerzo y sacrificio hicieron posible la culminación de mi carrera profesional, y a mis hermanas como gesto de sincera estimación.

AGRADECIMIENTOS

- Al Ing. M.Sc. ABNER OBREGON LUJERIO, por el asesoramiento brindado durante el desarrollo del presente estudio.

- Al Ing. ANGEL CHAVEZ SALAZAR, por el apoyo brindado durante la realización del presente trabajo de investigación.

- Al Ing. EMILIO DIAZ SANGAMA, Jefe del Laboratorio de Control de Calidad de la Planta Piloto de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana-UNAP, por su colaboración brindada durante los análisis de laboratorio.

RESUMEN

El presente trabajo trata de la formulación y evaluación matemática de siete (07) mezclas alternativas conteniendo proporciones variables de extracto de malta en polvo (E), polen (P), huevo entero de gallina (H), cocoa en polvo (C), leche descremada en polvo (L), azúcar rubia (A), lecitina de soya granulada (LS) y proteína de soya aislada en polvo (PS), expresadas en base seca. Fueron seleccionadas tres mezclas por el criterio de mejor valor nutricional destinada a la alimentación de niños en edad pre-escolar.

Los parámetros adecuados para el flujo de procesamiento, caracterización y control durante el almacenamiento del producto fue: formulación, pesado, mezclado, carga de bandejas, secado a temperatura de aire de 100 °C por 45 minutos, enfriamiento, molienda, envasado y almacenado. El contenido de proteínas de las mezclas (producto final), fluctúan de 19,25% a 20,53% en base seca, siendo el aminoácido limitante, la lisina y el score protéico promedio de 88,2%; 30 g del producto está destinado a cubrir el 20% de los requerimientos nutricionales para niños en edad pre-escolar. La composición química de la formulación 35:11:10:6:15:20:1:2 (E:P:H:C:L:A:LS:PS) que tuvo mayor preferencia que las otras dos mezclas con respecto a una mezcla comercial (Ovaltine) expresada por 100 g en base húmeda fue la

siguiente: Valor calórico 390,16 Calorías, humedad 3,35%, proteína 19,84%, grasa 5,36%, fibra 1,32%, ceniza 4,49%, carbohidratos 65,64%, calcio 295,74 mg, fósforo 120,04 mg, hierro 4,44 mg, vitamina A (caroteno) 0,176 mg, pH 5,74, acidez (% de H_2SO_4) 0,264 y azúcar reductor (% de glucosa) 1,856. Durante el almacenamiento por 60 días en condiciones de medio ambiente (37°C y 86% H.R. en promedio), las mezclas envasadas adecuadamente mostraron una carga microbiana por debajo de los límites permisibles; en cuanto a la humedad, pH, acidez (% de H_2SO_4) y azúcares reductores (glucosa) presentaron pequeños incrementos, manteniéndose la vida útil del producto.

I. INTRODUCCION

La desnutrición sigue siendo uno de los problemas más graves y más predominantes que afronta nuestro país. El 37% de los niños menores de 5 años, a nivel nacional, presentan desnutrición crónica. El problema de la desnutrición no tiene una distribución geográfica homogénea en nuestro país, siendo éste mayor en las zonas rurales (53,4%) y en la sierra (51,6%) y menos prevalente en las zonas urbanas (25,9%). Aunque su prevalencia a nivel nacional es menor, la desnutrición aguda es también parte de este problema nacional; el 1,4% de los menores de 5 años sufren este problema. Pero lo más grave pese al hambre existente, altos índices de morbi-mortalidad, bajos índices intelectuales, etc., a consecuencia de la mal nutrición; nuestra población no se decide a reestructurar sus hábitos de consumo debido a la falta de educación nutricional, al desarrollo de investigaciones de nuevas tecnologías para producir alimentos de alto valor biológico y bajo costo que le permitan al consumidor satisfacer sus requerimientos nutricionales en forma eficiente y por la falta de un programa de difusión de una cultura nutricional por parte de las instituciones ligadas al sector Agricultura y Alimentación.

Frente a esta problemática se ha propuesto desarrollar el presente trabajo de investigación planteando los siguientes objetivos:

- Formular, elaborar y evaluar un alimento a base de extracto de malta en polvo, polen, huevo entero de gallina, cocoa en polvo, leche descremada en polvo, azúcar rubia, lecitina de soya granulada y proteína de soya aislada en polvo.

- Evaluar los cambios físicos-químicos, microbiológicos y sensoriales del producto.

El producto final será destinado a cubrir el 20% de los requerimientos de nutrientes diarios para niños en edad pre-escolar.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. GENERALIDADES

Son muy variadas las soluciones propuestas al problema de la desnutrición de los niños en América Latina, donde las pobres condiciones medioambientales como de vivienda y educación contribuyen a agravar el problema (Monckerberg, 1981). La principal alternativa recomienda combatir el subdesarrollo puesto que la malnutrición no es más que un síndrome de pobreza.

Más del 41% de las familias latinoamericanas se encuentran en un nivel de pobreza crítica dentro de las cuales hay 60 millones de niños (Monckerberg, 1981). Por otro lado, cuando es bajo el ingreso económico de la población se hace imposible incrementar la producción de alimentos. Las mejoras en el sector agrícola requieren de grandes inversiones en maquinaria, fertilizantes, pesticidas, irrigaciones entre otros. Las nuevas tecnologías tienden a incrementar los costos, lo que puede en algunos casos ser rentable, ya que al producir en mayor cantidad para un mercado con un poder limitado de compra, se tendría que bajar los precios para vender más; la disponibilidad de alimentos, dependerá en última instancia de las posibilidades de desarrollo económico y poder de compra (Monckerberg, 19981).

Las mezclas alimenticias a base de cereales y leguminosas han tenido poco éxito, siendo alguna de ellas la INCAPARINA (Guatemala), PRONUTRO (Sudáfrica), PERUVITA (Perú); el fracaso se debe al inadecuado sistema de distribución, al uso de insumos importados, a la falta de continuidad de los programas como parte de una política integral de alimentación y a la falta de una planificación con base científica para el alcance nutricional de los productos además de la necesidad de considerar el aspecto psicológico del alimento (Orr, 1977; citado por Muñoz, 1991).

2.2. MATERIAS PRIMAS

2.2.1. Extracto de malta

En el Cuadro 1, se indica la composición química del extracto de malta en polvo, observando un contenido bajo en materias nitrogenadas, materias grasas, azúcares reductores y materias minerales y un contenido elevado de almidón.

CUADRO 1: COMPOSICION DEL EXTRACTO DE MALTA EN POLVO (g/100 g) EN BASE HUMEDA

Componentes	(%)
Materias grasas	2,5
Materias minerales	2,5
Materias nitrogenadas	10,0
Celulosa	6,0
Almidón	58,0
Azúcares reductores	4,0
Sacarosa	5,0
Pentosas solubles	3,0
Pento-hexosanas insolubles	9,0

Fuente: Huguet, 1977.

Para la obtención de malta, se emplea granos de cebada con alto poder germinativo y elevado contenido de carbohidratos, éstos inicialmente tienen un bajo poder enzimático, por lo que la finalidad fundamental del malteado es la producción de enzimas que permitan el desdoblamiento de las materias amiláceas de reserva (Huguet, 1977).

2.2.2. Proteína de soya aislada

La proteína aislada de soya (90% de proteína en base a peso seco), es altamente soluble y esparcible en el agua. Es un producto de soya altamente funcional, designado a reemplazar una porción de las proteínas de carne solubles en sal. Liga agua y grasa, estabiliza emulsiones y ayuda a mantener la estructura en los productos cocinados terminados (Almanza, et al 1994).

El Cuadro 2, muestra la composición química de la proteína de soya aislada, donde además de la proteína (90% en base seca) posee elementos minerales importantes para la dieta humana.

El Cuadro 3 reporta el perfil de aminoácidos de la proteína de soya, observándose un buen balance aminoacídico comparada a la de la carne y de la leche.

CUADRO 2: COMPOSICION DE LA PROTEINA AISLADA DE SOYA (g/100g) EN BASE HUMEDA

Componentes	Contenido
pH	6,25 - 6,95
Humedad	6,0% máx.
Ceniza	5,5% máx.
Proteína	84,6%
Grasa	1,5%
Calcio	0,15%
Sodio	1,1%
Potasio	0,15%
Fósforo	0,8%
Magnesio	0,09%
Hierro	0,01%
Zinc	75 ppm
Cobre	7 ppm
Energía Cal/100 g	357

Fuente: **Almanza (1994).**

CUADRO 3: PERFIL DE AMINOACIDOS DE LA PROTEINA AISLADA DE SOYA

Aminoácidos	g/16 g N
Arginina	7,5
Histidina	2,6
Isoleucina	5,0
Leucina	8,4
Lisina	6,0
Metionina	1,2
Fenilalanina	5,6
Treonina	3,9
Triptófano	1,2
Valina	5,0
Serina	5,6
Acido glutámico	18,2
Alanina	4,6
Glicina	4,2
Prolina	5,3

Fuente: Almanza, et al (1994).

2.2.3. Huevo entero

Los huevos enteros son excelentes fuentes de nutrientes, además poseen valiosas propiedades funcionales. La composición de aminoácidos del huevo es satisfactorio a tal grado que lo consideran como proteína de referencia; su aminograma es muy estable e independiente de la raza de gallinas, la alimentación o forma de producción (Fennema, 1985).

Se han realizado estudios para conocer las diferencias entre el huevo de granja y el industrial, no existiendo regla general en tanto que la calidad del huevo depende de los cuidados que tenga. Las cualidades sensoriales tecnológicas son idénticas en los huevos de

granja y en el industrial, los provenientes de las industrias avícolas contienen menos colesterol siendo además de menor calidad bacteriológica (Toger, 1977; citado por Bourgesis, 1986).

El Cuadro 4 reporta la composición proximal del huevo líquido entero de gallina, observando que el contenido de extracto etéreo es superior, mientras que el contenido de proteína es inferior en comparación con los contenidos de la leche descremada en polvo (Cuadro 8) y del polen apícola (Cuadro 6).

Los huevos se componen de 8-11% de cáscara, un 56-61% de clara y 27-32% de yema. El huevo entero líquido contiene un residuo seco entre el 26,5 y el 35%, consta aproximadamente de un 36% de yema y un 64% de clara. La yema líquida manufacturada contiene entre un 15 y un 20% de clara ya que parte de ésta se adhiere a las membranas vitelinas de la yema de huevo, cuando se separa entero, (Fennema, 1985).

CUADRO 4: COMPOSICION DEL HUEVO LIQUIDO ENTERO DE GALLINA (g/100 g) EN BASE HUMEDA

Componentes	Contenido
Humedad(g)	73,6
Proteína(Nx6.25)	12,8
Carbohidratos(g)	1,0
Extracto etéreo(g)	11,8
Fibra	-
Cenizas(g)	0,8

Fuente: Jamieson y Jobber, (1976).

En la industria agroalimentaria los huevos se aprecian por su acción emulsificante de la yema (mayonesa, salsas) o su acción colorante (pastelería) o por su capacidad espesante (de la clara), o por sus propiedades anticristalizantes (confitería) entre otros (Thapon, 1977; citado por Bourgeois, 1986).

En el Cuadro 5, se observa que el huevo entero contiene el mejor balance aminoacídico en comparación con cacao, polen, arroz y leche de vaca.

2.2.4. El polen de abeja

El polen es un alimento completo por excelencia, es la única fuente natural de proteínas, grasas, minerales y vitaminas (Marquina, 1984); podría asegurar las necesidades diarias mínimas de ácidos aminados a través de una dosis de \pm 15 gramos (Roman, 1980, citado por Marquina, 1984).

CUADRO 5: CONTENIDO DE AMINOACIDOS DEL HUEVO ENTERO DE GALLINA, CACAO, ARROZ, POLEN, Y DE LECHE DE VACA.

AMINOACIDO mg.a.a/g.m.s	P R O D U C T O				
	HUEVO ENT.*	CACAO*	ARROZ MORENO*	POLEN ₁	LECHE/VACA*
Lisina	38,34	10,19	3,44	12,47	21,83
Metionina †					
Cistina	31,22	1,26	3,07	7,74	9,24
Treonina	25,74	6,86	3,53	10,00	12,31
Histidina	12,05	3,13	2,26	9,35	7,56
Isoleucina	29,58	9,59	3,45	8,92	13,15
Fenilalanina †					
Tirosina	50,94	12,09	7,83	10,65	28,54
Triptófano	9,31	2,69	-	4,09	3,92
Valina	36,15	11,02	4,98	10,97	17,91
Leucina	47,10	18,11	7,45	15,48	26,58

Fuentes: (*) Collazos, (1993).
(1) Marquina, (1984).

No existe norma de calidad del polen, pero no debe haber presencia de enterobacterias de Escherichia coli ni de Salmonellas (Marquina, 1984).

En el Cuadro 6, se presenta los componentes del polen apícola donde se aprecia un elevado porcentaje de materia seca, de grasa, de proteína bruta, minerales y vitaminas.

CUADRO 6: COMPOSICION QUIMICA DEL POLEN EN BASE SECA

Componentes mayores (1)	(%)	
Materia seca	92,19	± 0,33
Proteína Bruta (Nx6,25)	18,61	± 2,43
Grasa Bruta	6,50	± 0,36
Fibra Bruta	0,48	± 0,17
Materias minerales	1,88	± 0,05
Materiales extractivos libres de nitrógeno	72,53	± 2,49
Componentes menores (g/Kg M.S.) (1)		
<u>Macrominerales</u>		
Fósforo	1,151	± 0,172
Potasio	4,288	± 1,118
Sodio	0,102	± 0,150
Calcio	0,414	± 0,186
Magnesio	0,486	± 0,311
Macroelementos	6,440	± 1,357
<u>Microminerales</u>		
Cobre	7,890	± 3,690
Hierro	28,190	± 15,650
Magnesio	12,560	± 6,500
Zinc	35,910	± 31,550
Microelementos	84,550	± 51,170
<u>Vitaminas (2)</u>		
B1	5,750	± 10,800
B2	16,300	± 19,200
PP	98,000	± 210,000
B6	0,000	± 3,000
Ac. Pantoténico	3,000	± 51,000
Biotina	0,100	± 0,250
Ac. Fólico	3,400	± 6,800
Vit. C	7,000	± 15,000
Vit. D	0,200	± 0,600
Vit. E	30,000	± 40,000

Fuentes: (1) Marquina, (1984).
(2) Persano, (1980).

2.2.5. El azúcar

La sacarosa es el ingrediente cristalino del que están hechos los dulces y otros confites. Se obtiene a partir de la savia celular de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera. Los métodos de manufactura del azúcar comercial blanca granulada de ambas fuentes difieren en detalles, pero los pasos principales son semejantes (Charley, 1991).

El Cuadro 7, detalla la composición proximal del azúcar rubia, observando que el producto no contiene proteína pero aporta calorías por su contenido en carbohidratos.

CUADRO 7: COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DEL AZUCAR RUBIA
(Composición por 100 g de porción comestible)

COMPONENTES	BASE HUMEDA
Energía (Cal)	380,00
Agua (g)	1,50
Carbohidratos (g)	98,30
Cenizas (g)	0,20
Calcio (mg)	45,00
Fósforo (mg)	2,00
Hierro (mg)	1,70
Riboflavina (mg)	0,03
Niacina (mg)	0,06

Fuente: Collazos, (1993).

2.2.6. **Valor nutricional de la leche descremada en polvo y de la lecitina de soya**

a. **Leche descremada en polvo**

La preparación de leche en polvo constituye un medio de conservar los principios nutritivos de forma más barata y más fácil de transportar y almacenar que en el caso de leche concentrada. La leche en polvo de buena calidad puede ser reconstituída dando un líquido que es virtualmente indistinguible de la leche natural. Las condiciones de fabricación tienen una considerable influencia en las propiedades del producto desecado y hay muchas modificaciones de los procedimientos típicos (Porter, 1981).

La leche descremada en polvo es un producto deshidratado obtenido de la leche desnatada, al cual se le ha sustraído el agua por concentración y en corriente de aire caliente o por desecación sobre cilindros igualmente calientes (Porter, 1981).

b. **Lecitina de soya**

La lecitina de soya cruda o de yema de huevo, son fosfolípidos, emulsionantes que se adicionan a las emulsiones. La lecitina de soya contiene aproximadamente cantidades iguales de fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina y fosfolípidos del inositol. Estos fosfolípidos son liposolubles pero es posible dispersarlos

en agua. La fracción lipídica de la yema contiene alrededor de un 66% de triglicéridos, un 28% de fosfolípidos, un 5% de colesterol y cantidades inferiores de otros lípidos. La composición porcentual de los fosfolípidos de la yema es de 73% de fosfatidilcolina, de 15,5% de fosfatidiletanolamina, de 5,8% de lisofosfatidilcolina, de 2,5% de esfingomiélin, de 2,1% de lisofosfatidiletanolamina, de 0,9% de plasmalógeno y de 0,6% de inositolfosfolípido, (Fennema, 1985).

El Cuadro 8, reporta la composición proximal de la leche descremada en polvo, notando que presenta un contenido de agua y grasa bajo, alto contenido de proteína y carbohidratos; no presenta fibra por lo que es 100% digerible por el organismo humano.

Según Collazos, (1993), la leche descremada en polvo es rica en minerales como el calcio y fósforo, en comparación al huevo entero y a la cocoa, pero pobre en vitaminas, tal como se observa en el Cuadro 9.

CUADRO 8: COMPOSICION DE LA LECHE DESCREMADA EN POLVO

Componentes	Base Húmeda %	Base Seca %
Energía (Kcal)	365,0	380,210
Agua (g)	4,0	4,167
Proteína	33,6	35,000
Grasa (g)	2,3	2,400
Carbohidratos (g)	52,1	54,270
Fibra (g)	-	-
Ceniza (g)	0,8	0,833

Fuente: Collazos, (1993).

CUADRO 9: CONTENIDO DE MINERALES Y VITAMINAS DE LA LECHE DESCREMADA EN POLVO, HUEVO ENTERO Y DE LA COCOA

MINERALES Y VITAMINAS	P R O D U C T O S		
	LECHE DESCREMADA EN POLVO	HUEVO ENTERO	COCOA
Calcio (mg)	1020,0	34,00	220,00
Fósforo (mg)	1041,0	194,00	801,00
Hierro (mg)	1,2	1,10	10,50
Retinol (mcg)	8,0	100,00	-
Tiamina (mg)	0,3	0,60	0,02
Riboflavina (mg)	0,6	0,05	0,20
Niacina (mcg)	0,1	0,50	2,50
Vitamina C (mg)	-	3,00	-

Fuente: Collazos, (1993).

2.3. SITUACION NUTRICIONAL DE LA POBLACION PERUANA

La desnutrición calórica-protéica, se puede considerar como una enfermedad nutricional que se presenta

en los niños de todas las naciones económicamente más pobres de la tierra, aunque paradójicamente muchas de ellas cuentan con suficientes recursos naturales capaces de alimentar a gran parte de la población pero estos son mal aprovechados (Palomino, 1986; citado por Buendía, 1992). Las dos terceras partes de la población mundial consumen la mitad de la proteína disponible en el planeta, la que mayormente proviene de cereales, entre éstos cereales tenemos el maíz, arroz y el trigo que juegan roles principales en latinoamérica (Buendía, 1992).

El requerimiento energético de 2260 Kcal/día para un adulto calculado por la FAO como promedio para 64 países en desarrollo, es cubierto en 94% por la producción interna de alimentos; a su vez el requerimiento de 61 g de proteína por día por persona es cubierto en 93% por la misma fuente. Existen pocos estudios sobre el consumo real, pero se estima que el 20% y el 33% de la población de estos países tienen déficits energéticos y protéicos. Así mismo se estima que la demanda de alimentos se incrementará en 3,9% anual y la oferta en cambio crecerá en sólo 2,7% anual (Shertz, 1973; citado por Buendía, 1992).

El Perú, como muchos otros países en vías de desarrollo no es autosuficiente en su producción de alimentos debido a la limitación de sus recursos principalmente ecológicos y tecnológicos. Se calcula en

la actualidad a nivel nacional, el 52% de la población total tiene ingestas por debajo de los niveles indicados por la FAO, pudiendo ser mayor este porcentaje de acuerdo a otros organismos internacionales que utilizan mayores valores numéricos para medir el grado de nutrición (Robles, 1985; citado por Buendía 1992).

En el Perú la ingesta calórica per-cápita/día es de 1486,2 Kcal/día y de proteína per-cápita/día 41,3 g/día, en comparación a los 2492 Kcal/día y 56,2 g/día, de "Ingesta mínima vital" diaria por persona, recomendado por la FAO (Hurtado, 1984; citado por Buendía 1992).

Se estima que el estado nutricional de la población peruana es deprimente ya que existen deficiencias en el consumo de alimentos, acentuándose más en los grupos vulnerables nutricionalmente (pre-escolares, madres gestantes, lactantes y escolares) de los estratos socio-económicos menos favorecidos. Se aprecia fundamentalmente insuficiencia de energía, y en consecuencia, deficiencia secundaria de proteína y otros nutrientes en el grupo de pre-escolares, generalmente después del destete, primero en la región de la Selva y luego en la Sierra y Costa (Palomino, 1986; mencionado por Buendía, 1992); como consecuencia el Perú tiene la segunda tasa de mortalidad infantil más alta de América Latina (88 por mil nacidos vivos); además arrastra problemas profundos como la miseria, el analfabetismo, la desnutrición, etc.

(Bambarén, 1986; mencionado por Buendía 1992).

Necesidades de energía y proteínas para niños en edad pre-escolar

El último comité Mixto de Expertos (1985) sigue considerando que las estimaciones de necesidades de energía deben basarse en lo posible en estimaciones del gasto de energía, sea real o recomendable, porque de determinar las necesidades a partir de ingestas observadas (países en desarrollo o desarrollados), dichas ingestas observadas no necesariamente son las que mantienen el peso corporal deseable o niveles óptimos de actividad física y, por ende la salud en su más amplio sentido. En el Cuadro 10 se presenta las necesidades de proteínas y energía para niños menores de 10 años recomendados por la FAO/OMS/UNU.

La distribución de los aminoácidos en las proteínas de los alimentos es otro de los factores importantes que influyen en la calidad total de proteínas que necesita el hombre; así, el conocimiento de las necesidades de los distintos aminoácidos en diversas edades es importante para prever la calidad de las proteínas dietéticas (FAO/OMS/UNU, 1985).

En el Cuadro 11 se muestra las necesidades medias diarias de proteínas y aminoácidos para lactantes, pre-escolares y escolares.

CUADRO 10: NECESIDADES MEDIAS DIARIAS DE ENERGIA Y DOSIS INOCUA DE INGESTION DE PROTEINAS EN LACTANTES Y NIÑOS DE 3 MESES A 10 AÑOS (VALORES PARA AMBOS SEXOS HASTA LOS 5 AÑOS)

EDAD	MEDIANA DE PESO (Kg)(a)	NECESIDADES DE ENERGIA				DOSIS INOCUA DE PROTEINAS (b)					
		(kcal/kg)	(KJ/Kg)	(Kcal/día)	KJ/día)	(g/Kg)	(g/Día)				
MESES											
3-6	7,0	100	418	700	2300	1,85	13,0				
6-9	8,5	95	397	810	3400	1,65	14,0				
9-12	9,5	100	418	950	4000	1,50	14,0				
AÑOS											
1-2	11,0	100	439	1150	4800	1,20	13,5				
2-3	13,5	100	418	1350	5700	1,15	15,5				
3-5	16,5	95	397	1550	6500	1,10	17,5				
		niños	niñas	niños	niñas						
5-7	20,5	90	377	85	356	1850	7700	1750	7300	1,10	21,0
7-10	27,0	78	326	67	280	2100	8800	1800	7500	1,10	27,0

(a) Datos NCHS; Promedio de niños y niñas en el punto de intervalo de edad.

(b) Proteínas con la digestibilidad y calidad de la leche o el huevo.

Fuente: FAO/OMS/UNU, (1985).

CUADRO 11: COMPARACION DE DISTRIBUCIONES RECOMENDADAS DE NECESIDADES DE AMINOACIDOS, COMPOSICION DE PROTEINAS ANIMALES DE BUENA CALIDAD

AMINOACIDO (mg/g proteína cruda)	DISTRIBUCION PROPUESTA DE NECESIDADES			COMPOSICION OBSERVADA (c)			
	LACTANTES MEDIA (MARGEN)	PRE-ESCOLARES (2-5 años)(a)	ESCOLARES (10-12 años)	ADULTOS	HUEVO	LECHE DE VACA	CARNE DE RES
Histidina	26 (18-36)	(19)d	(19)	16	22	27	34
Isoleucina	46 (41-53)	28	28	13	54	47	48
Leucina	93 (83-107)	66	44	19	86	95	81
Lisina	66 (53-76)	58	44	16	70	78	89
Metionina+Cistina	42 (29-60)	25	22	17	57	33	40
Fenilalanina+Tirosina	72 (68-118)	63	22	19	93	102	80
Treonina	43 (40-45)	34	28	9	47	44	46
Triptófano	17 (16-17)	11	(9)	5	17	14	12
Valina	55 (44-77)	35	25	13	66	64	50
TOTAL							
Incluida Histidina	460 (408-588)	339	241	127	512	504	479
Excluida Histidina	434 (390-552)	320	222	111	490	477	445

(a) Composición en aminoácidos de la leche materna.

(b) Necesidades de aminoácidos dividido por dosis de proteína de referencia/Kg. Se considera nivel inócuo 0.75 g/Kg para los adultos, 0.99 g/Kg para los niños de 10-12 años y 1.10 g/Kg para los niños de 2-5 años. Se eligen estos grupos de edad porque coinciden con los intervalos de edad de los sujetos de quienes se tomaron los datos sobre aminoácidos. Se considera que la distribución de necesidades de aminoácidos en los niños de 1 y 2 años es intermedia entre las de los lactantes y pre-escolares.

(c) Composición de leche de vaca, carne de res y huevo.

(d) Valores entre paréntesis interpolados de curvas regularizadas sobre necesidades por edad.

Fuente: FAO/OMS/UNU, (1985).

2.4. PRODUCCION DE MEZCLAS DESHIDRATADAS

El desarrollo de fórmulas alimenticias se basa en el principio simple de complementar el aporte de nutrientes entre dos o más productos (Glorio, 1990). Se debe enfocar globalmente una serie de etapas secuenciales como son la

de los alimentos localmente disponibles, las necesidades nutricionales de la población que se plantea atender, así como los patrones de consumo de alimentos (Bressani, 1976).

Por lo general a través de los análisis químicos-biológicos-toxicológicos se identifica la composición centesimal, aminoacídica y posibles nutrientes presentes en los productos. Con este conocimiento se procede a diseñar la mezcla y se aplica la tecnología para luego volver a repetir en los productos finales los análisis químico biológicos. Como complemento a ello, es importante elaborar un estudio de costos por cuanto, si es un producto comercial éste debería estar en las posibilidades económicas de la población que se plantea atender (Bressani, 1976).

La evaluación sensorial y los estudios de aceptabilidad son de gran importancia no sólo para el grupo de población para lo cual se programa la mezcla, sino también para comprobar la aceptabilidad de la población, específicamente de la madre de familia o persona encargada de la preparación de los alimentos. Es también importante los estudios de envase, empaque, y estabilidad del producto; finalmente para la producción industrial se requiere estudios de pre-factibilidad o factibilidad con énfasis en la distribución y mercadeo (Bressani, 1976).

2.4.1. Calidad nutritiva y métodos para evaluar el valor nutricional de los alimentos

Se ha demostrado que la deficiencia nutricional que afecta a la mayoría es más de tipo cuantitativo que cualitativo; las ingestas de proteína y de otros nutrientes es normal cuando se cubren todos los requerimientos calóricos, existiendo sin embargo la excepción de una deficiencia inherente de vitamina A en la población de la Sierra (Ferroni, 1982). Por otro lado se reconoce que la alta prevalencia de desnutrición en la Sierra obedece a la baja densidad de energía en los alimentos vegetales, a su alto contenido de residuos, digestibilidad inadecuada y bajo contenido de proteínas (Muñoz, 1991).

El procesamiento preserva a los alimentos retardando el deterioro, mejora la palatabilidad y textura, además elimina microorganismos indeseables, toxinas, factores antidigestivos o enzimas; pero a pesar de que los métodos de procesamiento son beneficiosos en muchos aspectos, algunos nutrientes son destruidos o perdidos y otros son alterados haciendo de ellos, compuestos biológicamente no disponibles (Robaidek, 1983).

Una proteína de buena calidad debe ser muy digestible y proporcionar cantidades suficientes de aminoácidos esenciales. Las ingestas protéicas

recomendadas se expresan en proteínas de este tipo (FAO/OMS/UNU, 1985). Dentro de los métodos para evaluar el valor nutricional de los alimentos, podemos citar:

a. Método químico

b. Método biológico

c. Métodos matemáticos.- Ante la desventaja de los métodos biológicos en lo que respecta al costo, tiempo y otros factores tales como los resultados obtenidos dependen del aminoácido limitante y de su disponibilidad y balance como de la presencia y ausencia de materiales interferentes (Robaidek, 1983; Pellet, 1989), se han hecho intentos para predecir resultados de pruebas biológicas a partir de ecuaciones o modelos; Alsmeyer et al., (1974), predice el valor de PER a partir de análisis de aminoácidos: método de correlación valores de PER corregidos a 2,5 para la caseína con aminoácidos específicos. Las correlaciones simples fueron mayores de 0,90. Las ecuaciones propuestas por Alsmeyer et al., (1974) fueron las siguientes:

$$(1) \text{ PER: } -0,6844 + 0,456 (\text{Leu}) -0,047 (\text{Pro})$$

$$(2) \text{ PER: } -0,468 + 0,454 (\text{Leu}) -0,105 (\text{Tir})$$

$$(3) \text{ PER: } -1,816 + 0,435 (\text{Met}) -0,780 (\text{Leu}) -0,211(\text{His}) - \\ 0,944(\text{Tir})$$

Estas ecuaciones presentan ciertas limitaciones; por ejemplo la ecuación 3 es un estimador realista del PER cuando se usa fuentes protéicas a partir de pollo, cereales y levaduras. Las ecuaciones (1) y (2) fueron ineficientes en predecir el PER de los alimentos conteniendo poco o nada de pollo o carne. Las tres ecuaciones fallaron en predecir el PER con exactitud en productos conteniendo pescado o frijoles.

Gross, (1980), propone un método de predicción del valor protéico (PPV); modificado por Morup y Olsen, citados por Muñoz, (1983), utiliza datos del balance del nitrógeno en humanos. Las ecuaciones propuestas por análisis de regresión son:

$$(1) \quad PV = 10^{2,15} \times g_{Lis}^{0,41} \times g_{Arom}^{0,6} \times g_{Sulf}^{0,71} \times g_{Treo}^{2,4} \times g_{Trip}^{0,21}$$

$$(2) \quad g = \frac{A_{testigo}}{A_{referencia}} ; A_{testigo} \leq A_{referencia}$$

$$g = \frac{A_{referencia}}{A_{testigo}} ; A_{testigo} \leq A_{referencia}$$

$$(3) \quad A_{Ile} + A_{leu} + A_{arom} + A_{Sulf} + A_{treo} + A_{trip} + A_{val} = 100$$

$$(4) \quad \frac{A_{ref}}{\text{mg/g de A.A. esenciales}}$$

Lis 141

Arom(Fe + Trip) 212

Sulf (Met + Cis) 89

Treo 99

Trip 30

Por otro lado **Muñoz et al.**, (1983), encontró coeficientes de correlación bajos para determinaciones de la calidad proteínica de 41 fuentes alimenticias, incluidas entre ellas mezclas de lupino con diversos cereales y lupino más papas. Se encontró un coeficiente de correlación de 0,53 entre el valor de PPV y el PER. Esta baja correlación se explica porque se ha comparado el requerimiento de un organismo en crecimiento (rata) con el de un hombre adulto. A diferencia del Score químico, el PPV tiene la ventaja de también tomar en cuenta el exceso de un aminoácido en la dieta, lo que podría ser el factor responsable de la disminución de la calidad de la proteína (**Muñoz**, 1991).

En la actualidad existen muchas formulaciones desde el punto de vista de calidad protéica, basadas únicamente en el cómputo químico. Sin embargo, ha sido necesario considerar además otros aspectos de las mezclas alimenticias. Debido a que las formulaciones con cómputos químicos cercanos a un óptimo pueden ser producidos a un costo sustancialmente mas bajo. **Traver et al.**, (1981); mencionado por **Muñoz**, (1991), planteó un método gráfico basado en computadoras empleando un programa en Fortran IV para evaluar la calidad protéica de mezclas alimenticias de tres elementos considerando variaciones desde 0,0 a 1,0 para cada uno de ellos. Calculó los valores de contenido proteico, costo y score químico para cada una de las combinaciones, posteriormente graficó los resultados en

una IBM 1627, determinando líneas de contorno, para un contenido constante de proteína, costo y score químico; posteriormente se superponen estos gráficos determinando áreas de formulación factibles, con un contenido protéico (P) entre 18 y 22%, costo (C) menor de 20c/lb y score químico de 90 o más. Presentando la limitación del número de elementos manejables al mismo tiempo.

Ballesteros et al., (1984), reporta un método de elaboración por programación lineal de nuevos productos a partir de cereales y leguminosas. La técnica permite optimizar una función objetiva como la minimización del costo de producto, imponiendo ciertas características esenciales o restricciones tales como nivel de aminoácidos esenciales y factibilidad de procesamiento de acuerdo al tipo de producto a elaborar.

La programación lineal, método que tiene su fundamento en la interrelación de los conceptos y técnicas básicas de cierto número de criterios matemáticos como el álgebra matricial y el álgebra lineal, puede definirse en forma sencilla como la maximización o minimización de alguna función sujeta a restricciones (Córdova, 1993). En la formulación de raciones por programación lineal la minimización de los costos está restringida por limitaciones, principalmente definidas por las materias primas (alimentos), necesidades nutricionales de los animales, y el precio de las materias primas o

ingredientes.

Un método propuesto por Miller y Payne; mencionados por Glorio, (1990), para evaluar dietas humanas a partir de tablas de composición de alimentos se basa en una ecuación para predecir el valor protéico a partir de datos químicos. Esta ecuación es la siguiente:

$$ND_p\text{Cals}\% = \text{"Score"} \times \frac{P(54 - P)}{(54 - P_m)}$$

donde:

$ND_p\text{Cals}\%$	=	% de Calorías netas protéicas dietarias
p	=	% de Calorías protéicas
P_m	=	% de calorías protéicas requeridas para el mantenimiento; $400/\text{score}$
"Score"	=	Score protéico basado en datos químicos (Cómputo químico).

Tagle, (1973), menciona la siguiente significación biológica de los valores de $ND_p\text{Cal}\%$:

- 4 $ND_p\text{Cal}\%$ permite la mantención del peso corporal, pero provoca cuadros de desnutrición al ser suministrado a animales jóvenes, a la hembra preñada y a la hembra nodriza.

- 7 ND_pCal% permite un crecimiento aceptable a la rata joven pero todavía alejado del óptimo.
- El rango de 8 a 10 ND_pCal% produce un crecimiento óptimo y garantiza el buen comportamiento nutricional durante la preñez y lactancia.

2.4.2. Secado de mezclas alimenticias

Los cereales y/o leguminosas (en forma de harina o griz) son mezcladas con una determinada cantidad de agua y, previo molido y homogenizado, son secados a través de un secador de rodillos calentados a vapor (IIT, 1991; citado por Ancasi, 1992).

Durante el secado, por efecto de la temperatura, se produce la reacción no enzimática de Maillard, que implica la interacción entre azúcares reductores y aminoácidos (Braverman, 1980).

La reacción de Maillard involucra, aparte del color, cambios en el sabor, olor y en la disminución del valor nutritivo; se puede evitar mediante bajas temperaturas, bajo pH y el bloqueo del grupo C=O mediante el sulfito de sodio, que resulta ser el método más usado (Cheftel y Cheftel, 1983).

2.4.3. Almacenamiento de productos deshidratados

Durante el almacenamiento de los alimentos en estado deshidratado, pueden surgir diversas reacciones de deterioro: en primer lugar, desarrollo de insectos contra los cuales se adoptan las precauciones generales de higiene, así como embalajes protectores; a continuación, crecimiento de algunos micro-organismos, si bien esto sólo puede surgir después de una rehidratación. Por lo tanto, dada la higroscopicidad de los alimentos deshidratados resulta necesario un embalaje impermeable al vapor de agua o su almacenamiento en condiciones higrométricas apropiadas. Con los granos de cereales y las harinas almacenadas en silos un traslado localizado de humedad puede motivar el crecimiento de mohos; para impedir tales traspasos de humedad, conviene que los silos estén herméticamente aislados (Cheftel y Cheftel, 1983).

En el estado de deshidratación, las reacciones enzimáticas, el pardeamiento no enzimático, diversas reacciones de hidrólisis, la recristalización de azúcares con formación de masas (caso de algunos polvos), sólo se producen muy lentamente siempre que se cumpla la condición de que el bajo nivel de actividad del agua que se logró al final del secado, se mantenga con la ayuda de un embalaje apropiado. También es importante que la temperatura de almacenamiento sea inferior a los 25°C aproximadamente. Algunas operaciones previas al secado, tales como la

precocción o la adición de sulfitos, pueden mejorar la estabilidad de determinados alimentos deshidratados, pero no siempre resultan posibles (Cheftel y Cheftel, 1983).

Debido a su porosidad, los alimentos deshidratados son acusadamente sensibles a las reacciones de oxidación que frecuentemente representan el factor limitante de su conservación. A veces es necesario el embalaje bajo vacío con nitrógeno, en un material impermeable al oxígeno y a la luz, para evitar la oxidación de los lípidos y proteger determinados pigmentos, vitaminas, sustancias aromáticas, etc. A causa de su fragilidad, los alimentos deshidratados también deben protegerse contra los golpes (Cheftel y Cheftel, 1983).

Para alimentos desecados e instantáneos para lactantes y niños, la comisión **FAO/OMS/UNU**, (1985), de expertos recomiendan límites permisibles (ver Cuadro 12).

CUADRO 12: LIMITES PERMISIBLES DE MICROORGANISMOS EN ALIMENTOS DESECADOS E INSTANTANEOS

Microorganismos Indicador	límite/g	
	m	M
Recuento en placas de aerobios	10^3	10^4
Coliformes	3	20
Salmonellas	0	-

Fuente: FAO/OMS/UNU, (1985).

Donde:

m = Número o nivel máximo de bacterias/g. Los valores superiores a este nivel se aceptan provisionalmente o se rechazan. Se usa para un programa de dos clases para separar los alimentos aceptables de los rechazables, mientras que en el de tres clases se usa para separar los alimentos de buena calidad de la de aquellos cuya calidad es aceptable sólo provisionalmente.

M = Es el valor que se usa para separar los alimentos rechazables de los que tienen una calidad aceptable provisionalmente. Sólo se usa en los programas de tres clases.

NOTA: Un programa de toma de muestras consiste básicamente en el establecimiento de un criterio

de aceptación para un determinado lote. Dicho criterio se fundamenta en una serie de análisis realizados por métodos específicos sobre un número representativo de alícuotas. Pueden ser programas de dos o tres clases (Jay, 1978).

Heiss, (1977), menciona que la función más importante del envasado es suministrar al consumidor un alimento de igual calidad a la de los productos frescos o recientemente preparados. Cualquier elección del envasado debe basarse en el conocimiento exacto de las sensibilidades específicas del producto en cuestión. Es preciso, además, conocer las condiciones climáticas y las tensiones mecánicas medias a las que va a ser sometido el producto, así como las más desfavorables en su camino del productor al consumidor, al tiempo transcurrido entre su producción y consumo. El envase seleccionado debe ser práctico, lo que significa, desde el punto de vista del envasador, que debe llenarse fácil y rápidamente y cerrarse a la perfección, y, desde el punto de vista del comerciante, que el producto pueda distribuirse y almacenarse convenientemente. Desde el punto de vista del consumidor significa que el envase deberá ser de un tamaño adecuado para que éste pueda abrirse con facilidad y, si es preciso, también cerrarse. Además, el consumidor espera que el producto sea protegido por el envase, pero también espera desde luego, que éste proporcione una información abundante sobre el producto, su contenido,

condiciones y tiempo de almacenamiento, posibilidades de uso y demás detalles (ver Figura 1).

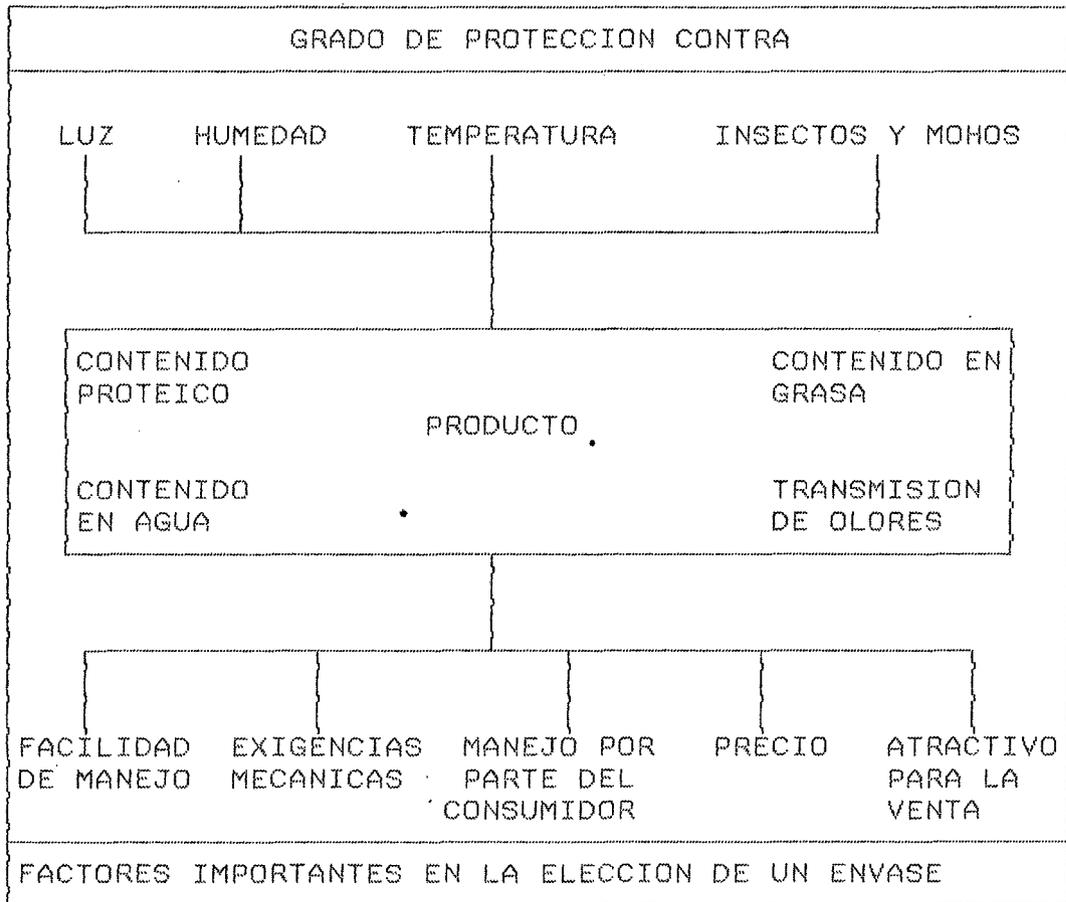


FIGURA 1: FACTORES IMPORTANTES EN LA ELECCION DE UN ENVASE

Fuente: Heiss, (1977).



2.5. ACTIVIDAD DE AGUA

Se determina la actividad de agua mediante el método de Isotermas de Adsorción, para lo cual se utilizan soluciones saturadas acuosas de varias sustancias. Para el ajuste de los datos experimentales se utilizan los métodos de las ecuaciones de G.A.B. y el método de la ecuación de B.E.T. (Martínez, 1967). Las isotermas pueden ser utilizadas como guía para el almacenamiento, procesamiento y empaquetado con la consiguiente mejora en la calidad de los productos alimenticios procesados. El valor monomolecular o humedad de monocapa puede determinarse, a partir de la isoterma respectiva a través de diferentes modelos teóricos.

Los modelos Guggenheim-Anderson de Boer (G.A.B.) y Brunauer-Emmett-Teller (B.E.T.), son los más utilizados en alimentos. En una extensa revisión de modelos de sorción propuestos, Van de Berg y Bruin, 1981, citados por Labuza, (1985), establecieron que la ecuación de G.A.B. fue el mejor modelo teórico para alimentos. La ecuación tiene tres parámetros y es el modelo más empleado por investigadores europeos en alimentos.

Para el cálculo de los tres parámetros característicos de la ecuación de G.A.B., ésta puede expresarse en forma de una función parabólica, la que es ajustada por mínimos cuadrados a los valores

experimentales de adsorción.

La ecuación de G.A.B. tiene la ventaja al compararla con el modelo B.E.T., que describe en forma objetiva las isotermas de sorción hasta valores de A_w de 0,9, mientras que el modelo B.E.T. está limitada a A_w de 0,45 (Labuza, 1985).

Un importante factor que afecta la estabilidad de los alimentos es la actividad de agua (A_w). Tanto la velocidad de las reacciones químicas como la actividad microbiana están directamente controladas por A_w (Cheftel y Cheftel, 1980). El crecimiento de la mayoría de hongos se inhibe si la A_w es menor de 0,7; en cambio las levaduras y bacterias son más sensibles, requiriendo para su desarrollo un valor mínimo de 0,95 (Ingran, citado por Martínez, 1967).

La A_w del producto alimenticio está más relacionada a las propiedades físicas, químicas y biológicas que el contenido total de humedad.

La oxidación de los lípidos es una de las mayores causas de deterioro en la calidad de los productos deshidratados almacenados. Los productos de oxidación han sido indicados como tóxicos para el hombre, pudiendo originar enfermedades coronarias y cáncer (Pearson, 1976).

Al decrecer la A_w , la velocidad de oxidación decrece inicialmente, aumentando posteriormente por debajo de la monocapa.

Las reacciones enzimáticas están condicionadas muy íntimamente por la A_w . Cuando la A_w tiene valores de 0,25 a 0,30, la actividad enzimática cesa por completo.

La frescura y el deterioro de los alimentos que contienen aceites y grasas se debe investigar con frecuencia en el control de calidad. El enranciamiento de los productos alimenticios pueden deberse a las materias primas, a una fabricación defectuosa o al almacenamiento. En general, el calor, la luz, la humedad y la presencia de trazas de metales como el cobre y el hierro aceleran la descomposición y enranciamiento de los aceites y grasas (Pearson, 1976).

III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Análisis y Composición de los Alimentos de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, en el Laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería Química, Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Control de Calidad y en la Planta Piloto de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, con una duración de cuatro meses.

3.1. MATERIAS PRIMAS

La selección de las materias primas que se utilizó en el presente estudio se hizo teniendo en cuenta el valor nutritivo, disponibilidad, costos y que sus carbohidratos, grasas y proteínas tengan una alta digestibilidad para evitar trastornos digestivos de niños en edad pre-escolar. Las materias primas seleccionadas fueron:

- Extracto de malta en polvo, con 3,29% de humedad, 3,41% de proteína y 85,38% de carbohidratos.
- Leche descremada en polvo, con 2,52% de humedad, 34,12% de proteína y 60,21% de carbohidratos.
- Cocoa en polvo, con 5,62% de humedad, 17,12% de proteína y 55,17% de carbohidratos.
- Polen, con 6,08% de humedad, 17,48% de proteína y 65,79% de carbohidratos.

- Huevo entero de gallina, con 71,87% de humedad, 15,41% de proteína y 2,10% de carbohidratos.
- Lecitina de soya granulada, con 4,79% de humedad, 5,70% de proteína y 5,01% de carbohidratos.
- Azúcar rubia nacional, con 0,97% de humedad y 98,83% de carbohidratos.
- Proteína de soya aislada, con 2,50% de humedad, 87,75% de proteína y 3,42% de carbohidratos.

3.2. EQUIPOS Y MATERIALES

3.2.1. Equipos de laboratorio

- Estufa marca WTB-Binder de 0 a 250°C, con circulación de aire forzado, elimina el aire húmedo por la parte superior donde se ubican dos rejillas.
- Balanza analítica marca Sartorius, con capacidad máxima de 311 gramos.
- Balanza de platos marca Cobos, modelo 202, capacidad 2 Kg. margen de error de 2 gramos.
- Mufla marca Vernitron-Majestic de 0 a 1200°C.
- Aparato semi-micro Kjeldahl-española, marca Buchi-alemana, 220v-difásica.
- Equipo Soxhlet, marca selecta-español, modelo Precistern, difásica, trabaja en serie, contiene termostato para regular la temperatura de los solventes.

- Contador de colonia, marca Hellige, 220V, difásica.
- Baño maría marca Selecta-Española, modelo Precistern-S-140.
- Incubadora marca Selecta-Española, modelo 206 Nº 134569, 220v.
- Bomba de vacío, modelo 0211-V45M-8218C, 220v, HP1/6, 1725 rpm, marca General Electric.
- Campanas de Desección.
- Juego de tamices vibratorios, marca Dayton, potencia = 1/4 HP, tensión = 220 V.

3.2.2. Equipos de proceso

- Secador eléctrico de bandejas, con circulación de aire caliente, 4 bandejas de acero inoxidable de 60 x 50 cm cada una, tensión 220 V.
- Batidora Oster, con 5 velocidades, tensión 220 V.
- Molino manual de disco con tornillo sin fin, marca Corona.

3.2.3. Materiales y reactivos

- Reactivos y materiales necesarios para análisis físico-químico proximal, microbiológico y sensorial.
- Reactivos y materiales necesarios para análisis de minerales (calcio, hierro y fósforo).
- Reactivos y materiales necesarios para análisis de vitamina A.

- Reactivos y materiales necesarios para la determinación de Isotermas de Sorción.

3.3. METODOLOGIA

El presente trabajo se desarrolló de acuerdo a la metodología siguiente:

- Se realizaron análisis químico-proximal a las materias primas (humedad, proteína, grasa, fibra, cenizas y carbohidratos).

- Se elaboró el flujo preliminar de proceso para el alimento, en el cual se fueron determinando los parámetros adecuados para cada operación del proceso. Luego se determinó el flujograma final, para posteriormente pasar a una evaluación del producto obtenido en el aspecto físico-químico, microbiológico y organoléptico. Durante el almacenamiento se evaluó los parámetros físico-químicos y microbiológicos. Se elaboró un programa computarizado para evaluar las formulaciones utilizando las materias primas (extracto de malta en polvo, cocoa en polvo, leche descremada en polvo, azúcar rubia nacional en polvo, huevo entero de gallina, lecitina granulada y proteína de soya aislada), en base a su disponibilidad y costo. Las operaciones del flujo experimental que se presenta en la Figura 2, comprende:

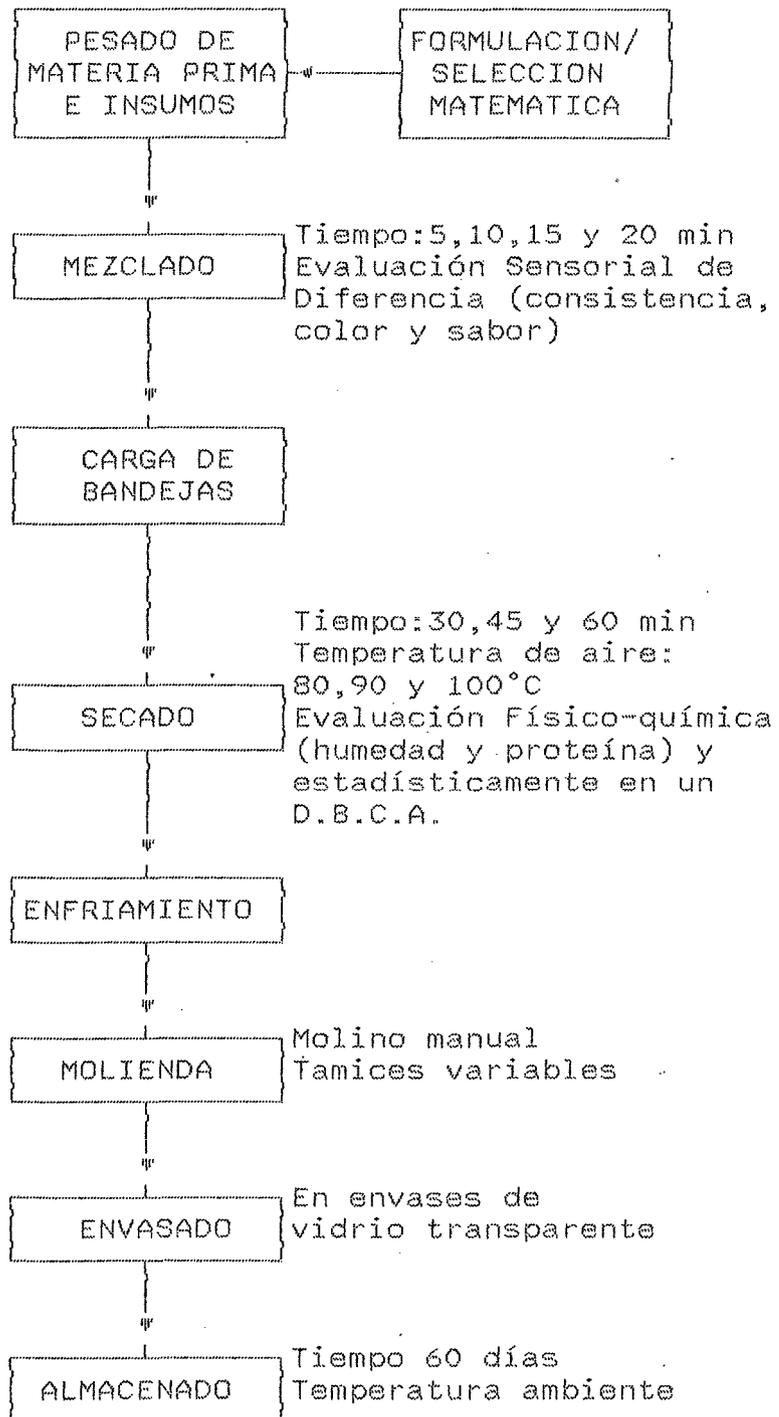


FIGURA 2: FLUJOGRAMA EXPERIMENTAL DEL PROCESAMIENTO DE UN ALIMENTO FORMULADO A BASE DE EXTRACTO DE MALTA PARA LA ALIMENTACIÓN DE NIÑOS EN EDAD PRE-ESCOLAR

a. **Formulación y selección de las mezclas**

Para la formulación, la metodología utilizada fue la siguiente:

- Se determinó la cantidad de proteínas, vitaminas, minerales, fibra, grasa y carbohidratos aportada por cada una de las materias primas en 100 g de mezcla (base seca).
- Se determinó el contenido de aminoácidos esenciales existentes en la cantidad de proteínas suministradas por cada una de las materias primas.
- Se calcularon los aminogramas teóricos en 100 g de mezcla, como resultado de la sumatoria de los aminoácidos esenciales aportadas por cada una de las materias primas en 100 g de mezcla (en base seca).
- Se convirtieron los valores de los aminogramas obtenidos del total de proteína suministrada en 100 g de mezcla a 100 g de proteína.
- Por comparación con el aminograma de la proteína de referencia (proteína de la leche de vaca) (FAO, 1985), se calculó el score protéico que es la cantidad de aminoácido presente en menor proporción expresada como porcentaje de las necesidades que para

tal aminoácido señala dicha tabla de referencia.

La selección de las formulaciones se realizó en base a los siguientes criterios:

- Calidad nutritiva de las mezclas, en base a la calificación protéica, de vitaminas y minerales.
- Cubrir un quinto de los requerimientos de energía y nutrientes diarios para niños en edad pre-escolar calculados teóricamente.
- Facilidad de procesamiento tecnológico.
- Aceptabilidad del producto final.
- Disponibilidad de las materias primas.

a.1. Cálculo del porcentaje en base húmeda de las materias primas a utilizar

Los cálculos teóricos para las formulaciones se hacen en base a 100% y expresado en base seca (B.S.). Para obtener el porcentaje en base húmeda (B.H.) se utiliza la siguiente relación:

$$\% \text{ B.H. (x)} = \frac{\% \text{ B.S. (x)}}{100 - H (x) \times (F.M.)} \times 100$$

Donde:

% B.H.(x) = Porcentaje en base húmeda de una
harina x

% B.S.(x) = Porcentaje en base seca de una
harina x

H(x) = Porcentaje de humedad de la
harina x

F.M. = Factor de humedad

$$F.M. = \frac{\% B.S._e}{100-H_e} + \frac{\% B.S._p}{100-H_p} + \frac{\% B.S._c}{100-H_c} + \frac{\% B.S._l}{100-H_l} +$$
$$\frac{\% B.S._a}{100-H_a} + \frac{\% B.S._{lec}}{100-H_{lec}} + \frac{\% B.S._h}{100-H_h} + \frac{\% B.S._p}{100-H_p}$$

- % B.S.(e, p, c, l, a, lec, h y P) = Porcentaje en base seca del extracto de malta, polen, cocoa, leche descremada, azúcar rubia, lecitina, huevo y proteína de soya aislada.

- H (e, p, c, l, a, lec, h y P) = Porcentaje de humedad del extracto de malta, polen, cocoa, leche descremada, azúcar rubia, lecitina, huevo y proteína de soya aislada.

El Anexo 3, muestra el programa de conversión de base seca a base húmeda en el programa de FOXPRO 2.1.

b. **Pesado**

Esta operación se realizó utilizando una balanza, con la finalidad de determinar el rendimiento.

c. **Mezclado**

Se realiza en una mezcladora mecánica, en esta operación se ensayaron tiempos de 5, 10, 15 y 20 minutos de mezclado con la finalidad de homogenizar los componentes de la mezcla. Se mezclaron todos los ingredientes a excepción del azúcar, para un adecuado proceso de deshidratación en el secador, según las especificaciones y parámetros de maquinaria. Las muestras fueron evaluadas por análisis sensorial (color, consistencia y apariencia general, y contrastables estadísticamente, ANVA y Prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

d. **Carga de bandejas**

Homogenizada la mezcla se procede a cargar las bandejas del secador, teniendo en cuenta que el espesor del lecho debe fluctuar entre 2 a 6 cm para la realización de un adecuado secado según lo recomendado por (Fellows, 1994).

e. **Secado**

Cargado las bandejas, la mezcla homogenizada se procede al secado con circulación de aire caliente, en esta operación se determina el tiempo y temperatura de aire de secado para lo cual se ensayaron tiempos de 30, 45 y 60 minutos y temperaturas de aire de 80, 90 y 100°C. Los datos fueron evaluados por análisis físicos químicos (humedad y proteína), los mismos que fueron comparados y analizados estadísticamente mediante un Diseño en Parcelas Divididas en un Diseño en Bloque Completamente Aleatorizado (DBCA).

f. **Enfriamiento**

Operación que se realiza al momento de transportar el producto deshidratado desde el secador hasta el molino. Con la finalidad de evitar que el producto capte humedad del medio ambiente, se realiza con la mayor rapidez posible.

g. **Molienda**

El producto semiterminado y enfriado es reducido a partículas finas utilizando un molino de discos en forma manual, con la finalidad de determinar el grado de finura se utilizó un juego de tamices Nº 20, 32, 45, 60, 6xx, 10xx y 15xx.

h. **Envasado**

Operación que consiste en vertir el producto en envases de vidrio transparente, dosificado con ayuda de una balanza hasta obtener el peso deseado, inmediatamente se procede al cerrado manual con la finalidad de evitar la absorción de humedad por parte del producto ésta operación se lleva a cabo con la mayor rapidez posible.

Se obtienen tres mezclas, las cuales son sometidas a evaluación sensorial de preferencia en un diseño en Bloque Completamente al azar (DBCA) con la finalidad de obtener el producto final.

i. **Almacenado**

El producto final se almacena a condiciones de temperatura y humedad relativa del medio ambiente (37°C y 86%, respectivamente). Se realizaron análisis físico-químico cada quince días durante dos meses, sensorial (Preferencia) y microbiológicos. Los controles microbiológicos del producto final se realizaron entre los dos primeros días y a los dos meses después de haber elaborado el producto para comparar las condiciones higiénicas o sanitarias de procesamiento, manipuleo en el envasado y la estabilidad durante el almacenamiento a temperatura ambiente.

3.4. METODOS DE CONTROL

3.4.1. Análisis físico-químicos

a. A las materias primas y al producto final

Se realizaron las siguientes determinaciones: humedad, proteína, grasa, fibra cruda, cenizas, carbohidratos (A.O.A.C., 1980).

b. Al producto final

El análisis de minerales (calcio, hierro y fósforo), se realizaron siguiendo los métodos recomendados (Lotti y Galoppini, 1986).

El análisis de vitamina A (caroteno), se realizó siguiendo el método recomendado (Winton, 1947).

El pH y la Acidez total expresado en porcentaje de ácido sulfúrico se determinó de acuerdo al método recomendado (Lotti y Galoppini, 1986).

Los azúcares reductores se determinó mediante el método D.N.S., recomendado (Winton, 1947).

Para determinar la actividad de agua se utilizó el método estático de soluciones saturadas acuosas de varias

sustancias y se construyeron las isotermas de adsorción a 37°C aproximadamente. Para el ajuste de los datos experimentales se utilizaron los métodos de las ecuaciones de G.A.B. y el método de la ecuación de B.E.T., (Martínez, 1967).

La energía se calculó utilizando los factores de Atwater, para la energía disponible recomendados por la FAO/OMS/UNU, (1985); estos factores son de 4 Kcal/gramo de proteína, 4 Kcal/gramo de carbohidratos y 9 Kcal/gramo de grasa. Se multiplican estos factores por el contenido de los carbohidratos, proteína y grasa determinados en el análisis proximal.

3.4.2. Análisis microbiológicos

Al producto final se realizaron los siguientes controles recomendados por Mossel y Quevedo (1967):

- Numeración de microorganismos aerobios, mesófilos y viables totales.
- Coliformes totales
- Salmonellas
- Hongos y levaduras.

3.4.3. Evaluación sensorial

a. Prueba de diferencia; se realizó en la prueba de

mezclado con la finalidad de seleccionar el tratamiento de mayor aceptación, usando para ello un grupo compuesto por 10 panelistas semientrenados, mediante el método de puntos o calificación. Se presentaron a los panelistas 3 muestras codificadas sometidas a diferentes tiempos de mezclado (ver Formato 1, en el Anexo 5). Con los resultados obtenidos se realizó el análisis de varianza (ANVA) para ver si existe o no diferencias significativas entre los tiempos de mezclado utilizados.

b. La prueba de preferencia se realizó mediante el método "Score"; comparando con un producto comercial (Ovaltine); se evaluaron las características de sabor, olor, color y consistencia, utilizando la escala hedónica de 5 puntos, donde: 1 indica malo, 2 indica regular, 3, 4, y 5 indican bueno, muy bueno y excelente respectivamente. Las muestras se presentaron como bebida a cada panelista, reconstituído con leche de vaca (45°C), en una relación de 15 gramos del producto/100 ml de leche de vaca, con la finalidad de mejorar la composición nutritiva de los productos. Las muestras fueron servidas 20 ml aproximadamente en vasos de vidrio transparente, de acuerdo a las recomendaciones de Mackey, (1984). El panel estuvo conformado por 20 personas semi-entrenadas utilizando para la presente prueba el Formato 2 del Anexo 6. Los resultados se sometieron al ANVA y a la Prueba de Duncan al 5% con la finalidad de determinar la mejor mezcla.

c. La prueba de aceptabilidad a nivel de consumidores, comparando con un producto comercial (Ovaltine), se utilizó para la prueba el Formato 3 del Anexo 7. Los panelistas (niños de 6 a 7 años de edad) en un número de 20 evaluaron el grado de aceptabilidad que tienen la mezcla I, II y III con respecto al producto comercial. Los resultados se sometieron al ANVA y a la Prueba de DUNCAN al 5% con la finalidad de determinar la mezcla de mayor aceptación entre los consumidores.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. CARACTERISTICAS DE LA MATERIA PRIMA

En el Cuadro 13, se muestra los resultados del análisis químico proximal de las materias primas en estudio en donde se observa que el contenido de grasa y carbohidratos del extracto de malta en polvo es ligeramente superior al del arroz con cáscara tomado como referencia para los cálculos matemáticos, mientras que su contenido de humedad, proteína, fibra y ceniza es inferior, las mismas que hicieron variar de 5-8% los resultados de la composición químico-proximal de las mezclas obtenidas.

CUADRO 13: COMPOSICION QUIMICO PROXIMAL DE LAS MATERIAS PRIMAS E INSUMOS EN ESTUDIO (BASE HUMEDA)

PRODUCTOS	H° (%)	CHON (%)	GRASA (%)	FIBRA (%)	CENIZA (%)	CHO (%)
Extracto de malta en polvo	3,29	3,41	2,5	2,52	2,9	85,38
Azúcar rubia	0,97	-	-	-	0,2	98,83
Leche descremada en polvo	2,52	34,12	2,34	-	0,81	60,21
Huevo ent. de gallina	71,87	15,41	9,57	-	1,05	2,10
Cocoa en polvo	5,62	17,12	8,75	5,76	7,58	55,17
Prot. aislada de soya	2,50	87,75	1,46	-	4,87	3,42
Polen	6,08	17,48	6,1	0,45	4,10	65,79
Letic. de soya granul	4,79	5,70	83,0	-	1,50	5,01

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad - UNAP.

En los resultados del análisis químico-proximal del azúcar rubia se observa que el contenido de humedad encontrado (0,97% en base húmeda) es inferior a lo reportado por **Collazos**, (1993), que señala un contenido de 1,5% en base húmeda. Así mismo, el contenido de carbohidratos (98,83%) y cenizas (0,2%) determinados se asemeja con lo reportado por el mismo autor cuyos valores son de 98,3% y 0,2% en base húmeda respectivamente.

La leche descremada en polvo, presenta en base húmeda un contenido protéico de 34,12%, que es superior a 33,6% reportado por **Collazos**, (1993); con respecto al contenido de grasa (2,34%) y ceniza (0,81%), son similares a lo indicado por el mismo autor (2,3% y 0,8% respectivamente). El contenido de humedad (2,52%) es inferior a lo que reporta el autor (4%); no existe fibra en la composición por lo que es 100% digerible por el organismo humano.

El huevo entero de gallina, presenta una composición en base húmeda de proteína, 15,41%; grasa, 9,57%; ceniza, 1,05% y humedad, 71,87%; mientras **Jamieson y Jobber**, (1976), reportan para el mismo producto valores de proteína, 12,8%; ceniza, 0,8%; grasa, 11,8% y 73,6% de humedad. Así mismo, **Collazos**, (1993), cita valores para proteína, grasa, ceniza y humedad de 13,2%, 8,2%, 0,9% y 75,9%, respectivamente.

El contenido de humedad (5,62%), de proteína

(17,12%), de grasa (8,75%) y de fibra (5,76%) para la cocoa en polvo, son inferiores a 8,7% de humedad, 19% de proteína, 17,1% de grasa y 6,9% de fibra, valores reportados por Collazos, (1993); sin embargo el contenido de ceniza (7,58%) y carbohidratos (55,17%) son superiores a los valores reportados por el mismo autor (7,4% para cenizas y 47,8% para carbohidratos).

La proteína de soya aislada en polvo, presenta un contenido de humedad de 2,5%, grasa 1,46% y ceniza 4,87%, encontrándose en el rango de 6,0% máximo de humedad, 5,5% máximo de ceniza y 1,5% de grasa reportado por Almanza et al., (1994), con respecto al contenido de proteína, el valor encontrado en el presente trabajo es 87,75%.

Los valores encontrados para el polen, proteína (17,48%), humedad (6,08%), grasa (6,1%), fibra (0,45%) y ceniza (4,1%), son similares a lo reportado por Marquina, (1984), quien indica que el polen contiene 17,16% de proteína, 7,81% de humedad, 6% de grasa, 0,44% de fibra y 1,73% de ceniza.

4.2. FORMULACION MATEMATICA DE LAS MEZCLAS

En el Cuadro 14, se muestran las siete formulaciones obtenidas en base seca, usando el programa Formulación del Anexo 1.

CUADRO 14: PROPORCIONES DE LAS MEZCLAS (g/100 g BASE SECA) GENERADOS POR EL PROGRAMA FORMULACION

COMPONENTES	F O R M U L A C I O N E S						
	1	2	3	4	5	6	7
Extracto de malta en polvo	36	37	36	37	38,0	35	35
Polen	11	10	11	10	9,0	10	11
Huevo de gallina	10	10	9	10	10,0	10	10
Cocoa en polvo	11	12	11	4	5,0	6	6
Leche descremada en polvo	16	13	16	10	11,0	15	15
Azúcar rubia	15	17	16	26	23,0	21	20
Lecitina de soya granulada	1	1	1	2	2,0	1	1
Proteína de soya aislada	-	-	-	1	1,5	2	2
Costo/Kilogramo	7,71	7,25	7,69	7,16	7,12	7,66	7,95

Las siete mezclas alternativas fueron determinadas en base a las siguientes restricciones:

- El contenido de lecitina de soya y de proteína de soya aislada no debe exceder del 2% en base seca para no disminuir la calidad protéica del producto final, debido a que aumenta por encima de 10 el NDpCal% calculado teóricamente.

- La cantidad de azúcar no debe ser menor de 15% ni mayor de 30% en base seca, para lograr un producto con un grado de dulzor dentro del rango de variación de acuerdo al gusto del consumidor.

- El contenido de leche descremada en polvo no debe exceder del 16% en base seca, por su alto costo.

- El contenido de polen apícola no debe exceder del 11% en base seca por su alto costo.

- El contenido del extracto de malta en polvo debe ser \leq al 40% en base seca, en la mezcla para mejorar el valor calórico.

- El contenido de cocoa en polvo no debe exceder al 12% en base seca, por su alto costo y para facilitar el mezclado.

- El contenido de huevo entero de gallina no debe exceder del 11% en base seca, debido a su alto costo y fácil deterioro.

- La suma total por mezcla alternativa debe ser igual a 100% en base seca.

En el Cuadro 15 se presenta el contenido de calorías, proteínas, grasas, cenizas, carbohidratos, vitaminas, y minerales en base seca aportadas por cada una de las formulaciones tentativas. En dicho cuadro se observa que el contenido protéico fluctúa de 13,80% a 17,02% en base seca, éste rango recomienda la **FAO/OMS/UNU**, (1985) para alimentos elaborados a base de cereales que han de

mezclarce con agua antes de su consumo. Así mismo, se observa que el aporte de carbohidratos fluctúa entre 63,3% a 67,4%, mientras que el contenido de lípidos va de 5,9% a 7,5% lo que demuestran el aceptable aporte nutricional desde el punto de vista energético ya que la presencia de ambos favorece una eficiente utilización de las proteínas.

CUADRO 15: COMPOSICION PROXIMAL DE LAS MEZCLAS TENTATIVAS (g/100 g BASE SECA)

COMPONENTES	F O R M U L A C I O N E S						
	1	2	3	4	5	6	7
Energ. Cal	820,1	780,0	818,2	785,8	745,3	786,4	825,60
CHON g	16,6	15,6	16,1	13,8	14,7	16,8	17,02
Grasa g	7,4	7,5	7,0	5,9	6,1	6,4	6,40
CHO g	63,3	64,2	64,3	67,4	65,9	64,7	64,50
Fibra g	4,9	5,1	4,9	4,5	4,7	4,4	4,40
Ceniza g	2,6	2,7	2,6	2,1	2,1	2,3	2,30
Calcio mg	233,9	205,0	232,9	158,8	171,2	213,6	213,20
Fósforo mg	426,5	404,9	418,5	302,8	324,7	370,7	370,70
Hierro mg	2,2	2,3	2,2	1,5	1,6	1,7	1,70
Vit. A mg	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,60
Vit. B1 mg	68,9	62,7	68,9	62,7	56,5	62,7	68,90
Vit. B2 mg	194,7	176,9	194,7	176,9	159,3	176,9	194,60
Vit. B6 mg	1171,4	1065,2	1171,4	1064,9	958,7	1064,9	1171,30
Vit. B12mg	40,6	36,9	40,6	36,9	33,2	36,9	40,60
Vit. C mg	98,9	90,5	98,8	88,8	80,4	89,3	97,90
Vit. D3 mg	2,4	2,2	2,4	2,2	1,9	2,2	2,40

En el Cuadro 16, se presenta el aporte diario de nutrientes de 30 g de mezcla de las siete formulaciones tentativas y el porcentaje que representa este aporte diario con respecto al 20% de las recomendaciones diarias de nutrientes dadas por la FAO/OMS, 1985, donde podemos apreciar que las vitaminas del complejo B (B1, B2, B6 y B12) y la vitamina C no presentan deficiencias en ninguna de las siete formulaciones, siendo las formulaciones 1, 3 y 7 las que contienen mayor cantidad de estas vitaminas. Todas las formulaciones presentan deficiencias en un 99,83% de vitamina A, lo mismo ocurre con la vitamina D3 donde existe deficiencias de 64% a 71,5%, siendo las formulaciones 1, 3 y 7 las que presentan menor deficiencia (64%) con respecto a las demás.

Con respecto a los minerales, el hierro es el que presenta mayores deficiencias siendo las formulaciones 4 y 5 las que presentan mayor deficiencia (82% y 80,8% respectivamente) con respecto a las demás, mientras que las formulaciones 1, 2, 3, 6 y 7 presentan deficiencias de 73,6%; 72,4%, 73,6%, 79,6% y 79,6% respectivamente. Las formulaciones 1 y 3 presentan menor deficiencia de fósforo (20,3% y 21,53%), seguidas por las formulaciones 2, 6 y 7 (24,08%, 30,49% y 30,49% respectivamente), presentando mayor deficiencia las formulaciones 4 y 5 (43,23% y 39,12%). Las formulaciones 1, 3, 6 y 7 presentan menor deficiencia en cuanto a calcio (29,83%, 30,13%, 35,92% y 36,04% respectivamente).

Las formulaciones 7 y 6 presentan menor deficiencia en cuanto al aporte de proteína (10,35% y 11,58%), seguidas por las formulaciones 1 y 3 (12,63% y 15,26%), las demás formulaciones presentan mayor porcentaje de deficiencia.

En cuanto a energía aportada, las formulaciones 1, 3 y 7 presentan menor porcentaje de deficiencia (22,87%, 23,05% y 22,36%) con respecto a las demás formulaciones.

CUADRO 16:

CONTRIBUCION PROMEDIO DE LAS MEZCLAS TENTATIVAS AL 20% DE LAS RECOMENDACIONES DIARIAS DE INGESTA DE NUTRIENTES PARA NIÑOS EN EDAD PRE-ESCOLAR

NUTRIENTES	20% DE LAS RECOMENDACIONES DIARIAS FAO/OMS/1995 PARA NIÑOS EN EDAD PRE-ESCOLAR	F O R M U L A C I O N E S													
		1		2		3		4		5		6		7	
		A.D.	%R	A.D.	%R	A.D.	%R	A.D.	%R	A.D.	%R	A.D.	%R	A.D.	%R
Energía Cal	319,00	246,03	77,13	234,00	73,35	245,46	76,95	235,74	73,89	223,59	70,09	235,92	73,96	247,68	77,64
CHON g	5,70	4,98	87,37	4,68	82,11	4,83	84,74	4,14	72,63	4,41	77,37	5,04	88,42	5,11	89,65
Calcio mg	100,00	70,17	70,17	61,50	61,50	69,87	69,87	47,64	47,64	51,36	51,36	64,08	64,08	63,96	63,96
Fósforo mg	160,00	127,95	79,97	121,47	75,92	125,55	78,47	90,84	56,77	97,41	60,88	111,21	69,51	111,21	69,51
Hierro mg	2,50	0,66	26,40	0,69	27,60	0,66	26,40	0,45	18,00	0,48	19,20	0,51	20,40	0,51	20,40
Vit. A mg	90,00	0,18	0,20	0,18	0,20	0,18	0,20	0,18	0,20	0,15	0,17	0,18	0,20	0,18	0,20
Vit. B1 mg	0,16	20,67	12918,75	18,81	11756,25	20,67	12918,75	18,81	11756,25	16,95	10593,75	18,81	11756,25	20,67	12918,75
Vit. B2 mg	0,20	58,41	29205,00	53,07	26535,00	58,41	29205,00	53,07	26535,00	47,79	23895,00	53,07	26535,00	58,38	29190,00
Vit. B6 mg	2,10	351,42	16734,28	319,56	15217,14	351,42	16734,28	319,47	15212,86	287,61	13695,71	319,47	15212,86	351,39	16732,86
Vit. B12 mg	0,24	12,18	5075,00	11,07	4612,50	12,18	5075,00	11,07	4612,50	9,96	4150,00	11,07	4612,50	12,18	5075,00
Vit. C mg	8,00	29,67	370,87	27,15	339,37	29,64	370,50	26,64	333,00	24,12	301,50	26,79	334,87	29,37	367,13
Vit. D3 mg	2,00	0,72	36,00	0,66	33,00	0,72	36,00	0,66	33,00	0,57	28,50	0,66	33,00	0,72	36,00

Leyenda: A.D. = Aporte diario de nutrientes de 30 g de mezcla en base húmeda.

%R = Porcentaje del aporte diario con respecto a la quinta parte de las recomendaciones diarias de nutrientes por la FAO/OMS, 1985.

En el Cuadro 17, se presenta el "Cómputo Químico" y la cantidad de calorías de origen protéico que serán realmente utilizadas para procesos de síntesis tisular (NDpCal%) de las siete formulaciones tentativas los que se obtuvieron de los valores teóricos de la composición de aminoácidos de cada una de las materias primas. Fueron calculados de acuerdo al método propuesto por **Miller y Payne**, (1961), citado por **Glorio**, (1990), que se incluyen en el programa FORMULACION (Anexo 1) y en el programa AMINO1 (Anexo 2); los cuales utilizan el método recomendado por el comité **FAO/OMS/UNU**, (1985) de un patrón aminoacídico de la proteína de la leche de vaca como proteína de referencia; en todos los casos el aminoácido limitante es la lisina, con esta información se seleccionó la proporción de cada mezcla que ofrecía el mejor aminograma; determinándose el "Score Proteico", el cual está directamente relacionado con los valores de las proteínas utilizadas standard. Evaluando los resultados obtenidos matemáticamente del cómputo químico los cuales fluctúan entre 85,0% a 88,1%, del NDpCal% que varía de 9,9 a 10,9, de la composición química proximal en base a su contenido protéico, calórico y disponibilidad de las materias primas se seleccionó las formulaciones 1, 3 y 7, las cuales se denominaron Mezcla I, Mezcla II y Mezcla III para su estudio, análisis y proceso tecnológico. El contenido protéico teórico en base seca de las mezclas I, II y III fueron de 16,6%, 16,1% y de 17,02% respectivamente, lo que demuestran que las mezclas

seleccionadas aportan un porcentaje aceptable de proteínas. El cómputo químico es de 85,2% para la mezcla I, de 85,0% para la mezcla II y de 86,1% para la mezcla III, y el NDpCal% de 10,8%, 10,6% y 10,9% para cada mezcla estudiada, lo que indica un balance adecuado de aminoácidos. Estos valores se encuentran equilibrados a su máximo valor al correlacionarlos tomando en cuenta que el "Score" proteínico no sea menor al 70% de la calidad de la proteína en referencia según las normas de la Comisión del Codex Alimentarius para alimentos de uso infantil- Programa Conjunto FAO/OMS, 1972 - 1983, (Chávez, 1992), por otro lado, respecto al contenido protéico, no debe ser menor al 15% en base seca, indicando que los alimentos elaborados a base de cereales y leguminosas se mezclan en agua antes de su consumo.

La significación biológica de los valores del NDpCal%; en el rango de 8 a 10 NDpCal% produce un crecimiento óptimo y garantiza el buen comportamiento nutricional durante la preñez y lactancia, considerando que los mamíferos que dan de lactar requieren considerable atención, **Simpson et al**, (1957), mencionado por **Glorio**, (1990), han demostrado que la calidad proteínica de la leche materna depende de la calidad y nivel de ingesta para la síntesis de proteína mamaria y está correlacionada con los cambios de peso del lactante. A valores de 7,0 NDpCal%, permite un crecimiento aceptable a las ratas pero lejos de lo óptimo, a menores porcentajes permite un

mantenimiento de peso pero provoca cuadros de desnutrición. Las Normas Chilenas - PERULAC, (1989), para productos "Cerelac" indican un contenido en proteínas entre 10,12% a 11,88%, a un 3,0% máximo de humedad, mientras que para los productos "Nestum" indica una variación entre 5,36% a 7,25% en proteínas, estos productos sin embargo son dirigidos para niños de pecho (no menores de 3 meses ni mayores de 12 meses), niños de corta edad (hasta 3 años) y hasta para niños de edad pre-escolar y escolar (Chávez, 1992). Obteniendo un éxito por su aceptación a nivel nacional e internacional, debido a su alta excelencia a la calidad total.

CUADRO 17: COMPUTO QUIMICO, AMINOACIDO LIMITANTE Y NDpCal% DE LAS FORMULACIONES PROPUESTAS

AMINOACIDOS	F O R M U L A C I O N E S						
	1	2	3	4	5	6	7
Lisina	85,17	85,31	85,02	88,15	87,49	86,12	86,12
Metionina +							
Cistina	121,92	123,64	120,19	134,05	128,62	119,89	119,96
Treonina	104,72	106,06	104,65	110,96	109,32	105,39	105,58
Histidina	102,44	102,64	103,15	109,92	107,52	104,46	105,35
Isoleucina	106,62	108,59	106,34	112,25	111,64	108,11	108,04
Fenilalanina +							
Tirosina	88,24	89,06	88,14	91,58	90,53	87,16	86,82
Triptófano	98,99	99,18	98,14	100,84	98,96	98,31	98,95
Valina	100,37	101,88	100,28	104,57	103,44	99,78	99,69
Leucina	97,02	98,50	97,25	100,38	100,01	97,12	97,02
Aminoácido limitante	* Lis.	Lis.	Lis.	Lis.	Lis.	Lis.	Lis.
Cómputo químico	85,17	85,31	85,02	88,15	87,49	86,12	86,12
NDpCal%	10,80	10,40	10,60	9,90	10,20	10,90	10,90

* = Lisina

En los Cuadros 18, 19 y 20 se presentan los aminogramas teóricos de las mezclas seleccionadas (I, II y III, respectivamente), siendo la lisina el aminoácido limitante en las tres mezclas con cálculos químicos de 87,63%, 87,56% y 88,8% respectivamente.

Los procedimientos matemáticos seguidos para la obtención del cálculo químico que de manera similar se realizaron para las siete formulaciones, se muestran en el Anexo 2 (programa utilizado para la obtención del cálculo químico, NDpCal%, etc.). Comparando los valores encontrados por procedimientos matemáticos y por el programa utilizado, éstos valores son muy similares en cuanto al contenido de proteínas y score protéico; por lo tanto, el programa del Anexo 2, puede ser utilizado para cualquier otro tipo de mezclas y otros insumos, acortando de ésta manera el tiempo para la obtención de los resultados.

CUADRO 20: AMINOGRAMA TEORICO DE LA MEZCLA III

MATERIAS PRIMAS	% B.S.	Proteína %	Lisina	Metionina + Cistina	Treonina	Histidina	Isoleucina	Fenilalanina + Tirosina	Triptófano	Valina	Leucina
Extracto de malta en polvo	35	1,2341	0,1082	0,0966	0,1111	0,0713	0,1086	0,2465	-	0,1567	0,2345
Azúcar rubia	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leche descremada	15	5,2503	0,4095	0,1733	0,2310	0,1418	0,2468	0,5355	0,0735	0,3360	0,4988
Huevo entero	10	5,4781	0,3835	0,3123	0,2575	0,1205	0,2958	0,5095	0,0931	0,3616	0,4711
Cocoa en polvo	6	1,2155	0,0429	0,0111	0,0198	-	0,0169	0,0491	-	0,0464	0,0429
Proteína aislada de soya	2	1,8000	0,1091	0,0218	0,0709	0,0473	0,0909	0,1019	0,0218	0,0909	0,1528
Polen	11	2,0473	0,1265	0,0785	0,1014	0,0949	0,0905	0,1080	0,0414	0,1112	0,1570
Lecitina de soya	1	0,0599	0,0036	0,0007	0,0023	0,0016	0,0030	0,0034	0,0007	0,0030	0,0051
Total en 100% de mezcla		17,0852	1,1833	0,6943	0,7940	0,4774	0,8525	1,5611	0,2305	1,1058	1,5622
Total de cada aa de 100g de proteína			6,9259	4,0638	4,6473	2,7942	4,9897	9,1371	1,3491	6,4722	9,1436
Proteína de ref. FAO (1985)			7,8000	3,3000	4,4000	2,7000	4,7000	10,2000	1,4000	6,4000	9,5000
Cómputo químico (%)			88,8000	123,1000	105,6000	103,5000	106,2000	89,6000	96,4000	101,1000	96,2000
aa limitante			= Lisina								
Score proteico			= 88,8%								

En los Cuadros 21, 22 y 23, se determina el cómputo de aminoácidos corregido en función de la digestibilidad de la proteína de cada ingrediente presente en el alimento, obteniendo 81,05%, 80,84% y 82,59% de score proteínico para las mezclas I, II y III respectivamente; encontrándose ambos valores arriba de lo recomendado por

la Comisión del GODEX ALIMENTARIUS para alimentos de uso infantil-Programa Conjunto FAO/OMS, 1972-1983, (Chávez, 1992).

Los datos de digestibilidad de las proteínas utilizadas para realizar los cálculos de los cuadros 24, 25 y 26 son datos teóricos determinados mediante el método del balance en el hombre y en la rata.

Los valores de digestibilidad de la proteína del polen (0,86%), (Marquina, 1984), y de la harina de cacahuete (0,91%) tomado como referencia para la cocoa en polvo, (Pellet et al, 1989), se determinaron mediante el método del balance en la rata. Para los demás valores de digestibilidad de la proteína, mediante el método del balance en el hombre; siendo 0,75% para el extracto de malta, referido al arroz cereal; para la leche desnatada en polvo 0,95%, para el huevo entero de gallina 0,97% y para la proteína de soya aislada y lecitina de soya granulada 0,95%, (Pellet et al, 1989).

CUADRO 21:

DETERMINACION DEL COMPUTO DE AMINOACIDOS CORREGIDO EN FUNCION DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA PARA LA MEZCLA I (BASE HUMEDA)

COMPONENTES	DATOS ANALITICOS											CANTIDADES PRESENTES										
	Peso	CHON	LIS	H+C	TRE	HIS	ISO	FEN+TIR	TRI	VAL	Factor	Prot.	LIS	H+C	TRE	HIS	ISO	FEN+TIR	TRI	VAL	LEU	
	(g)	(g/100g)	mg/g Prot.									digesti	(g)	mg								
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	100	PxC	PxD	PxE	PxF	PxG	PxH	PxI	PxJ	PxK	
Extracto de malta	159,0105	3,410	87,68	78,29	90,03	57,77	87,98	199,71	-	126,98	190,03	0,75*	5,42	475,40	424,49	488,14	313,23	477,03	1082,83	-	688,49	1030,34
Azúcar rubia	64,7020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leche descremada	70,1140	34,120	78,00	33,00	44,00	27,00	47,00	102,00	14,00	64,00	95,00	0,95*	23,92	1865,99	789,46	1052,61	645,92	1124,38	2440,15	334,92	1531,07	2272,68
Huevo entero	151,8550	15,410	70,00	57,00	47,00	22,00	54,00	93,00	17,00	66,00	86,00	0,97*	23,40	1638,07	1333,86	1099,85	514,82	1263,65	2176,29	397,82	1544,47	2012,49
Cocoa en polvo	49,7860	19,120	35,30	9,10	16,30	-	13,90	40,40	-	38,20	35,30	0,91*	9,52	336,02	86,62	155,16	-	132,31	384,57	-	363,63	336,02
Polen	50,0280	17,480	61,79	38,35	49,54	46,34	44,21	52,73	20,24	54,33	76,70	0,86**	8,75	540,35	353,37	433,23	405,24	386,62	461,14	176,99	475,12	670,74
Lecitina	4,4825	5,702	60,63	12,13	39,41	26,27	50,53	56,59	12,13	50,53	84,88	0,95*	0,26	15,52	3,11	10,09	6,73	12,94	14,49	3,11	12,94	21,73
TOTALES	550,0000												71,27	4871,35	2990,91	3239,08	1885,94	3396,93	6559,45	912,84	4615,72	6344,00
Aminoácidos mg/g de proteína (total de cada aa/total de proteína)														68,35	41,97	45,45	26,46	47,66	92,04	12,81	64,77	89,02
Combinación tipo de referencia mg/g CHON			78,00	33,00	44,00	27,00	47,00	102,00	14,00	64,00	95,00											
Cómputo de aa de la mezcla: A.a./g proteína dividido por distribución de referencia														0,8763	1,2718	1,0329	0,9800	1,0140	0,9024	0,9150	1,0120	0,9371
Media ponderada de digestibilidad de las proteínas. Suma de (proteína x factor (PxM) dividida por la proteína total																						0,9249
Cómputo ajustado en función de la digestibilidad (0,8763 x 0,9249)																						0,8105 (81,05%)

* Pellet et al. (1989).

** Marquina, (1984).

CUADRO 22:

DETERMINACION DEL COMPUTO DE AMINOACIDOS CORREGIDO EN FUNCION DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA PARA LA MEZCLA II (BASE HUMEDA)

COMPONENTES	DATOS ANALITICOS											CANTIDADES PRESENTES										
	Peso	CHON	LIS	H+C	TRE	HIS	ISO	FEN+TIR	TRI	VAL	Factor	Prot.	LIS	H+C	TRE	HIS	ISO	FEN+TIR	TRI	VAL	LEU	
	(g)	(g/100g)	mg/g Prot.									digesti	(g)	mg								
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	100	PxC	PxD	PxE	PxF	PxG	PxH	PxI	PxJ	PxK	
Extracto de malta	162,2230	3,410	87,68	78,29	90,03	57,77	87,98	199,71	-	126,98	190,03	0,75*	5,53	485,05	433,10	498,05	319,58	486,71	1104,79	-	702,45	1051,25
Azúcar rubia	70,4060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leche descremada	71,5210	34,120	78,00	33,00	44,00	27,00	47,00	102,00	14,00	64,00	95,00	0,95*	24,41	1903,59	805,37	1073,82	658,94	1147,04	2489,31	341,67	1561,92	2318,47
Huevo entero	139,4250	15,410	70,00	57,00	47,00	22,00	54,00	93,00	17,00	66,00	86,00	0,97*	21,49	1503,95	1224,65	1009,79	472,67	1160,19	1198,11	365,25	1418,01	1847,71
Cocoa en polvo	50,7870	19,120	35,30	9,10	16,30	-	13,90	40,40	-	38,20	35,30	0,91*	9,71	342,76	88,36	158,27	-	134,97	392,28	-	370,92	342,76
Polen	51,0400	17,480	61,79	38,35	49,54	46,34	44,21	52,73	20,24	54,33	76,70	0,86**	8,92	551,29	342,16	441,99	413,45	394,44	470,46	180,58	484,73	684,32
Lecitina	4,5760	5,702	60,63	12,13	39,41	26,27	50,53	56,59	12,13	50,53	84,88	0,95*	0,26	15,82	3,17	10,29	6,86	13,19	14,77	3,17	13,19	21,15
TOTALES	550,0000												70,32	4802,46	2896,81	3192,21	1871,50	3336,54	6469,72	890,67	4551,22	6266,66
Aminoácidos mg/g de proteína (total de cada aa/total de proteína)														68,29	41,19	45,39	26,62	47,45	92,01	12,67	64,73	89,12
Combinación tipo de referencia mg/g CHON			78,00	33,00	44,00	27,00	47,00	102,00	14,00	64,00	95,00											
Cómputo de aa de la mezcla: A.a./g proteína dividido por distribución de referencia														0,8755	1,2482	1,0316	0,9859	1,0096	0,9021	0,9050	1,0114	0,9381
Media ponderada de digestibilidad de las proteínas. Suave de (proteína x factor (PxM) dividida por la proteína total													0,9234									
Cómputo ajustado en función de la digestibilidad (0,8755 x 0,9234)														0,8084	(80,84%)							

* Pellet et al, (1989).

** Marquina, (1984).

CUADRO 23: DETERMINACION DEL COMPUTO DE AMINOACIDOS CORREGIDO EN FUNCION DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA PARA LA MEZCLA III (BASE HUMEDA)

COMPONENTES	DATOS ANALITICOS											CANTIDADES PRESENTES												
	Peso	CHON	LIS	H+C	TRE	HIS	ISO	FEN+TIR	TRI	VAL	Factor	Prot.	LIS	H+C	TRE	HIS	ISO	FEN+TIR	TRI	VAL	LEU			
	(g)	(g/100g)	mg/g Prot.										digesti	(g)	mg									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	H	100	PxC	PxD	PxE	PxF	PxG	PxH	PxI	PxJ	PxK		
Extracto de malta	155,0615	3,410	87,68	78,29	90,03	57,77	87,98	199,71	-	126,98	190,03	0,75*	5,288	463,65	413,99	476,08	305,49	465,24	1056,07	-	671,47	1004,88		
Azúcar rubia	86,5315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Leche descremada	65,9285	34,120	78,00	33,00	44,00	27,00	47,00	102,00	14,00	64,00	95,00	0,95*	22,495	1754,61	742,34	989,78	607,36	1057,26	2294,49	314,93	1439,68	2137,03		
Huevo entero	152,3115	15,410	70,00	57,00	47,00	22,00	54,00	93,00	17,00	66,00	86,00	0,97*	23,471	1642,97	1337,85	1103,14	516,36	1267,43	2182,80	399,01	1549,08	2018,51		
Cocoa en polvo	26,4935	19,120	35,30	9,10	16,30	-	13,90	40,40	-	38,20	35,30	0,91*	5,066	178,83	46,10	82,57	-	70,42	204,67	-	193,52	178,83		
Proteína aislada	9,0200	87,750	60,63	12,13	39,41	26,27	50,53	56,59	12,13	50,53	84,88	0,95*	7,915	479,88	96,01	311,93	207,93	399,94	447,91	96,01	399,44	671,83		
Polen	50,1820	17,480	61,79	38,35	49,54	46,34	44,21	52,73	20,24	54,33	76,70	0,86**	8,772	542,02	336,41	434,56	406,49	387,81	462,55	177,55	476,58	672,81		
Lecitina	4,4605	5,702	60,63	12,13	39,41	26,27	50,53	56,59	12,13	50,53	84,88	0,95*	0,254	15,40	3,08	10,01	6,67	12,83	14,37	3,08	12,83	21,56		
TOTALES	550,0000												73,261	5077,36	2975,78	3408,07	2050,30	3660,93	6662,86	990,58	4743,10	6705,45		
Aminoácidos mg/g de proteína (total de cada aa/total de proteína)														69,31	40,62	46,52	27,99	49,97	90,95	13,52	64,74	91,53		
Combinación tipo de referencia mg/g CHON			78,00	33,00	44,00	27,00	47,00	102,00	14,00	64,00	95,00													
Cómputo de aa de la mezcla: A.a./g proteína dividido por distribución de referencia														0,8896	1,2310	1,0570	1,0370	1,0630	0,8920	0,9660	1,0120	0,9630		
Media ponderada de digestibilidad de las proteínas. Suma de (proteína x factor (PxH) dividida por la proteína total																						0,9284		
Cómputo ajustado en función de la digestibilidad (0,8896 x 0,9284)																						0,8259 (82,59%)		

* Pellet et al, (1989).

** Marquina, (1984).

4.3. PRUEBA DE MEZCLADO

En el Cuadro 24 se reportan los valores de las proporciones seleccionadas de extracto de malta en polvo, polen, leche descremada en polvo, cocoa en polvo, lecitina de soya granulada, azúcar rubia y proteína de soya aislada en polvo en base seca y en base húmeda. Estos valores reportados nos permitirán calcular las cantidades de materias primas a pesar por cada mezcla. La operación de pesado se realizó en una balanza analítica con la finalidad de obtener la mayor exactitud. Sin adición de agua se mezclaron a excepción del azúcar rubia para evitar su caramelización durante el secado; se llevó a cabo con una batidora Oster de cinco velocidades, adicionando los ingredientes en el siguiente orden: huevo entero, polen, leche descremada, lecitina de soya, extracto de malta, proteína de soya aislada y por último cocoa en polvo, alcanzando una humedad promedio de 40,05%. Este orden de adición de insumos facilita la operación logrando realizarlo en menor tiempo, pero si adicionamos la cocoa en polvo en primer lugar o en el intermedio de la operación, dificulta el mezclado debido a que la mezcla se vuelve muy consistente evitando un buen mezclado con los demás ingredientes y aumentando el tiempo de secado.

CUADRO 24: PROPORCIONES SELECCIONADAS

PRODUCTOS	M E Z C L A S					
	I		II		III	
	% Base Seca	% Base Húmeda	% Base Seca	% Base Húmeda	% Base Seca	% Base Húmeda
Extracto de malta	36	28,911	36	29,495	35	28,193
Polen	11	9,096	11	9,280	11	9,124
Huevo entero	10	27,610	9	25,350	10	27,693
Cocoa en polvo	11	9,052	11	9,234	6	4,817
Leche descremada	16	12,748	16	13,005	15	11,987
Azúcar rubia	15	11,764	16	12,801	20	15,733
Lecitina de soya	1	0,815	1	0,832	1	0,811
Proteína de soya aislada	-	-	-	-	2	1,640
Humedad de la mezcla		37,880		35,640		38,210
T O T A L	100	100,000	100	100,000	100	100,000

En el Cuadro 25, se observa el resumen de los promedios del análisis sensorial de diez (10) panelistas semi-entrenados para las mezclas I, II y III, cuyo promedio de los atributos evaluados sitúan a los tratamientos 1 y 2 (5 y 10 minutos de mezclado respectivamente) con un calificativo de malo; al tratamiento 3 (15 minutos de mezclado) con un calificativo de bueno, mientras que al tratamiento 4 (20 minutos de mezclado) lo sitúan con un calificativo de muy bueno.



CUADRO 25: RESUMEN DE LOS PROMEDIOS DEL ANALISIS SENSORIAL POR ATRIBUTOS

CARACTERISTICAS	MEZCLA I				MEZCLA II				MEZCLA III			
	Nº DE TRATAMIENTOS				Nº DE TRATAMIENTOS				Nº DE TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Color	1,20	1,50	3,60	4,30	1,30	1,40	3,30	4,40	1,40	1,40	4,00	4,40
Consistencia	1,50	1,70	3,40	4,20	1,60	1,90	3,50	4,40	1,70	1,80	3,60	4,50
Apariencia general	1,60	1,80	3,60	4,50	1,80	2,20	3,70	4,70	1,70	1,90	3,70	4,80
PROMEDIO	1,43	1,67	3,53	4,33	1,57	1,83	3,50	4,50	1,60	1,70	3,77	4,57

Leyenda: T1 = 5 minutos de mezclado
T2 = 10 minutos de mezclado
T3 = 15 minutos de mezclado
T4 = 20 minutos de mezclado

Los Cuadros 26, 27 y 28 presentan los resultados del ANVA para las Mezclas I, II y III, donde observamos que existe alta diferencia significativa entre tratamientos para los atributos de color, consistencia y apariencia general al nivel de 5% de significancia; y la prueba de Duncan al 5% de probabilidad se aprecia en el Cuadro 29, el cual indica para las Mezclas I y II entre los tratamientos es diferente estadísticamente, en la Mezcla III los tratamientos T3 y T4 son iguales respecto al atributo color, efecto atribuido al menor contenido de cocoa. Con respecto a los atributos de consistencia y apariencia general, existe diferencia significativa entre los tratamientos sometidos a 20 minutos de mezclado, con respecto a los tratamientos sometidos a 15, 10 y 5

minutos, mientras entre mezcla y mezcla son iguales estadísticamente porque el contenido de sólidos totales son similares.

De los resultados, observando el promedio se concluye que el Tratamiento T4 (20 minutos de mezclado), será tomado como tiempo final o adecuado para la operación, ya que las características sensoriales (color, consistencia y apariencia general) que presentan las Mezclas son buenas, es decir presentan uniformidad en el color, coherencia entre las partículas de los ingredientes.

CUADRO 26: ANVA DE LA EVALUACION SENSORIAL POR ATRIBUTOS DE LA MEZCLA I CON CUATRO TIEMPOS DE MEZCLADO

CARACTERISTICAS	F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t
COLOR	Tratamiento	3	70,500	23,500	84,53	2,96 **
	Panelista	9	3,100	0,344	1,24	2,25 *
	Error	27	7,500	0,278		
	Total	39	81,100			
CONSISTENCIA	Tratamiento	3	51,800	17,267	53,62	2,96 **
	Panelista	9	1,900	0,211	0,66	2,25 *
	Error	27	8,700	0,322		
	Total	39	62,400			
APARIENCIA GENERAL	Tratamiento	3	59,475	19,825	92,64	2,96 **
	Panelista	9	3,125	0,347	1,62	2,25 *
	Error	27	5,775	0,214		
	Total	39	68,375			

** Altamente significativo
 * Significativo

CUADRO 27: ANVA DE LA EVALUACION SENSORIAL POR ATRIBUTOS DE LA MEZCLA II CON CUATRO TIEMPOS DE MEZCLADO

CARACTERISTICAS	F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t
COLOR	Tratamiento	3	68,600	22,867	78,04	2,96 **
	Panelista	9	1,100	0,122	0,42	2,25 *
	Error	27	7,900	0,293		
	Total	39	77,600			
CONSISTENCIA	Tratamiento	3	52,900	17,633	67,05	2,96 **
	Panelista	9	3,100	0,344	1,31	2,25 *
	Error	27	7,100	0,263		
	Total	39	63,100			
APARIENCIA GENERAL	Tratamiento	3	54,200	18,067	75,54	2,96 **
	Panelista	9	1,100	0,122	0,52	2,25 *
	Error	27	6,300	0,233		
	Total	39	61,600			

** Altamente significativo
* Significativo

CUADRO 28: ANVA DE LA EVALUACION SENSORIAL POR ATRIBUTOS DE LA MEZCLA III CON CUATRO TIEMPOS DE MEZCLADO

CARACTERISTICAS	F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t
COLOR	Tratamiento	3	79,200	26,400	134,69	2,96 **
	Panelista	9	1,900	0,211	1,08	2,25 ns
	Error	27	5,300	0,196		
	Total	39	86,400			
CONSISTENCIA	Tratamiento	3	57,000	19,000	73,36	2,96 **
	Panelista	9	1,600	0,178	0,69	2,25 ns
	Error	27	7,000	0,259		
	Total	39	65,600			
APARIENCIA GENERAL	Tratamiento	3	66,275	22,092	108,83	2,96 **
	Panelista	9	1,225	0,136	0,67	2,25 *
	Error	27	5,475	0,203		
	Total	39	72,975			

** Altamente significativo
* Significativo

CUADRO 29: PRUEBA DE DUNCAN (5%) PARA LOS ATRIBUTOS DE COLOR, CONSISTENCIA Y APARIENCIA GENERAL DE LAS MEZCLAS I, II Y III DURANTE EL MEZCLADO

ATRIBUTO	TRATAMIENTO	MEZCLA I		MEZCLA II		MEZCLA III	
		PROMEDIO ORDENADO	NIVEL DE SIGNIFICANCIA	PROMEDIO ORDENADO	NIVEL DE SIGNIFICANCIA	PROMEDIO ORDENADO	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
COLOR	T4 (20 min)	4,3	a	4,4	a	4,4	a
	T3 (15 min)	3,6	b	3,3	b	4,0	a
	T2 (10 min)	1,5	c	1,4	c	1,4	b
	T1 (5 min)	1,2	c	1,3	c	1,4	b
CONSISTENCIA	T4	4,2	a	4,4	a	4,5	a
	T3	3,4	b	3,5	b	3,6	b
	T2	1,7	c	1,9	c	1,8	c
	T1	1,5	c	1,6	c	1,7	c
APARIENCIA GENERAL	T4	4,5	a	4,7	a	4,8	a
	T3	3,6	b	3,7	b	3,7	b
	T2	1,8	c	2,2	c	1,9	c
	T1	1,6	c	1,8	c	1,7	c

4.4. PRUEBA DE SECADO

Las mezclas I, II y III fueron secados en un secador eléctrico constituido por un armario aislado, en el cual el aire caliente asciende por convección forzada y penetra a través de las bandejas perforadas de mallas sobre las cuales se ha esparcido el producto húmedo en capas de 2 a 6 cm de espesor según lo recomendado por **Fellows**, (1994); el aire húmedo se elimina por unas rejillas situadas en la parte superior.

En las pruebas de ensayo para temperaturas de aire de 80, 90 y 100°C y tiempos de 30, 45 y 60 minutos, el

contenido de sólidos totales de las mezclas fluctúan de 58% a 60%.

En el Cuadro 30, se presenta la variación del peso de humedad y proteína observado durante la operación de secado en las Mezclas I, II y III, utilizando para cada una de estas 100 g de muestra.

CUADRO 30: VARIACION DE HUMEDAD Y PROTEINA DURANTE EL SECADO DE LAS MEZCLAS I, II Y III.

MEZCLAS	T° DE SECADO (°C)	HUMEDAD INICIAL (g)	PROTEINA INICIAL (g)	TIEMPO DE SECADO (min)					
				30		45		60	
				Hum(g)	Prot(g)	Hum(g)	Prot(g)	Hum(g)	Prot(g)
I	80	40,30	7,66	22,25	10,78	20,40	12,32	16,65	13,10
	90	40,37	7,69	16,24	13,15	12,20	14,25	8,48	16,25
	100	40,44	7,80	5,25	17,45	3,28	18,48	3,02	18,61
II	80	38,60	7,57	20,34	9,75	18,00	11,84	15,14	13,14
	90	38,67	7,65	15,25	14,12	11,05	15,10	8,02	16,38
	100	38,74	7,75	5,45	17,35	3,25	18,38	3,00	18,62
III	80	41,00	7,74	21,78	10,78	19,34	12,01	15,25	13,16
	90	41,11	7,78	15,25	13,98	10,05	16,15	7,45	16,35
	100	41,22	7,76	5,85	18,25	3,20	19,22	2,95	19,48

Donde:

Hum(g) = Gramo de humedad

Prot(g) = Gramo de proteína

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad-UNAP

En las Figuras 3,4 y 5, se presenta los pesos de humedad en las Mezclas I, II y III, secadas a 80, 90 y 100 °C de temperatura del aire por 30, 45 y 60 minutos, donde se observa una reducción del agua en los primeros 45 minutos e incremento de la proteína durante el secado. En la Figura 3 se aprecia que las mezclas secadas a 80°C por 30, 45 y 60 minutos pierden humedad en promedio de 18,51 g, 20,72 g, y 24,29 g respectivamente, alcanzando una humedad final que fluctúa de 20,34 g a 15,14 g. Las pérdidas de humedad en promedio de las mezclas sometidas a 90°C por 30, 45 y 60 minutos, que se muestran en la Figura 4 son de 24,47 g, 28,95 g y 32,07 g respectivamente, alcanzando una humedad final que fluctúa de 15,25 g a 7,45 g. Las mezclas secadas a 100°C por 30, 45 y 60 minutos el promedio de las pérdidas de humedad de las mezclas son de 34,62 g, 36,89 g y 37,14 g respectivamente como se muestra en la Figura 5, alcanzando una humedad final que fluctúa de 5,25 g a 2,95 g encontrándose dentro del rango recomendado por las Normas chilenas-PERULAC, citado por Chávez, (1992).

La variación del peso de humedad en las mezclas secadas a 100°C de temperatura a los 45 y 60 minutos es mínimo (0,25 g) debido a que el proceso de secado llegó a la etapa de pérdida de agua a velocidad constante.

FIGURA 3: VARIACION DE HUMEDAD DURANTE EL SECADO A 80°C DE LAS MEZC. I-II Y III

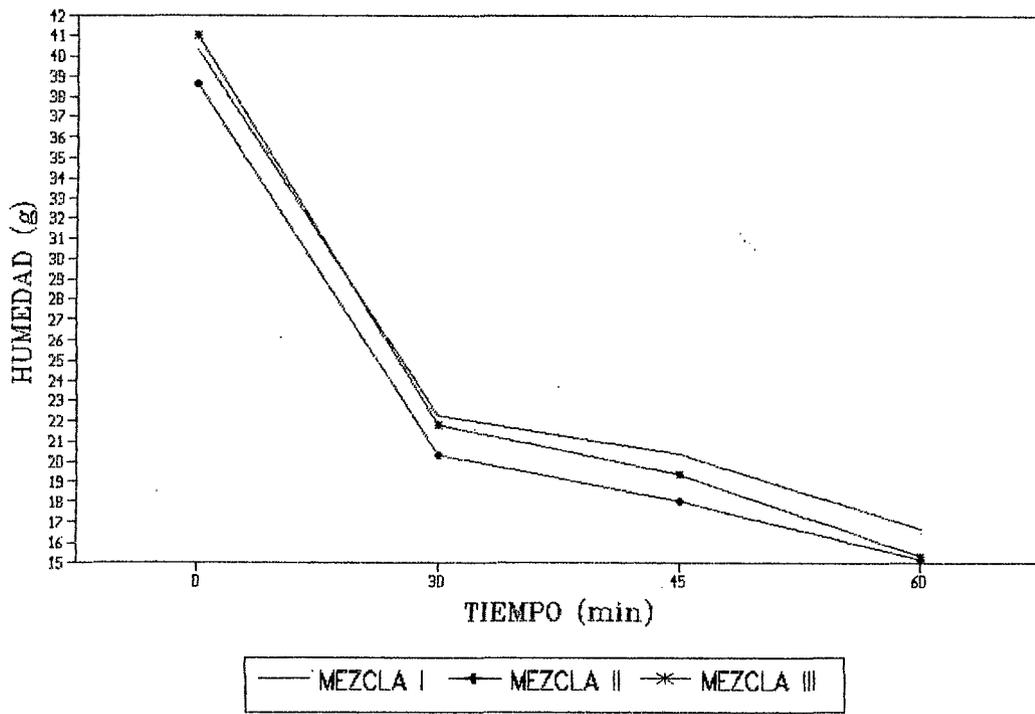


FIGURA 4: VARIACION DE HUMEDAD DURANTE EL SECADO A 90°C DE LAS MEZC. I-II Y III

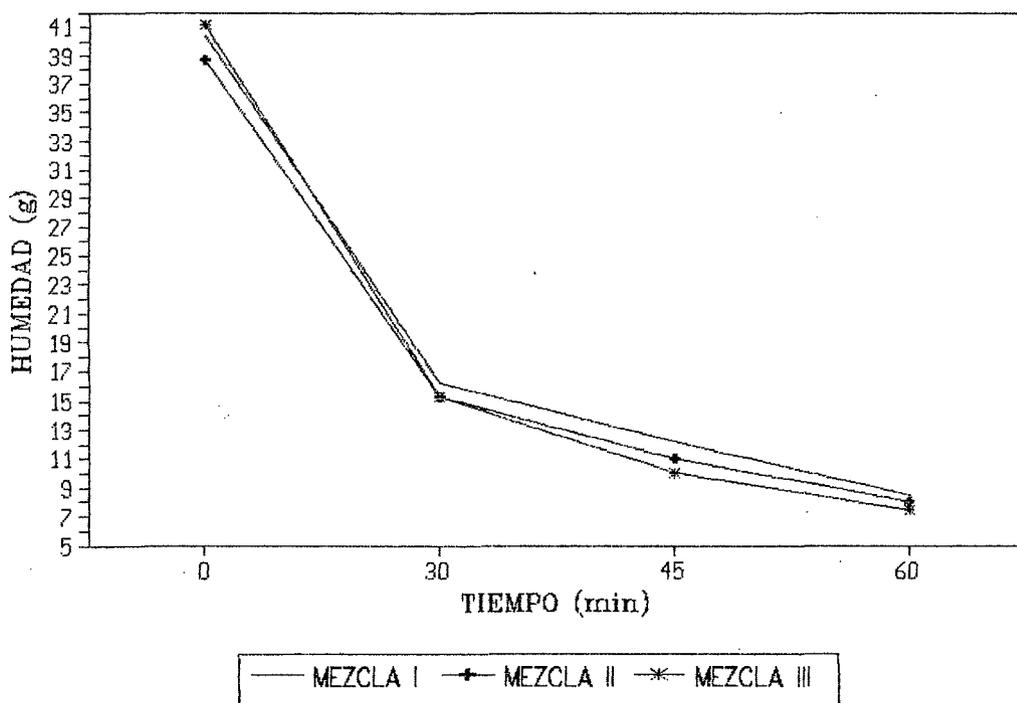
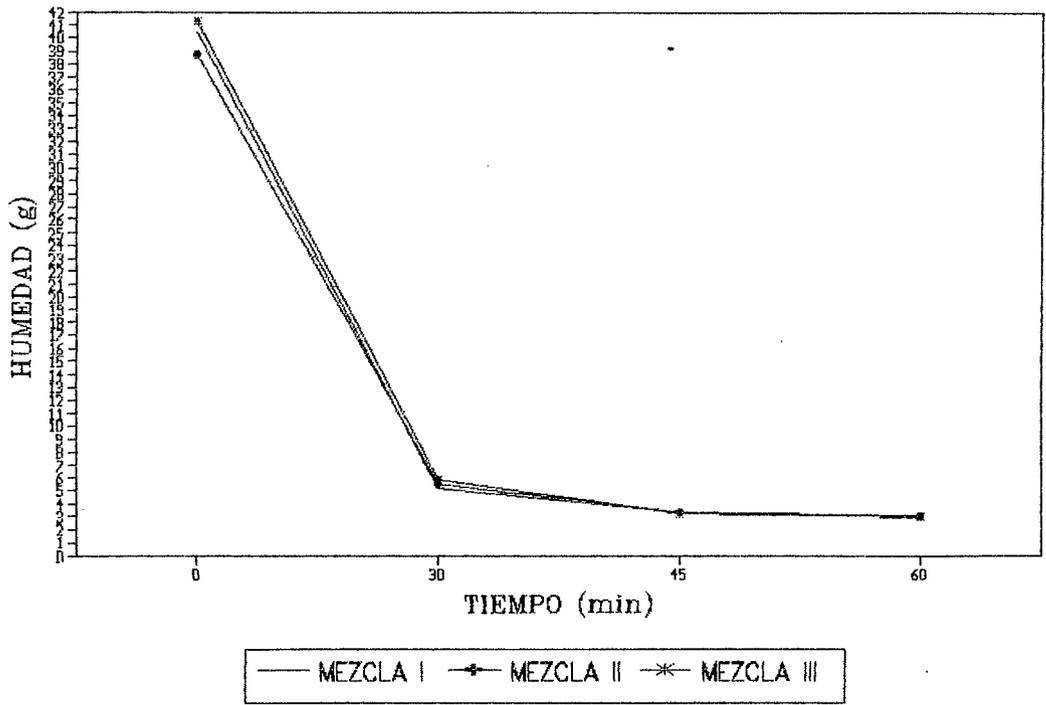


FIGURA 5: VARIACION DE HUMEDAD DURANTE EL SECADO A 100°C DE LAS MEZ. I-II Y III



Con respecto al contenido de proteína en las tres mezclas, éste aumenta en peso a medida que disminuye el contenido de humedad, como se puede apreciar en las Figuras 6, 7 y 8; secadas a 80°C por 30 minutos se obtiene en promedio 10,44 g de proteína, a 45 minutos (12,06 g) y a 60 minutos (13,13 g) (ver Figura 6); a 90°C por 30 minutos el contenido de proteína (13,75 g), a 45 minutos, (15,17 g) y a 60 minutos (16,32 g) (ver Figura 7); el contenido promedio de proteína secada a 100°C por 30 minutos es de 17,68 g, a 45 minutos (18,69 g) y a 60 minutos (18,90 g) (ver Figura 8), notándose una mínima variación con respecto a la temperatura entre 45 y 60 minutos (0,21 g en promedio).

FIGURA 6: VARIACION DE PROTEINA DURANTE EL SECADO A 80°C DE LAS MEZC. I-II Y III

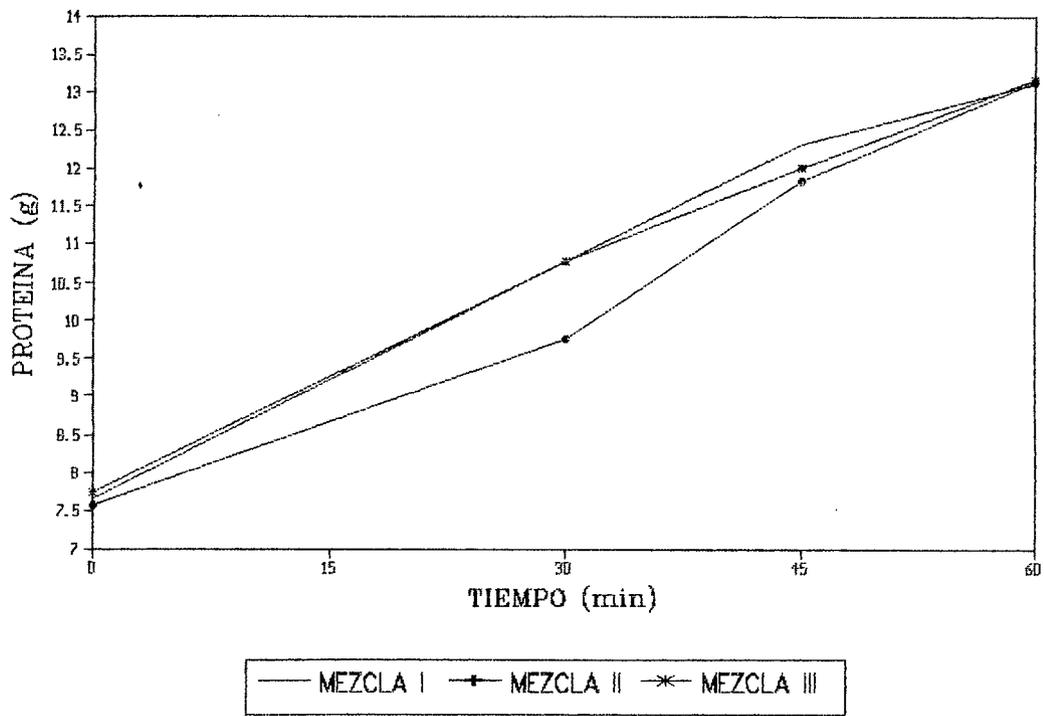


FIGURA 7: VARIACION DE PROTEINA DURANTE EL SECADO A 90°C DE LAS MEZC. I-II Y III

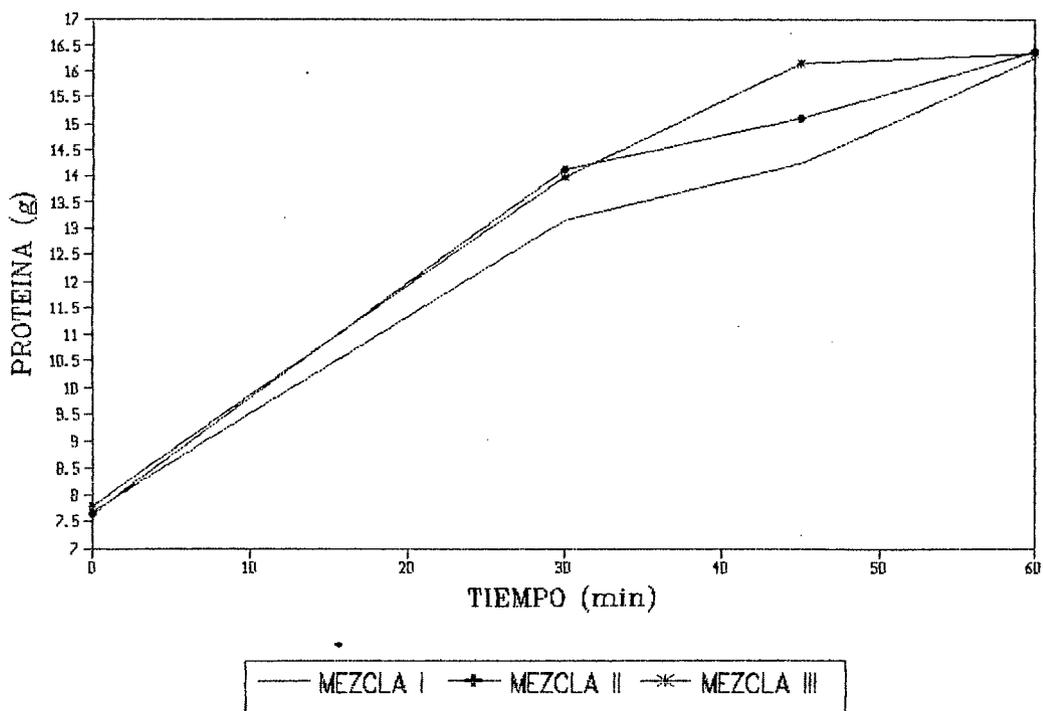
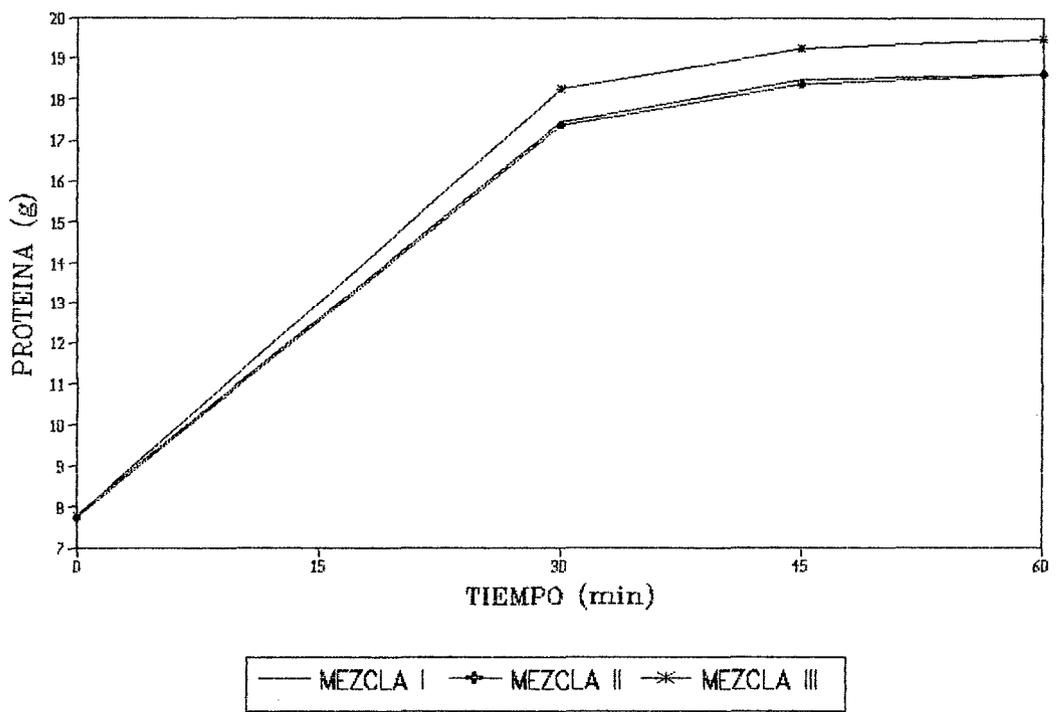


FIGURA 8: VARIACION DE PROTEINA DURANTE EL SECADO A 100°C DE LAS MEZ. I-II Y III



Los datos del Cuadro 30, fueron comparados y analizados estadísticamente mediante un diseño en parcelas divididas en un Diseño en Bloque Completamente Aleatorizado (DBCA).

En cuanto al contenido de humedad, en los resultados del ANVA de las tres mezclas en estudio, existe diferencia estadística significativa entre el tiempo de secado, la temperatura de aire de secado y la interacción de ambos factores al nivel de 5% de probabilidad. Para comprobar estas diferencias y determinar el mejor tratamiento de secado para cada mezcla, se sometió a la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, cuyos resultados se aprecian en el Anexo 8, indica para el factor tiempo de secado (A), en las mezclas I, II y III existe diferencia entre los tiempos de 30, 45 y 60 minutos. Para el factor temperatura de aire de secado (B) en todas las mezclas no existe diferencia entre las temperaturas de aire de 80 y 90°C, pero si existe diferencia con respecto a la temperatura de aire de 100°C. En la interacción de ambos factores para las tres mezclas, no existe diferencia estadística significativa entre la muestra secada a 100°C por 45 minutos con la muestra secada a 100°C por 60 minutos; pero si existe diferencia estadística significativa entre las muestras sometidas a otros tiempos y temperaturas de aire con respecto a las muestras antes mencionadas.

A la temperatura de aire de 100°C y 45 minutos de secado se obtiene humedad final de 3,24%, y a la temperatura de aire de 100°C y 60 minutos la humedad obtenida es de 2,99%, encontrándose la primera dentro del rango de 3 a 5% recomendado por las Normas chilenas-PERULAC, citado por Chávez, (1992), siendo mínima la variación de la humedad (0,25%) debido a que el proceso de secado llegó a la etapa de pérdida de agua a velocidad constante, indicando que el proceso de secado llegó a su etapa final.

Con respecto al contenido de proteína en los resultados del ANVA de las tres mezclas, existe diferencia estadística significativa entre el tiempo de secado, la temperatura de secado y la interacción de ambos factores al nivel de 5% de probabilidad. Para comprobar estas diferencias y determinar el mejor tratamiento de secado para cada mezcla, se sometió a la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, cuyos resultados se aprecian en el Anexo 8, indica para el factor tiempo de secado (A) en las tres mezclas existe diferencia entre los tiempos de 30, 45 y 60 minutos. Para el factor temperatura de aire de secado (B) no existe diferencia entre las temperaturas de aire de 80 y 90°C, pero si existe diferencia con respecto a la temperatura de aire de 100°C. En la interacción de ambos factores, para las tres mezclas no existe diferencia estadística significativa entre la muestra secada a 100°C por 45 minutos con la muestra secada a 100°C por 60

minutos; pero si existe diferencia estadística significativa entre las muestras sometidas a otros tiempos y temperaturas de aire con respecto a las muestras antes mencionadas.

El contenido de humedad y el contenido de proteína son inversamente proporcional, es decir, a medida que disminuye el contenido de humedad, aumenta el contenido de proteína y viceversa. A la temperatura de aire de 100°C y a los tiempos de 45 y 60 minutos, la disminución del contenido de humedad es mínimo (0,25%), al igual que el incremento del contenido de proteína (0,21%).

De los resultados se concluye que la temperatura de aire de 100°C y el tiempo de 45 minutos se tomará como los parámetros adecuados para realizar la operación de secado debido a que a esta temperatura y tiempo, las mezclas I, II y III alcanzan la humedad de 3,28%, 3,25% y 3,20% respectivamente y de 18,48%, 18,38% y 19,22% respectivamente de proteína.

4.5. MOLIENDA

Los productos deshidratados obtenidos se reducen de tamaño con la finalidad de homogenizar el tamaño de las partículas, además de permitir un adecuado manejo de la mezcla deshidratada reduciendo los costos de empaque y

pronosticando un mejor comportamiento durante el posterior almacenamiento. Esta operación se realiza manualmente tratando de simular la operación mecánica que realiza un molino en una fábrica automatizada, durante esta operación se adiciona el azúcar rubia calculada inicialmente para cada mezcla y 0,2% de CMC con la finalidad de estabilizar y espesar el alimento al combinarse con agua y para añadir viscosidad y formar geles.

En el Cuadro 31, se presentan los resultados del análisis granulométrico para las mezclas I, II y III respectivamente, del cual se deduce que posee un módulo de finura que corresponde al grado medio, según la clasificación: 0-2; fino, 2-4; medio y más de 4; grueso (Cordero, 1989).

El tamaño de partícula está dada por el módulo de finura, siendo esta definida como la sumatoria de las fracciones del peso retenido en cada cedazo multiplicados por un factor o número modular, divididas entre 100. Sin embargo para que el análisis granulométrico quede representado feacientemente se realizó el índice de uniformidad que clasifica a las partículas de la siguiente manera; grueso: medio: fino. El índice de uniformidad de las tres mezclas es 1:7:3, este índice indica la proporción relativa de partículas gruesas, medias y finas, las cuales no son indicadas por el módulo de finura.

CUADRO 31: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LAS MEZCLAS I, II Y III SECADAS A LA TEMPERATURA DE AIRE DE 100°C POR 45 MIN

Tamiz Nº	Abertura de malla (Micro- nes)(1)	Diámetro medio de las partículas (Micrones) (1)	Clasific.	Material Retenido (R)				Factor para Módulo de Finura(1)(F)	Valores de Finura (RxF)		
				Mezcla I (%)	Mezcla II (%)	Mezcla III (%)	% x 10-1		Mezcla I	Mezcla II	Mezcla III
20	841	Mayores de 841	Grueso	0,10	0,12	0,10	} 1	7	0,70	0,84	0,70
32	487	664	Grueso	0,29	0,30	0,24		6	1,74	1,80	1,44
45	354	421	Grueso	8,19	7,00	8,18		5	40,95	35,00	40,90
60	250	302	Medio	31,08	32,60	32,42	} 7	4	124,32	130,40	129,68
6XX	230	240	Medio	37,66	37,15	35,03		3	112,98	111,45	105,09
10XX	125	178	Fino	17,36	17,95	16,89	} 3	2	34,72	35,90	33,78
15XX	75	100	Fino	4,12	3,74	4,18		1	4,12	3,74	4,18
Plato		menores a 75	Fino	1,20	1,14	1,20		0	0,00	0,00	0,00
Total				100,00	100,00	100,00			319,53	319,13	315,77

(1): Cordero, (1989)

Módulo de Finura=Total/100

* Mezcla I = 319,53/100 = 3,195

* Mezcla II = 319,13/100 = 3,191

* Mezcla III= 315,77/100 = 3,157

Índice de uniformidad: Grueso: Medio: Fino; 1:7:3

4.6. FLUJO DEFINITIVO PARA LA OBTENCION DEL PRODUCTO FINAL

En base a los resultados de las experiencias precedentes como en la formulación, mezclado, secado y molienda se definió el flujo de procesamiento adecuado que se muestra en la Figura 9. Se procesaron un lote de muestras para los análisis físico, proximal, microbiológico, sensorial (preferencia) y estudio de almacenamiento (en envases de vidrio transparente).

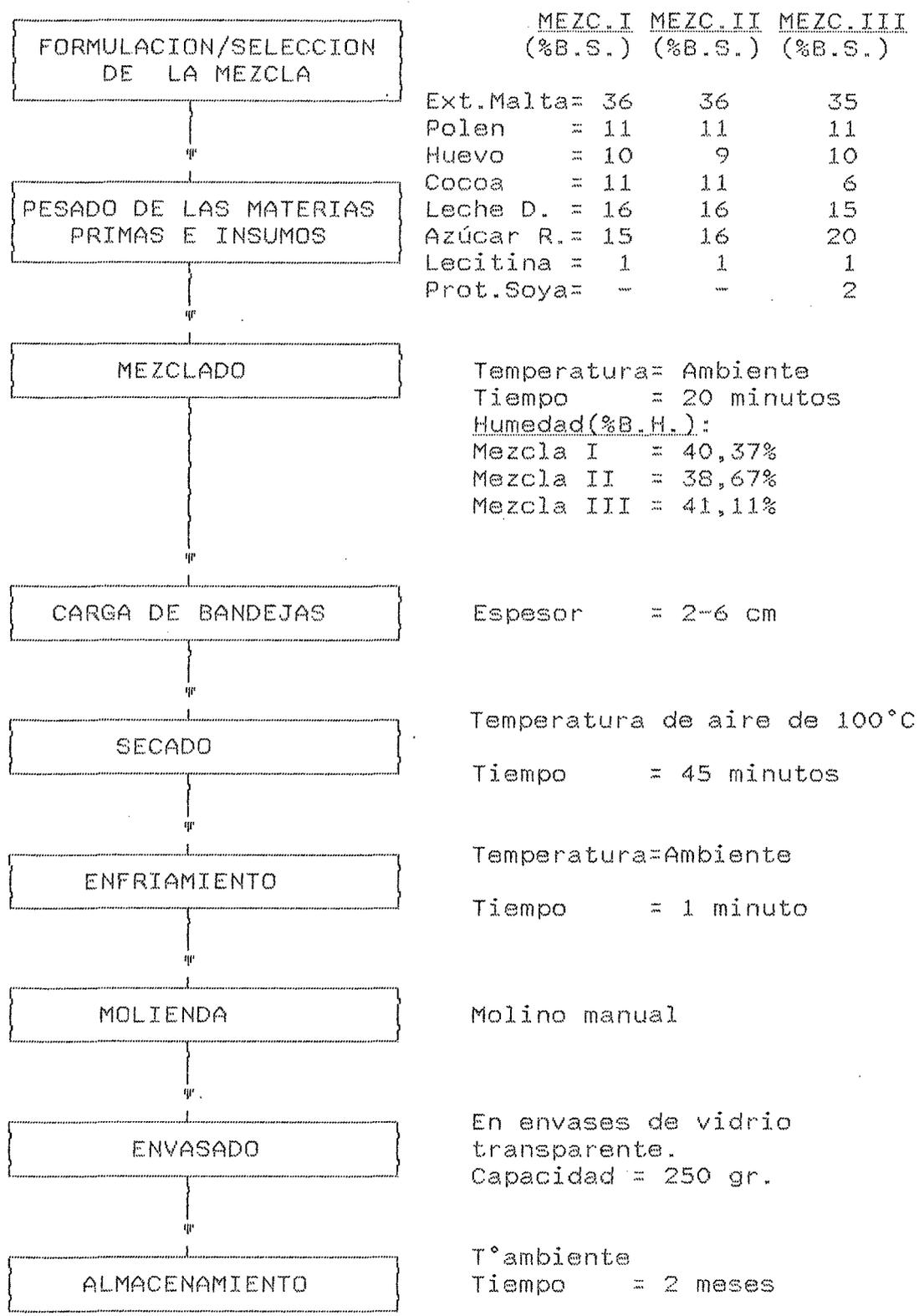


FIGURA 9: FLUJOGRAMA DEFINITIVO DE PROCESAMIENTO DE UN ALIMENTO FORMULADO A BASE DE EXTRACTO DE MALTA PARA LA ALIMENTACION DE NIÑOS EN EDAD PRE-ESCOLAR

4.6.1. Balance de masa

En los Cuadros 32, 33 y 34, se observa el balance másico por proceso de elaboración para la mezcla I, II y III respectivamente, donde se muestra pérdida por separación del azúcar rubia en el mezclado para evitar su caramelización durante el secado, adicionando el mismo durante la molienda. Mínima pérdida se obtiene en la operación de molienda por adhesión en las paredes del equipo y salpicaduras durante la misma; en el enfriamiento la ganancia en peso por absorción de agua por el producto es pequeñísimo, por tal motivo no se le toma en cuenta; en el secado se obtiene mayor reducción de peso por eliminación de agua, obteniéndose finalmente un rendimiento en base seca de 67,21%, 69,1% y 67,97% para la mezcla I, II y III respectivamente, que evaluando respecto a procesos automatizados se puede calificar como regular, ya que éstas fábricas logran de 98 a 99% de eficiencia en base seca (Fábrica PERULAC), **Chávez**, (1992).

CUADRO 32: BALANCE MASICO POR PROCESO DE ELABORACION PARA LA MEZCLA I

PROCESO	GANANCIA/ ADICION		PERDIDAS/ SEPARACION		PERDIDAS/ MERMAS		BALANCE (Kg)
	%	Kg	%	Kg	%	Kg	
Formulación	-	-	-	-	-	-	10,0000
Mezclado	-	-	11,764	1,1764	-	-	8,8240
Secado	-	-	-	-	38,237	3,3740	5,4500
Enfriamiento	-	-	-	-	-	-	5,4500
Molienda							
- Adición de azúcar	21,585	1,1764	-	-	-	-	6,6264
- Adición de CMC	0,200	0,0133	-	-	-	-	6,6397
					2,000	0,1328	6,5069
Envasado	-	-	-	-	0,100	0,0065	6,5004
RENDIMIENTO (B.H.) %							65,0040
RENDIMIENTO (B.S.) %							67,2080

CUADRO 33: BALANCE MASICO POR PROCESO DE ELABORACION PARA LA MEZCLA II

PROCESO	GANANCIA/ ADICION		PERDIDAS/ SEPARACION		PERDIDAS/ MERMAS		BALANCE (Kg)
	%	Kg	%	Kg	%	Kg	
Formulación	-	-	-	-	-	-	10,0000
Mezclado	-	-	12,801	1,2801	-	-	8,7199
Secado	-	-	-	-	36,517	3,1842	5,5357
Enfriamiento	-	-	-	-	-	-	5,5357
Molienda							
- Adición de azúcar	23,124	1,2801	-	-	-	-	6,8158
- Adición de CMC	0,200	0,0136	-	-	-	-	6,8294
					1,980	0,1352	6,6942
Envasado	-	-	-	-	0,120	0,0080	6,6862
RENDIMIENTO (B.H.) %							66,8620
RENDIMIENTO (B.S.) %							69,1080

CUADRO 34: BALANCE MASICO POR PROCESO DE ELABORACION PARA LA MEZCLA III

PROCESO	GANANCIA/ ADICION		PERDIDAS/ SEPARACION		PERDIDAS/ MERMAS		BALANCE (Kg)
	%	Kg	%	Kg	%	Kg	
Formulación	-	-	-	-	-	-	10,0000
Mezclado	-	-	15,733	1,5733	-	-	8,4267
Secado	-	-	-	-	39,069	3,2923	5,1344
Enfriamiento	-	-	-	-	-	-	5,1344
Molienda							
- Adición de azúcar	30,642	1,5733	-	-	-	-	6,7077
- Adición de CMC	0,200	0,0134	-	-	-	-	6,7211
					2,000	0,1344	6,5867
Envasado	-	-	-	-	0,100	0,0066	6,5801
RENDIMIENTO (B.H.) %							65,8010
RENDIMIENTO (B.S.) %							67,9762

4.6.2. Análisis físico-químico de las mezclas

En el Cuadro 35 se presenta la composición químico-proximal, así como el contenido de vitaminas y minerales de las mezclas. Se observa que en términos generales la cantidad de proteína de las mezclas I, II y III (19,35%, 19,25% y 20,53% en base seca respectivamente) son valores que superan los requisitos mínimos recomendados por CODEX (FAO, 1982), mencionado por Chávez, (1992), para fórmulas infantiles, pero no supera a la cantidad de proteína recomendada para mezclas ricas en proteínas (ver Anexo 4).

El contenido de humedad de las mezclas I, II y

III es de 3,45%, 3,40% y 3,35% respectivamente, lo cual se considera dentro del rango óptimo para productos "NESTÚM" (6% máximo de humedad para un contenido graso de 0,2% a 2%) y para productos "CERELAC" (3% de humedad, con un contenido graso que varíe de 7,13% a 7,83%, de acuerdo a Normas Chilenas - PERULAC, 1989, citado por Chávez, (1992). La cantidad de grasa que fluctúa de 5,25% a 5,36% es elevada y está en relación con la concentración protéica, pero se encuentra por debajo del rango aceptable para productos "CERELAC" y para mezclas ricas en proteína y por encima del rango aceptable para productos "NESTUM". En cuanto al contenido de ceniza y fibra éstos cumplen con los requisitos para mezclas ricas en proteína (FAO/OMS, 1972), mencionado por Chávez, (1992).

En las tres mezclas el contenido de minerales (calcio, fósforo y hierro) y vitamina A (caroteno), con respecto al Codex Alimentarius para mezclas ricas en proteínas (FAO/OMS, 1972 - 1982) sólo es deficiente en vitamina A y además a la quinta parte de los requerimientos de nutrientes diarios recomendados por la FAO/OMS/UNU, (1985). Respecto al contenido de fibra que fluctúa de 1,24% a 1,32% es adecuada desde el punto de vista nutricional.

Los valores de pH (5,77, 5,72 y 5,74 para las mezclas I, II y III respectivamente), observados en el Cuadro 35 indican que los productos son ligeramente

ácidos, hecho que concuerda con Desrosier, (1982), pues menciona que los alimentos del hombre tanto de origen animal como vegetal son ligeramente ácidos; los cuales están dentro del rango de 5.0 a 6.8, presentando la ventaja de impedir el crecimiento de microorganismos peligrosos.

Con respecto a la acidez titulable expresada en % de ácido sulfúrico determinado para las tres mezclas, están ligeramente por encima del rango de variación indicado para mezclas elaboradas en base a cereales, leguminosas y frutas (0,20% a 0,22% H₂SO₄), (Huayapa, 1990), esto se explica por la presencia elevada de extracto de malta en polvo y leche descremada en polvo (Fennema, 1985).

Las mezclas I, II y III presentan porcentajes de azúcares reductores de 1,678, 1,458 y 1,856, respectivamente, los cuales tienen importancia significativa para la conservación de los alimentos durante el almacenamiento por la reactividad de éstos con los grupos amino de las proteínas, ocasionando consecuentemente un pardeamiento no enzimático por formación de compuestos melanoidinos, (Braverman, 1980).

CUADRO 35: CARACTERISTICAS QUIMICO-PROXIMAL, CONTENIDO DE MINERALES, VITAMINA Y PROPIEDADES FISICAS DE LAS MEZCLAS (BASE HUMEDA)

DETERMINACIONES	M E Z C L A S		
	I	I I	I I I
<u>Componentes mayores:</u>			
Energía Kcal	389,970	389,280	390,160
Humedad (%)	3,450	3,400	3,350
Proteína (Nx6,25) %	18,680	18,600	19,840
Grasa %	5,250	5,280	5,360
Fibra %	1,240	1,300	1,320
Ceniza %	4,380	4,580	4,490
Carbohidratos %	67,000	66,840	65,640
<u>Componentes menores:</u>			
Calcio mg	325,432	328,040	295,740
Fósforo mg	224,231	202,441	120,040
Hierro mg	6,002	6,254	4,440
Vit. A (Caroteno) mg	0,218	0,264	0,176
<u>Propiedades físicas:</u>			
Azúcares reductores (Glucosa)	1,678	1,458	1,856
Acidez Titulable (% de H ₂ SO ₄)	0,246	0,248	0,264
pH (20°C)	5,770	5,720	5,740

Vitamina A : 1UI = 0,6 g Caroteno

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad y Laboratorio de Química - UNAP.

4.6.3. Actividad de agua

Los datos experimentales fueron ajustados a la ecuación G.A.B. y de B.E.T. mediante el método de mínimos cuadrados, determinándose en cada caso el valor de la monocapa y la actividad de agua. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 36, en el cual se puede observar que el valor de humedad de la monocapa según el modelo GAB varía entre 7,42 a 9,41 g.agua/100 g.m.s. y de 5,64 a 6,87 g.agua/100 g.m.s. según el modelo de BET con un contenido

graso que varía entre 5,25 a 5,36%, mientras que Vargas, (1978), citado por Chávez, (1992) determinó para una mezcla instantánea a base de quinua y soya un valor de monocapa de 5,4 g.agua/100 g.m.s. y para una mezcla precocida de arroz, quinua y maíz opaco II obtuvo un valor de monocapa de 6,7 g.agua/100 g.m.s., los mismos que varían con un contenido graso entre 3,0 a 7,2%.

Las diferencias encontradas en los valores de la monocapa se deben a las variaciones en su composición química de cada mezcla (proteínas, grasas y carbohidratos) , a la presencia o ausencia de grupos hidrofílicos de las moléculas proteicas y de carbohidratos del producto (Cheftel y Cheftel, 1983). La variación en el valor monomolecular entre las dos ecuaciones empleadas, se debe a que en la ecuación de G.A.B. se pueden emplear todos los valores experimentales; mientras que en la ecuación de B.E.T., sólo se utilizan valores hasta una A_w de 0,5. La calidad de ajuste del modelo G.A.B. es buena, lo cual es corroborado por varios investigadores (Bizot, 1983; Gimeno, 1985, citados por Buendía, 1992).

El valor de la monocapa encontrada para las tres mezclas en estudio comparadas con su humedad promedio de 3.40%, indican una mayor capacidad de adsorción posiblemente a la presencia de grupos activos capaces de adsorber agua, demostrando que el tratamiento térmico sometido durante el proceso no ha originado deterioros

significativos de los grupos activos representados por las proteínas (aminoácidos) y carbohidratos (oxidrilos) responsables de la adsorción del agua, según Martínez, (1967) citado por Huayapa, (1990), el mismo que señala que las grasas son hidrofóbicas y no son responsables de la adsorción.

Los valores de actividad de agua (A_w) calculados con el modelo de G.A.B., fluctúan entre 0,35 a 0,38 y de 0,26 a 0,29 los calculados con el modelo de B.E.T., valores en el que no es posible el deterioro por el desarrollo de microorganismos, debido a que éstos se inhiben a actividades de agua por debajo de 0,6 - 0,7 (Cheftel y Cheftel,

CUADRO 36: VALORES DE HUMEDAD DE MONOCAPA Y ACTIVIDAD DE AGUA DE LAS TRES MEZCLAS.

MEZCLAS	Humedad monomolecular (g agua/100 g.m.s.)		A_w	
	G.A.B.	B.E.T.	G.A.B.	B.E.T.
I	7,42	5,64	0,36	0,28
II	8,10	5,97	0,38	0,29
III	9,41	6,87	0,35	0,26

4.6.4. Evaluación sensorial (Preferencia del producto)

A fin de conocer el comportamiento de las mezclas seleccionadas cuando éstas son consumidas en forma líquida se evaluó los atributos de sabor, color, olor y consistencia y la aceptabilidad a nivel de consumidores.

Antes de proceder con las pruebas se diseñó una preparación standard (receta) para las tres mezclas con adición de leche de vaca hasta cubrir el 20% de los requerimientos nutricionales diarios de niños en edad pre escolar. Esta receta consistió en 15 gramos del alimento más 100 ml. de leche de vaca, sirviéndose a temperatura de 40 - 45°C.

En el Cuadro 37, se observa los resultados del perfil de características realizadas a las mezclas I, II y III con un patrón de referencia (muestra comercial), cuyo promedio de los atributos evaluados sitúan a las cuatro muestras con un calificativo de bueno.

CUADRO 37: RESUMEN DE LOS PROMEDIOS DEL ANALISIS SENSORIAL POR ATRIBUTOS

ATRIBUTOS	M U E S T R A S.			
	A	B	C	D
Sabor	4,00	3,40	3,35	4,05
Color	4,00	3,40	3,25	4,10
Olor	3,50	2,30	2,60	2,50
Consistencia	3,20	3,40	3,35	3,40
PROMEDIOS	3,67	3,13	3,14	3,51

Leyenda: A = Testigo (muestra comercial)
B = Mezcla I
C = Mezcla II
D = Mezcla III

Los resultados del ANVA se encuentran en el Cuadro 38 para las cuatro muestras, donde observamos que existe alta diferencia significativa entre muestras para los atributos de sabor, color y olor al nivel de 5% de significancia, mientras que en el atributo consistencia existe diferencia significativa.

CUADRO 38: ANVA DE LA EVALUACION SENSORIAL POR ATRIBUTOS DE LAS MEZCLAS I, II Y III CON UN PATRON DE REFERENCIA (PRODUCTO COMERCIAL)

CARACTERISTICAS	F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t
SABOR	Muestras	3	8,500	2,833	14,678	2,78 **
	Panelista	19	5,300	0,279	1,446	1,78 ns
	Error	57	11,000	0,193		
	Total	79	24,800			
COLOR	Muestras	3	10,837	3,613	9,846	2,78 **
	Panelista	19	5,437	0,286	0,780	1,78 *
	Error	57	20,913	0,367		
	Total	79	37,187			
OLOR	Muestras	3	16,950	5,650	22,160	2,78 **
	Panelista	19	4,450	0,243	0,920	1,78 *
	Error	57	14,550	0,255		
	Total	79	35,950			
CONSISTENCIA	Muestras	3	0,538	0,179	1,110	2,78 *
	Panelista	19	8,138	0,428	2,650	1,78 ns
	Error	57	9,213	0,162		
	Total	79	17,888			

** Altamente significativo
 * Significativo
 ns No significativo

Para comprobar estas diferencias y determinar la mejor muestra se sometió a la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad que se aprecia en el Cuadro 39; respecto al sabor y color, se encontró que no existe diferencia significativa entre la mezcla III y la muestra comercial; existiendo diferencia con respecto a las mezclas I y II, pero no existe diferencia entre estas dos últimas mezclas; en cuanto al atributo de consistencia, no existe diferencia significativa entre las cuatro muestras, son iguales. En el atributo olor existe diferencia entre la muestra comercial con respecto a las mezclas I, II y III,

pero no existe diferencia entre éstas mezclas, porque el olor a polen que presentan las muestras en estudio no es de agrado para los panelistas. De los resultados se concluye que la mezcla III y la muestra comercial presentan el mejor perfil de características en comparación con las mezclas I y II.

CUADRO 39: PRUEBA DE DUNCAN (5%) PARA LA PRUEBA DE PERFIL DE CARACTERISTICAS PARA LAS MEZCLAS I, II Y III CON EL PATRON DE REFERENCIA

ATRIBUTO	MUESTRAS	PROMEDIO ORDENADO	NIVEL DE SIGN.
SABOR	D	4,05	a
	A	4,00	a
	B	3,40	b
	C	3,35	b
COLOR	D	4,10	a
	A	4,00	a
	B	3,40	b
	C	3,25	b
OLOR	A	3,50	a
	C	2,60	b
	D	2,50	b
	B	2,30	b
CONSISTENCIA	D	3,40	a
	B	3,40	a
	C	3,35	a
	A	3,20	a

Leyenda: A = Testigo (muestra comercial)
 B = Mezcla I
 C = Mezcla II
 D = Mezcla III

En el Cuadro 40, se muestran los resultados del ANVA para la Prueba de Aceptabilidad realizados a las mezclas I, II y III con un patrón de referencia (producto comercial), donde notamos que existe alta diferencia significativa entre las muestras y diferencia entre los panelistas. Para comprobar estas diferencias y determinar la muestra de mayor preferencia se sometió a la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad que se aprecia en el Cuadro 41, notando que no existe diferencia significativa entre la muestra comercial y la mezcla III por lo tanto hay una aceptabilidad uniforme para ambos productos por parte de los consumidores, es decir, que pueden consumir el uno o el otro sin llegar a notar diferencias y por lo tanto tener la misma aceptación; pero si existe diferencia con respecto a las mezclas I y II. Entre las mezclas I y II no existe diferencia, presentan un promedio de aceptación menor con respecto a la muestra comercial y a la mezcla III.

CUADRO 40: ANVA DE LA PRUEBA DE ACEPTACION PARA LAS MEZCLAS I, II Y III CON UN PATRON DE REFERENCIA (PRODUCTO COMERCIAL)

F. DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft
Muestras	3	63,037	21,012	84,385	2,78 **
Panelista	19	4,637	0,244	0,979	1,78 *
Error	57	14,215	0,249		
Total	79	81,889			

CUADRO 41: PRUEBA DE DUNCAN (5%) PARA LA PRUEBA DE ACEPTACION A LAS MEZCLAS I, II Y III CON EL PATRON DE REFERENCIA

MUESTRAS	PROMEDIO ORDENADO	NIVEL DE SIGNIFICANCIA
A	3,45	a
D	3,40	a
B	1,65	b
C	1,65	b

Leyenda: A = Testigo (muestra comercial)
B = Mezcla I
C = Mezcla II
D = Mezcla III

4.7. ESTUDIO DE LAS MEZCLAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO

4.7.1. Características físico-químicas

Las condiciones medio ambientales de temperaturas y humedades relativas promedio fueron de 37°C y 86% respectivamente durante el tiempo que duró el almacenamiento; en el Cuadro 42 se presenta los controles de humedad, azúcares reductores, pH y acidez.

Respecto a la humedad se puede observar un ligero incremento debido a la alta protección de los factores externos por parte del envase; siendo la humedad de la Mezcla III el que se incrementa más como se aprecia en la Figura 10, este incremento de humedad es debido al

estado de agua presente en el alimento que es tan importante para la estabilidad del mismo, como su contenido total; se puede explicar este ascenso por que los constituyentes químicos presentes, movilizan parcialmente el agua y probablemente su reactividad química (Cheftel y Cheftel, 1983).

Respecto al contenido en azúcares reductores se hallan muy cercanos al 2,0% lo cual es significativo para la conservación del alimento durante el almacenamiento por la reactividad de estos con los aminoácidos o proteínas ya sea durante la deshidratación y almacenamiento por largos periodos. Durante la operación de secado podría haberse producido estas reacciones debido al efecto del calor pero en mínimo grado, al igual como en el almacenamiento (37°C, 86% H.R. y 2 meses). En la Figura 11 se muestra la variación mínima del contenido de azúcares reductores durante el almacenamiento, debido al factor humedad que fluctúa de 3,35% a 3,45%, encontrándose cerca al 3,0% que menciona Jamieson y Jobber, (1976) como un contenido de humedad que avanza lentamente la reacción de Mayllard, así mismo a pH bajos el oscurecimiento no enzimático es muy lento; en cuanto a la temperatura de almacenamiento menciona que la reacción tiene un cociente de temperatura (Q10) muy alto, del orden de 4 a 6 en el intervalo de 15 a 25 °C, pero la temperatura de 37°C no ha producido un efecto marcado en las fases de este conjunto de reacciones debido a que la humedad se mantiene alrededor del 3,0%.

En cuanto al pH que se observa en la Figura 12 no sufren mayores incrementos debido a la baja humedad de las mezclas y a la alta protección de los factores externos por parte del envase; respecto a la acidez titulable expresada en % de ácido sulfúrico que se observa en la Figura 13 están ligeramente por encima del rango de variación indicado para mezclas elaboradas en base a cereales, leguminosas y frutas (0,20% a 0,22% de H₂SO₄), (Huayapa, 1990), esto se debe posiblemente a la presencia de leche descremada en polvo en la formulación, sin embargo, la variación que sufre durante el almacenamiento es mínimo.

CUADRO 42: CONTROL DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE LAS MEZCLAS

MEZCLAS	ANALISIS	DÍAS DE ALMACENAMIENTO				
		2	15	30	45	60
I	Humedad (%)	3,450	3,480	3,490	3,500	3,540
	Azúcares reductores (% de glucosa)	1,678	1,688	1,694	1,694	1,698
	pH (20 °C)	5,770	5,780	5,790	5,790	5,790
	Acidez titulable (% de H2SO4)	0,246	0,267	0,272	0,281	0,288
I I	Humedad (%)	3,400	3,410	3,460	3,460	3,490
	Azúcares reductores (% de glucosa)	1,458	1,464	1,586	1,596	1,598
	pH (20 °C)	5,720	5,740	5,740	5,750	5,740
	Acidez titulable (% de H2SO4)	0,248	0,258	0,269	0,274	0,271
III	Humedad (%)	3,350	3,380	3,460	3,500	3,530
	Azúcares reductores (% de glucosa)	1,856	1,866	1,888	1,940	1,940
	pH (20 °C)	5,740	5,780	5,780	5,780	5,780
	Acidez titulable (% de H2SO4)	0,264	0,269	0,274	0,276	0,276

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad - U.N.A.P.

FIGURA 10: VARIACION DE LA HUMEDAD DURANTE EL ALMACENAMIENTO

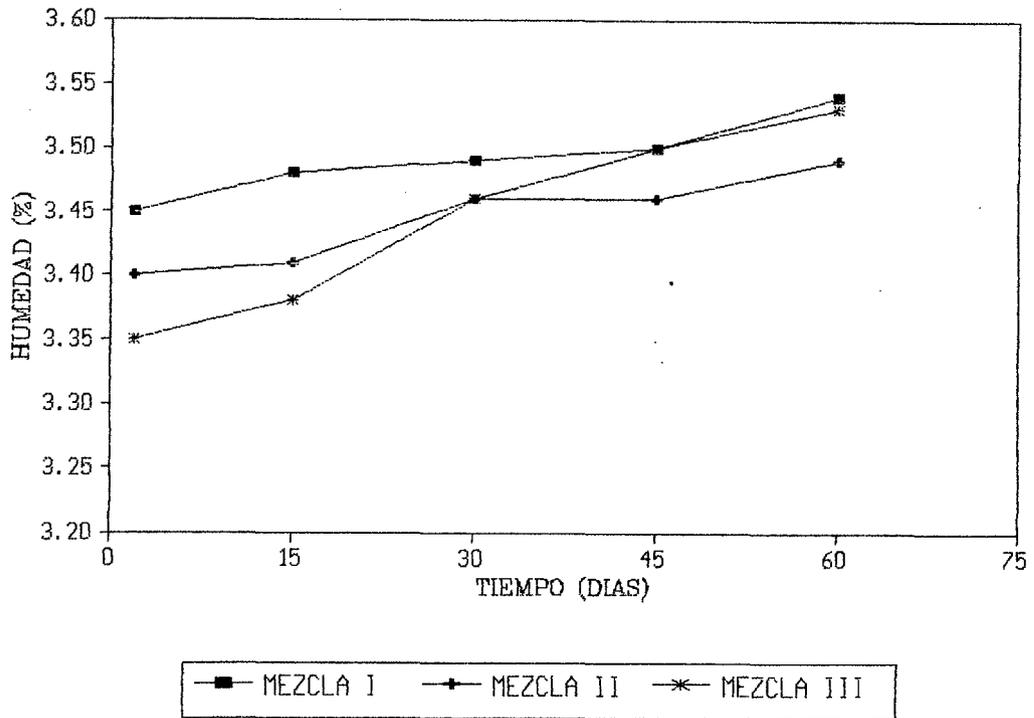


FIGURA 11: VARIACION DE AZUCARES REDUC. DURANTE EL ALMACENAMIENTO

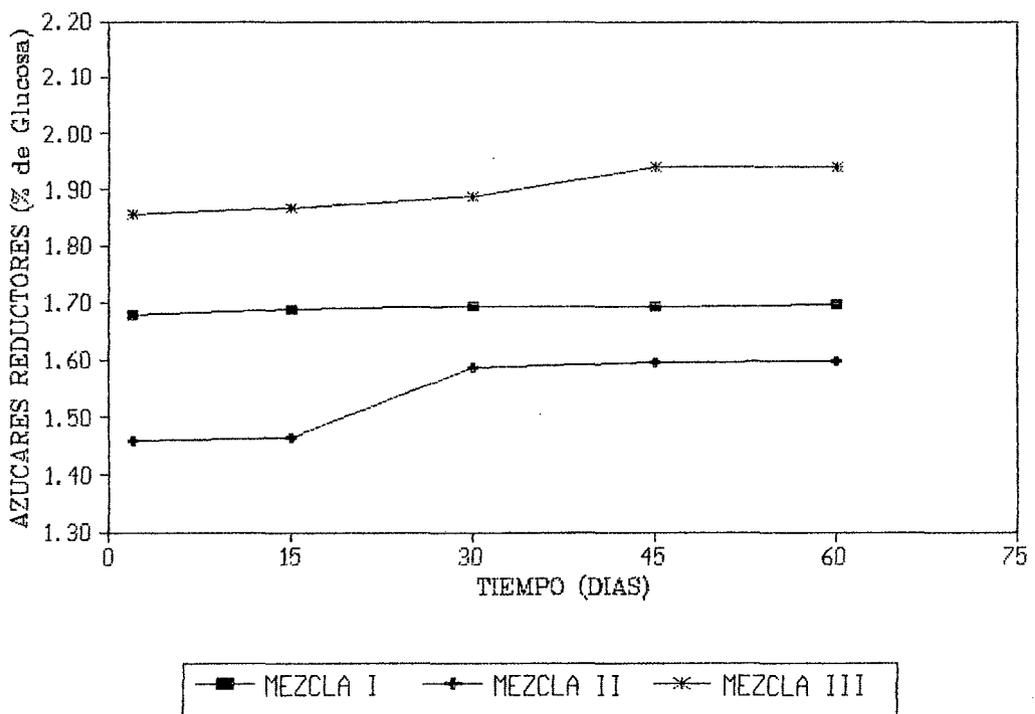


FIGURA 12: VARIACION DEL pH DURANTE EL ALMACENAMIENTO

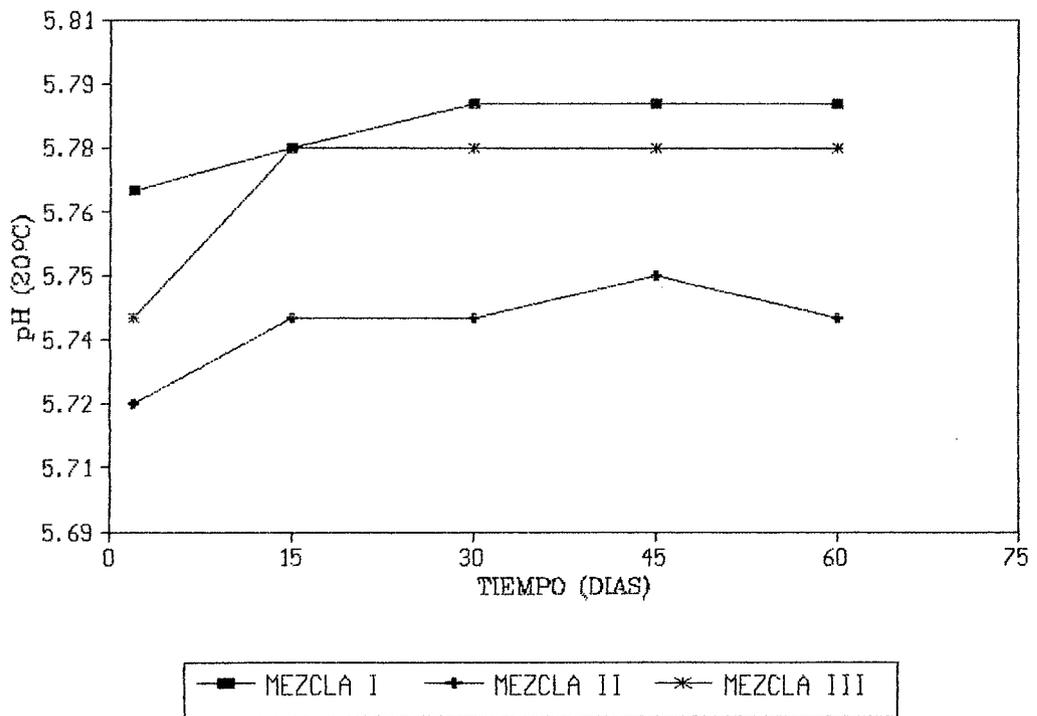
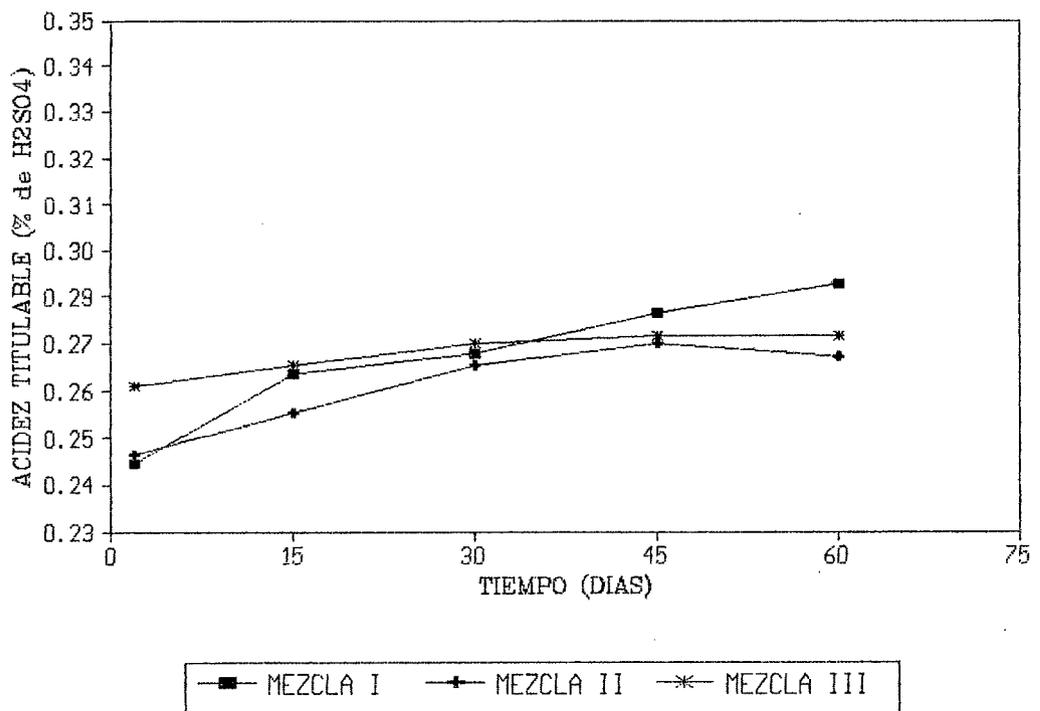


FIGURA 13: VARIACION DE ACIDEZ TITULAB. DURANTE EL ALMACENAMIENTO



4.7.2. Evaluación microbiológica

Con el fin de evaluar las condiciones higiénicas del producto final se efectuó el análisis microbiológico, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 43, los cuales fueron comparados con los requisitos microbiológicos recomendados por la FAO/OMS, (1982) y por ICMSF y APHA, (1976), citados por Cordero, (1986).

Se observa en el Cuadro 43, que los microorganismos aeróbicos mesófilos viables es bajo para las tres muestras; Refai, (1981), citado por Buendía, (1992), menciona que los gérmenes viables no están relacionados con la salud de las personas.

En la numeración de coliformes, de hongos y levaduras, el valor encontrado para las tres mezclas fue bajo de lo cual se desprende que hubo buenas condiciones higiénicas en los lugares donde se procesó el producto.

En cuanto a los microorganismos patógenos, causantes de enfermedades en el hombre (Salmonella sp, Staphylococcus aureus), estuvieron ausentes; lo cual demuestra que el producto final obtenido está apta para el consumo humano.

A base de los resultados obtenidos podemos afirmar que el proceso de secado en el secador de bandejas

coadyuvó a la reducción de la carga microbiana, inclusive las que pudieran haber ingresado durante la elaboración del producto.

Los resultados del análisis microbiológico a 60 días de almacenamiento muestran un ligero incremento en las tres mezclas, de microorganismos aerobios mesófilos viables y de hongos y levaduras pero aún muestran valores muy por debajo de los máximos recomendados por los organismos pertinentes, mientras que los resultados de los análisis de Coliformes, Salmonella sp y Staphylococcus aureus resultaron negativos como al inicio del almacenamiento; entonces podemos afirmar que la humedad final de las tres mezclas es el adecuado para lograr una conservación buena del alimento y el envase elegido es el adecuado por que permite mantener la calidad del producto en forma eficiente protegiéndole de los factores externos.

CUADRO 43: CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LAS MUESTRAS OBTENIDAS Y DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 37°C Y 86% DE HUMEDAD RELATIVA

MICROORGANISMOS	M E Z C L A S						REQUISITOS	
	II			III			FAO/OMS (1982)	ICMSF Y APHA (1976)
	Días de lmacena.	Días de almacena.						
	2	60	2	60	2	60		
Microorganismos aerobios mesófilos viables (UFC/g)	14 x10 ²	16 x10 ²	24 x10 ²	27 x10 ²	24 x10 ²	27 x10 ²	104 g	104 g
Coliformes totales (NMP/g)	<3	<3	<3	<3	<3	<3	20 g	No mayor de 100 col/g
Numeración de <u>Escherichia coli</u>	-	-	-	-	-	-	-	-
Staphylococcus aureus (NMP/g)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-	-
Salmonellas	Ausente en 25g	Ausente en 25g	No debe existir					
Hongos y levaduras (UFC/g)	2	5	4	7	3	4	-	No mayor de 10 ²

Fuente: Laboratorio de Microbiología-UNAP

V. CONCLUSIONES

- De siete mezclas planteadas se seleccionaron tres en base a la calidad nutritiva, procesamiento tecnológico y aceptabilidad, dichas mezclas presentan la siguiente formulación:

PRODUCTOS	M E Z C L A S					
	I		II		III	
	% Base Seca	% Base Húmeda	% Base Seca	% Base Húmeda	% Base Seca	% Base Húmeda
Extracto de malta	36	28,911	36	29,495	35	28,193
Polen	11	9,096	11	9,280	11	9,124
Huevo entero	10	27,610	9	25,350	10	27,693
Cocoa en polvo	11	9,052	11	9,234	6	4,817
Leche descremada	16	12,748	16	13,005	15	11,987
Azúcar rubia	15	11,764	16	12,801	20	15,733
Lecitina de soya	1	0,815	1	0,832	1	0,811
Proteína de soya aislada	-	-	-	-	2	1,640
T O T A L	100	100,000	100	100,000	100	100,000

- Se mezclaron homogéneamente los ingredientes a excepción del azúcar rubia por 20 minutos, secados a 100°C por 45 minutos en un secador eléctrico en capas de espesor de 2 a 6 cm; luego una molienda manual donde se adiciona el azúcar calculada inicialmente para cada mezcla y 0,2% de CMC. El envasado se realizó manualmente en envases de vidrio transparente, dosificado con ayuda de una balanza hasta obtener el peso deseado (220 g), inmediatamente se procede al cerrado manual. El rendimiento del proceso tecnológico es de 68,1% en base seca y se almacenó a 37°C

y 86 % de H.R.

- Las pruebas sensoriales de preferencia determinaron a la mezcla III como la mejor, cuyas características son: Humedad 3,35%, 19,84% de proteína, 5,36% de grasa, 1,32% de fibra, 4,49% de ceniza, 65,64% de carbohidratos, 295,74 mg de calcio, 120,04 mg de fósforo, 4,44 mg de hierro, 0,176 mg de vitamina A, 1,856 de azúcares reductores (% de glucosa), 0,264 de acidez titulable (% de H₂SO₄), 5,74 pH y un módulo de finura de 3,157.

- Los valores de humedad de monocapa y Aw de las tres mezclas, calculadas por la ecuación de G.A.B y de B.E.T. son las siguientes:

MEZCLAS	Humedad monomolecular (g agua/100 g.m.s.)		AW	
	G.A.B.	B.E.T.	G.A.B.	B.E.T.
I	7,42	5,64	0,36	0,28
II	8,10	5,97	0,38	0,29
III	9,41	6,87	0,35	0,26

- Durante el almacenamiento las características microbiológicas de las mezclas se encontraron en los límites recomendados por la FAO/OMS (1982) y por el ICMSF y APHA (1976), citados por Cordero, (1986). Se hicieron controles de humedad, azúcares reductores (% de glucosa), pH y acidez titulable (% de H₂SO₄), lo cual indica

variación de los valores medidos para las tres mezclas en el periodo de 2 meses de almacenamiento, por lo tanto una probable inestabilidad en el tiempo:

- * Para la **MEZCLA I** la humedad varió de 3,45% a 3,54%, los azúcares reductores de 1,678 a 1,698, el pH de 5,77 a 5,79 y la acidez titulable de 0,246 a 0,288.
- * Para la **MEZCLA II** la humedad varió de 3,40% a 3,45%, los azúcares reductores de 1,458 a 1,598, el pH de 5,72 a 5,74 y la acidez titulable de 0,248 a 0,271.
- * Para la **MEZCLA III** la humedad varió de 3,35% a 3,53%, los azúcares reductores de 1,856 a 1,940, el pH de 5,74 a 5,78 y la acidez titulable de 0,264 a 0,276.

- La prueba sensorial de aceptación, indica que no existe diferencia estadística significativa entre la muestra comercial (Ovaltina) y la Mezcla III, por lo tanto hay una aceptabilidad uniforme para ambos productos por parte de los consumidores, pero si existe diferencia estadística con respecto a las Mezclas I y II.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar una evaluación de calidad nutritiva **in vitro** e **in vivo** de proteínas para cada mezcla formulada.
- Realizar una evaluación económica financiera que muestre la factibilidad de la producción a nivel industrial de este producto y otros sucedáneos.
- Realizar un enriquecimiento con minerales y vitaminas de acuerdo a los requerimientos de nutrientes diarios en niños en edad pre-escolar.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ALSMEYER et al; 1974. Equations predict PER from amino acid analysis. Food Technology. New York-USA. 28(1):34. 530 pág.
2. ALMANZA, M.L. et al; 1993-1994. Diccionario de especialidades para la industria alimentaria. Cuarta Edición. Ediciones PLM S.A. México, D.F.-México. 430 pág.
3. ANCASI, C.V.; 1992. Alimentos a base de cebada hidrolizada, kiwicha y leche entera en polvo. Tesis para optar el grado de M.Sc. en Tecnología de Alimentos U.N.A. Lima-Perú. 110 pág.
4. A.O.A.C. Methods; 1980. Official methods of the association for analitical chemists. 13 th. Edition. Virginia-USA. 932 pág.
5. BALLESTEROS, M.N. et al; 1984. Elaboración por programación lineal de nuevos productos a partir de cereales y leguminosas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 34:130. Colombia, 230 pág.

6. BOURGEOIS, C.M.; LE, R.P.; 1986. **Proteínas animales.** Editorial el Manual Moderno. México D.F.-México. 245 pág.
7. BRAVERMAN, J.B.S; 1980. **Introducción a la Bioquímica de los Alimentos.** 3ra Edición. Editorial Omega. Barcelona-España. 276 pág.
8. BRESSANNI, R.; BATES, R.P.; ELIAS, L.G.; 1976. **Mezclas vegetales para consumo humano a base de semillas de leguminosas.** Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 19(2):109. Colombia, 230 pág.
9. BUENDIA, S.L.; 1992. **Elaboración y evaluación de una mezcla instantánea a base de maíz, arveja y papa fortificada con carne.** Tesis para optar el grado de M.Sc. en Tecnología de Alimentos U.N.A. Lima-Perú. 173 pág.
10. COLLAZOS, C. et al; 1993. **La composición de alimentos de mayor consumo en el Perú.** Sexta Edición. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Nutrición. Lima-Perú. 35 pág.

11. CORDERO, B.C.; 1989. **Elaboración de una mezcla instantánea a base de maíz amarillo duro, quinua, soya, zanahoria y espinaca.** Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. U.N.A. Lima-Perú. 170 pág.

12. CORDOVA, A.P.; 1993. **Alimentación Animal.** Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-CONCYTEC. Editec. Lima-Perú. 324 pág.

13. CHARLEY, H.; 1991. **Tecnología de alimentos.** Segunda Edición. Editorial Limusa. México, D.F.-México. 330 pág.

14. CHAVEZ, S.A.; 1992. **Elaboración de bebida instantánea y manjar en base a frijoles Huasca poroto (Phaseolus vulgaris) y caupí (Vigna unguiculata).** Tesis para optar el título de Ingeniero agroindustrial. U.N.S.M. Tarapoto-Perú. 150 pág.

15. CHEFTEL, J. y CHEFTEL, H.; 1983. **Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos.** Tomo I. Editorial Acribia. Zaragoza-España. 374 pág.

16. DESROSIER, N.W.; 1982. **Conservación de Alimentos.** 2da Edición. Editorial Continental S.A. México. 468 pág.
17. FAO/OMS/UNU; 1973. **Necesidades de energía y proteínas.** Organización Mundial de la Salud. Ginebra-Suiza. 243 pág.
18. FAO/OMS/UNU; 1985. **Necesidades de energía y proteínas.** Organización Mundial de la Salud. Ginebra-Suiza. 267 pág.
19. FENNEMA, O.R.; 1985. **Introducción a la Ciencia de los Alimentos.** Tomo I. Editorial Reverté S.A. Madrid-España. 464 pág.
20. FELLOWS, P.; 1994. **Tecnología del procesado de los alimentos. Principios y prácticas.** Editorial Acribia S.A. Zaragoza - España. 549 pág.
21. FERRONI, M.A.; 1982. **Food habits and the apparent nature and extent of dietary nutritional deficiencies in the peruvian andes.** Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 32 (4): 850 Colombia. 45 pág.

22. GLORIO, P.P.; 1990. **Evaluación de la calidad de un producto deshidratado a base de papa (Solanum tuberosum), lupino (Lupinus mutabilis) y huevo.** Tesis para optar el título de ingeniero en industrias alimentarias. U.N.A. Lima - Perú. 140 pág.
23. HEISS, R.A.; 1977. **Principios de envasado de alimentos.** Editorial Acribia. Zaragoza - España. 320 pág.
24. HUAYAPA, N.M.; 1990. **Elaboración de una mezcla proteica a base de arroz, kiwicha, soya y frutas.** Tesis para el optar el grado de M.Sc. en Tecnología de Alimentos. U.N.A. Lima - Perú. 198 pág.
25. HUGUET, C.A.; 1977. **Curso: Técnicas de Fabricación en Cervecería.** Universidad Agraria La Molina. Lima-Perú. 85 pág.
26. JAMIESON, M. y JOBBER, P.; 1976. **Manejo de los alimentos.** Volumen III. Editorial Pax. México. 195 pág.
27. JAY, J.M.; 1978. **Microbiología moderna de los alimentos.** Editorial Acribia. Zaragoza - España. 491 pág.

28. LABUZA, T.; KAAANANE, A. and CHEN, J.; 1985. Effect of temperature on the moisture sorption isotherms on water activity shift of two dehydrated foods. *J. Food Science*. 50:385-391.
29. LOTTI, G.; GALOPPINI, C.; 1986. *Análisis químico agrario*. Primera Edición. Editorial Alambra. México 478 pág.
30. MACKEY, A.C.; FLORES DE MARQUEZ, I.; SOSA, G.M.; 1984. *Evaluación sensorial de los alimentos*. Ediciones CIEPE. Serie Manuales Nº 2. Venezuela. 65 pág.
31. MARTINEZ, F; 1967. *Estudios de la relación de humedad, actividad de agua en algunos alimentos*. Anales científicos. U.N.A. Lima - Perú. 5:193. 580 pág.
32. MARQUINA, O.J.; SAENZ, B.C.; 1984. *Primer congreso nacional de apicultura, ponencias y comunicaciones*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid-España. 246 pág.
33. MONCKERBERG, B.; 1981. *The possibilities for nutrition intervention in Latin American*. *Food Technology*. 35(9):115. 530 pág.

34. MOSSEL, D.A.; QUEVEDO, F.; 1967. **Control microbiológico de alimentos. Métodos recomendados.** Centro Latinoamericano de enseñanza e investigación bacteriológica alimentaria. U.N.M.S.M. Lima - Perú. 450 pág.
35. MUÑOZ, A.M. et al; 1983. **Comparación de cuatro métodos de evaluación de calidad proteínica en fuentes vegetales.** Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 33(4):826. Colombia. 230 pág.
36. MUÑOZ, A.M.; 1991. **Evaluación química bromatológica y nutricional de las combinaciones de papa, tarhui, quinua y cebada.** Tesis para optar el grado de M.Sc. en Tecnología de Alimentos. U.N.A. Lima - Perú. 165 pág.
37. PERSANO, A.L.; 1980. **Apicultura práctica.** Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires - Argentina. 440 pág.
38. PEARSON; 1976. **Técnicas de Laboratorio de Análisis de los Alimentos.** Editorial Acribia. Zaragoza - España. 978 pág.

39. PELLET, P.; BJORN, E.; BOUTRIFE, E.; 1979. **Evaluación de la calidad de las proteínas.** Informe de una consulta de expertos de la FAO/OMS. Bethesda, MD, E.E.U.U. 65 pág.
40. PORTER, G.; W.; J.; 1981. **Leche y Productos Lácteos.** Editorial Acribia. Zaragoza-España. 88 pág.
41. ROBAIDEK, R.; 1973. **Nutrición.** Editorial Impresores JERBA.Ltda.Santiago de Chile. 430 pág.
42. TAGLE, M.A.; 1979. **Estudio técnico para la obtención de una mezcla vegetal pre-cocida para consumo humano.** Tesis para el optar el grado de M.Sc. en tecnología de Alimentos. U.N.A. Lima - Perú. 198 pág.
43. WINTON, A.L.; WINTON, K.B.; 1947. **Análisis de alimentos.** Editorial HASA. Buenos Aires - Argentina. 530 pág.

VIII. A N E X O S

A N E X O 1

FORMULACION

```
SET TALK OFF
SET ECHO OFF
SET STAT OFF
SET SCOR OFF
DO WHILE .T.
CLEAR
@3,20 SAY "Fecha: "+DTC(DATE())
@3,40 SAY "Hora: "+TIME()
EM=0.0
PO=0.0
HU=0.0
CC=0.0
LDE=0.0
AZU=0.0
LCT=0.0
SOY=0.0
EMC=5.5
POC=30.0
HUC=3.0
CCC=3.5
LDEC=9.1
AZUC=1.3
LCTC=9.2
SOYC=25.0
@ 5,12,19,60 BOX
@ 7,25 SAY "INGRESO DE DATOS"
@ 9,15 SAY "PORCENTAJE EN BASE SECA"
@ 10,15 SAY "EXTR. MALTA =" GET EM PICT "###.##"
@ 11,15 SAY "POLEN =" GET PO PICT "###.##"
@ 12,15 SAY "HUEVO =" GET HU PICT "###.##"
@ 13,15 SAY "COCOA =" GET CC PICT "###.##"
@ 14,15 SAY "LECHE DESC. =" GET LDE PICT "###.##"
@ 15,15 SAY "AZUCAR RUBIA=" GET AZU PICT "###.##"
@ 16,15 SAY "LECITINA =" GET LCT PICT "###.##"
@ 17,15 SAY "PROT.DE SOYA=" GET SOY PICT "###.##"
READ
TOT=EM+PO+HU+CC+LDE+AZU+LCT+SOY
@18,15 SAY "TOTAL----->" GET TOT PICT "###.##"
CLEA GETS
@ 9,39 SAY "COSTOS"
@ 10,38 SAY "EXTR. MALTA =" GET EMC PICT "###.##"
@ 11,38 SAY "POLEN =" GET POC PICT "###.##"
@ 12,15 SAY "HUEVO =" GET HUC PICT "###.##"
@ 13,15 SAY "COCOA =" GET CCC PICT "###.##"
@ 14,15 SAY "LECHE DESC. =" GET LDEC PICT "###.##"
@ 15,15 SAY "AZUCAR RUBIA=" GET AZUC PICT "###.##"
@ 16,15 SAY "LECITINA =" GET LCTC PICT "###.##"
@ 17,15 SAY "PROT.DE SOYA=" GET SOYC PICT "###.##"
READ
```

```

E=EM/100
P=PO/100
H=HU/100
C=CC/100
LD=LDE/100
A=AZU/100
L=LCT/100
S=SOY/100
A1=395.00567*E+4299*P+572.6141*H+263.96495*C+380.20833
*LD +385.7868*A+357*S
A2=2.583041*E+8.4716346*P+314.93775*H+9.5290251*C+
4.1666666*LD+4.1666666*L+5.26316*S
A3=41*E+18.61*P+54.77178*H+20.81051*C+35*LD+90*S
A4=2.27014*E+6.500*P+34.02489*H+18.72946*C+2.39583*LD+
1.5*S
A5=70*E+72.53*P+7.46887*H+52.35487*C+54.27083*LD+
99.79695*A
A6=11.23723*E+0.480*P+7.5575*C
A7=2.0*E+4.33886*P+3.73443*H+8.10514*C+0.83333*LD+
0.20304*A+5*S
A8=45.40295*E+0.414*P+141.07883*H+240.96385*C+1062.5*LD+
45.68527 *A+8.25*S
A9=209.98864*E+1.151*P+804.97925*H+877.32749*C+1084.375*
LD+2.0304568*A+44*S
A10=0.02819*P+456431*H+11.50054*C+1.25*LD+72588*A+0.55*S
A11=5.42358*P+0.4149377*H+0.0083333*LD
A12=0.18161*E+623.71189*P+2.48962*H+0.0219*C+0.3125*LD
A13=0.07945*E+1768.0876*P+0.20746*H+0.21905*C+0.625*LD+
0.03045*A
A14=4.37003*E+10630.220*P+2.07468*H+2.73822*C+0.10416*LD
+0.06091*A
A15=368.80355*P+0.0025401*LD
A16=867.77307*P+12.45*H+20.70098*C
A17=21.694326*P
A18=EMC*E+POC*P+HUC*H+CCC*C+LDEC*LD+AZUC*A+LCTC*L+SOYC*S
B1=A1-1101.8998
B2=A2
B3=A3-19.6891
B4=A4-7.407792
B5=A5
B6=A6-2.604
B7=A7-5.15325
B8=A8-345.42313
B9=A9-552.677
B10=A10-8.6355666
B11=A11-310.8808
B12=A12-0.5526666
B13=A13-0.6908333
B14=A14-7.2538666
B15=A15-0.829
B16=A16-27.633833
B17=A17-6.9084333
WAIT "Pulse enter para continuar"
CLEAR
@ 2,8,24,70 BOX

```

```

@3,20 SAY "COMPOSICION PORCENTUAL DE LA MEZCLA"
CLEA GETS
@2,69 CLEA 11,71
@2,55,13,78 BOX
IF EM<>0
@3,56 SAY "EXTR. MALTA      =" GET EM PICT "###.##"
ENDIF
IF PO<>0
@4,56 SAY "POLEN           =" GET PO PICT "###.##"
ENDIF
IF HU<>0
@5,56 SAY "HUEVO           =" GET HU PICT "###.##"
ENDIF
IF CC<>0
@6,56 SAY "COCOA           =" GET CC PICT "###.##"
ENDIF
IF LDE<>0
@7,56 SAY "LECHE DESC.       =" GET LDE PICT "###.##"
ENDIF
IF AZU<>0
@8,56 SAY "AZUCAR RUBIA      =" GET AZU PICT "###.##"
ENDIF
IF LCT<>0
@9,56 SAY "LECITINA           =" GET LCT PICT "###.##"
ENDIF
IF SOY<>0
@10,56 SAY "PROT. DE SOYA=" GET SOY PICT "###.##"
ENDIF
@5,20 SAY "COSTO POR Kg DE MEZCLA=" GET A18 PICT "###.###"
@ 7,10 SAY "ENERGIA      Cal=" GET A1 PICT "#####.#####"
@ 8,10 SAY "HUMEDAD      g=" GET A2 PICT "#####.#####"
@ 9,10 SAY "PROTEINA     g=" GET A3 PICT "#####.#####"
@10,10 SAY "GRASA        g=" GET A4 PICT "#####.#####"
@11,10 SAY "CARBOHIDRATO g=" GET A5 PICT "#####.#####"
@12,10 SAY "FIBRA        g=" GET A6 PICT "#####.#####"
@13,10 SAY "CENIZA       g=" GET A7 PICT "#####.#####"
@14,10 SAY "CALCIO       mg=" GET A8 PICT "#####.#####"
@15,10 SAY "FOSFORO     mg=" GET A9 PICT "#####.#####"
@16,10 SAY "HIERRO      mg=" GET A10 PICT "#####.#####"
@17,10 SAY "VITAMINA A  mg=" GET A11 PICT "#####.#####"
@18,10 SAY "VIT B1(tiam)mg=" GET A12 PICT "#####.#####"
@19,10 SAY "VIT B2(ribo)mg=" GET A13 PICT "#####.#####"
@20,10 SAY "VIT B6(niac)mg=" GET A14 PICT "#####.#####"
@21,10 SAY "VIT B12     mg=" GET A15 PICT "#####.#####"
@22,10 SAY "VITAMINA C  mg=" GET A16 PICT "#####.#####"
@23,10 SAY "VITAMINA D3 mg=" GET A17 PICT "#####.#####"
@6,32 SAY "(-)DEFICIENCIA"
@ 7,39 GET B1 PICT "#####.#####"
@ 8,39 GET B2 PICT "#####.#####"
@ 9,39 GET B3 PICT "#####.#####"
@10,39 GET B4 PICT "#####.#####"
@11,39 GET B5 PICT "#####.#####"
@12,39 GET B6 PICT "#####.#####"
@13,39 GET B7 PICT "#####.#####"
@14,39 GET B8 PICT "#####.#####"

```

```
@15,39 GET B9 PICT "#####.#####"  
@16,39 GET B10 PICT "#####.#####"  
@17,39 GET B11 PICT "#####.#####"  
@18,39 GET B12 PICT "#####.#####"  
@19,39 GET B13 PICT "#####.#####"  
@20,39 GET B14 PICT "#####.#####"  
@21,39 GET B15 PICT "#####.#####"  
@22,39 GET B16 PICT "#####.#####"  
@23,39 GET B17 PICT "#####.#####"  
@ 22,60,24,80 BOX  
CLEAR GETS  
WAIT ""  
DO AMINO1  
CLEAR GETS  
R=""  
@ 23,61 SAY "REPETIR?(S/N): " GET R  
READ  
IF R <> "S"  
EXIT  
ENDIF  
ENDDO
```

A N E X O 2

AMINO 1

CLEAR

Q=3.950*E+4.623*P+5.726*H+2.640*C+3.802*LD+3.857868*A+3.57*S

PR=0.0341*E+0.1861*P+0.548*H+0.208*C+0.35*LD+0.0*A+0.9*S

M1=EM*100/97.482

M2=PO*100/93

M3=HU*100/24.1

M4=CC*100/91.3

M5=LDE*100/97.2

M6=AZU*100/98.5

M7=SOY*100/95

N1=M1-EM

N2=M2-PO

N3=M3-HU

N4=M4-CC

N5=M5-LDE

N6=M6-AZU

N7=M7-SOY

X=(N1+N2+N3+N4+N5+N6+N7)/(M1+M2+M3+M4+M5+M6+M7)*100

Z=100-X

W=Q*Z/100

YP=Z*PR/100

SP=YP*400/W

A1=3.43680*E+12.47312*P+38.34*H+10.1888*C+21.83*LD+56.84210527*S

A2=3.06896*E+7.741940*P+31.22*H+1.26530*C+9.240*LD+11.36842105*S

A3=3.52874*E+10.00000*P+25.74*H+6.85910*C+12.31*LD+36.94736842*S

A4=2.26437*E+9.354840*P+12.05*H+3.12990*C+7.560*LD+24.63157895*S

A5=3.44828*E+9.924730*P+29.58*H+9.58950*C+13.15*LD+47.36842106*S

A6=7.82759*E+10.64516*P+50.94*H+12.0867*C+28.54*LD+53.05263158*S

A7=4.08602*P+9.310*H+2.69704*C+3.920*LD+11.36842105*S

A8=4.97700*E+10.96774*P+36.15*H+11.0212*C+17.91*LD+47.36842105*S

A9=7.44830*E+15.48387*P+47.10*H+18.1135*C+26.58*LD+79.57894737*S

C1=78

C2=33

C3=44

C4=27

C5=47

C6=102

C7=14

C8=64

C9=95

G=((A1/PR)/C1)*100

```

B1="LISINA      "
B2="MET+CIST   "
B3="TREONINA   "
B4="HISTIDINA  "
B5="ISOLEUCINA "
B6="FENIL+TIROS"
B7="TRIPTOFANO"
B8="VALINA     "
B9="LEUCINA    "
BY1=(((A1/PR)/C1)*100
BY2=(((A2/PR)/C2)*100
BY3=(((A3/PR)/C3)*100
BY4=(((A4/PR)/C4)*100
BY5=(((A5/PR)/C5)*100
BY6=(((A6/PR)/C6)*100
BY7=(((A7/PR)/C7)*100
BY8=(((A8/PR)/C8)*100
BY9=(((A9/PR)/C9)*100
SET INTE OFF
@ 3,20 SAY "AMINOGRAMA DE LA MEZCLA"
@ 2,10,15,50 BOX
@ 5,15 GET B1
@ 5,28 GET A1 PICT "####.###"
@ 5,39 GET BY1 PICT "###.### %"
IF G>BY1
G=(((A1/PR)/C1)*100
ENDIF
@ 6,15 GET B2
@ 6,28 GET A2 PICT "####.###"
@ 6,39 GET BY2 PICT "###.### %"
IF G>BY2
G=(((A2/PR)/C2)*100
ENDIF
@ 7,15 GET B3
@ 7,28 GET A3 PICT "####.###"
@ 7,39 GET BY3 PICT "###.### %"
IF G>BY3
G=(((A3/PR)/C3)*100
ENDIF
@ 8,15 GET B4
@ 8,28 GET A4 PICT "####.###"
@ 8,39 GET BY4 PICT "###.### %"
IF G>BY4
G=(((A4/PR)/C4)*100
ENDIF
@ 9,15 GET B5
@ 9,28 GET A5 PICT "####.###"
@ 9,39 GET BY5 PICT "###.### %"
IF G>BY5
G=(((A5/PR)/C5)*100
ENDIF
@ 10,15 GET B6
@ 10,28 GET A6 PICT "####.###"
@ 10,39 GET BY6 PICT "###.### %"
IF G>BY6

```

```

G=((A6/PR)/C6)*100
ENDIF
@ 11,15 GET B7
@ 11,28 GET A7 PICT "####.###"
@ 11,39 GET BY7,PICT "###.### %"
IF G>BY7
G=((A7/PR)/C7)*100
ENDIF
@ 12,15 GET B8
@ 12,28 GET A8 PICT "####.###"
@ 12,39 GET BY8 PICT "###.### %"
IF G>BY8
G=((A8/PR)/C8)*100
ENDIF
@ 13,15 GET B9
@ 13,28 GET A9 PICT "####.###"
@ 13,39 GET BY9 PICT "###.### %"
IF G>BY9
G=((A9/PR)/C9)*100
ENDIF
@ 17,18 SAY "SCORE = "GET G PICT "####.###"
D=((G/100)*SP*(54-SP))/(54-(400/G))
@ 18,18 SAY "NDPcal% = "GET D PICT "####.###"
PH=YP*100
@ 19,18 SAY "PROTBH = "GET PH PICT"####.###"
CH=W*100
@ 20,18 SAY "CALBH = "GET CH PICT"####.###"
PS=PR*100
@ 21,18 SAY "PROTBS = "GET PS PICT"####.###"
CS=Q*100
@ 22,18 SAY "CALBS = "GET CS PICT"####.###"
@ 23,18 SAY "HQBH(%) = "GET X PICT"####.###"
@ 24,18 SAY "P% = "GET SP PICT"####.###"
SET INTE ON

```

A N E X O 3

PROGRAMA DE CONVERSION DE B.S. A B.H.

```
SET TALK OFF
SET ECHO OFF
SET STAT OFF
SET SCOR OFF
DO WHILE .T.
CLEAR
@1,20 SAY "Fecha: "+DTC(DATE())
@1,40 SAY "Hora: "+TIME()
bsEM=0.0
bsPO=0.0
bsHU=0.0
bsCC=0.0
bsLDE=0.0
bsAZU=0.0
bsLCT=0.0
bsSOY=0.0
hEM=0.0
hPO=0.0
hHU=0.0
hCC=0.0
hLDE=0.0
hAZU=0.0
hLCT=0.0
hSOY=0.0
FH=0.0
@ 2,12,14,60 BOX
@ 3,25 SAY "INGRESO DE DATOS"
@ 4,15 SAY "PORCENTAJE"
@ 5,15 SAY "INGRESE % bs EXTR.MALT      =" GET bsEM PICT
"###.##"
@ 6,15 SAY "INGRESE % bs POLEN          =" GET bsPO PICT
"###.##"
@ 7,15 SAY "INGRESE % bs HUEVO          =" GET bsHU PICT
"###.##"
@ 8,15 SAY "INGRESE % bs COCOA          =" GET bsCC PICT
"###.##"
@ 9,15 SAY "INGRESE % bs LECHE DESC.    =" GET bsLDE PICT
"###.##"
@ 10,15 SAY "INGRESE % bs AZUCAR RUB.   =" GET bsAZU PICT
"###.##"
@ 11,15 SAY "INGRESE % bs LECITINA      =" GET bsLCT PICT
"###.##"
@ 12,15 SAY "INGRESE % bs PROT. DE SOYA=" GET bsSOY PICT
"###.##"
READ
TOT=bsEM+bsPO+bsHU+bsCC+bsLDE+bsAZU+bsLCT+bsSOY
@13,15 SAY "TOTAL----->=" GET TOT PIC
"###.##"
@ 14,12,35,60 BOX
@ 15,20 SAY "HUMEDAD DE LOS INGREDIENTES"
@ 16,20 SAY "PORCENTAJE"
```

```

@ 17,15 SAY "INGRESE HUMEDAD EXTR. MALTA =" GET hEM PICT
"###.###"
@ 18,15 SAY "INGRESE HUMEDAD POLEN =" GET hPO PICT
"###.###"
@ 19,15 SAY "INGRESE HUMEDAD HUEVO =" GET hHU PICT
"###.###"
@ 20,15 SAY "INGRESE HUMEDAD COCOA =" GET hCC PICT
"###.###"
@ 21,15 SAY "INGRESE HUMEDAD LECHE DESC. =" GET hLDE PICT
"###.###"
@ 22,15 SAY "INGRESE HUMEDAD AZUCAR RUB. =" GET hAZU PICT
"###.###"
@ 23,15 SAY "INGRESE HUMEDAD LECITINA =" GET hLCT PICT
"###.###"
@ 24,15 SAY "INGRESE HUMEDAD PROT.DE SOYA=" GET hSOY PICT
"###.###"
READ
CLEA GETS
CLEAR
Fh=(bsEM/(100-hEM))+ (bsPO/(100-hPO))+ (bsHU/(100-hHU))
+(bsCC/(100-hCC))+ (bsLDE/(100-hLDE))+ (bsAZU/(100-hAZU))
+(bsLCT/(100-hLCT))+ (bsSOY/(100-hSOY))
BhEM=(bsEM*100)/(100-hEM)*Fh
BhPO=(bsPO*100)/(100-hPO)*Fh
BhHU=(bsHU*100)/(100-hHU)*Fh
BhCC=(bsCC*100)/(100-hCC)*Fh
BhLDE=(bsLDE*100)/(100-hLDE)*Fh
BhAZU=(bsAZU*100)/(100-hAZU)*Fh
BhLCT=(bsLCT*100)/(100-hLCT)*Fh
BhSOY=(bsSOY*100)/(100-hSOY)*Fh
@ 2,12,16,62 BOX
@ 4,17 SAY "LA FORMULACION EN BASE HUMEDA ES LA SIGUIENTE"
@ 6,44 SAY "PORCENT."
@ 8,22 SAY "EXTRACTO DE MALTA =" GET BhEM PICT
"###.###"
@ 9,22 SAY "POLEN =" GET BhPO PICT
"###.###"
@ 10,22 SAY "HUEVO FRESCO =" GET BhHU PICT
"###.###"
@ 11,22 SAY "COCOA EN POLVO =" GET BhCC PICT
"###.###"
@ 12,22 SAY "LECHE DESCREM. POLVO =" GET BhLDE PICT
"###.###"
@ 13,22 SAY "AZUCAR RUBIA =" GET BhAZU PICT
"###.###"
@ 14,22 SAY "LECITINA NO PASTEU. =" GET BhLCT PICT
"###.###"
@ 15,22 SAY "PROT. DE SOYA =" GET BhSOY PICT
"###.###"
TOT=BhEM+BhPO+BhHU+BhCC+BhLDE+BhAZU+BhLCT+BhSOY
@ 16,22 SAY "TOTAL----->=" GET TOT PICT
"###.###"
READ
CLEAR GETS
R=" "

```

```
@ 23,61 SAY "REPETIR?(S/N): " GET R  
READ  
IF R <> "S"  
EXIT  
ENDIF  
ENDDO
```

A N E X O 4

COMPOSICION NUTRITIVA RECOMENDADA PARA MEZCLAS
RICAS EN PROTEINAS

Componentes	Unidades por 100 g
Proteína	Por lo menos 20 g
Grasa	La mayor cantidad posible hasta 10 g
Fibra cruda	No más de 5 g
Humedad	De preferencia 5 - 10 g
Total de cenizas	No más de 5 g
Cenizas insolubles en ácido	No más de 0.05 g
Vitamina A	1300 UI (como palmitato de vitamina A, equivalentes a 400 mcg retinol)
Tiamina	0.3 mg
Riboflavina	0.4 mg
Niacina	5.0 mg
Folato	0.2 mg
Vitamina B12	2.0 mg
Acido ascórbico	20.0 mg
Vitamina D	400.0 UI
Calcio	10.0 mg (como fosfato o carbonato)
Hierro	10.0 mg (como compuesto de calidad alimentaria con suficiente hierro utilizable)
Yodo	100.0 mcg (como yodato o yoduro)

Fuente: **FAO/OMS, (1972).**

A N E X O 5

FORMATO 1

FICHA DE PRUEBA DE DIFERENCIA

Nombre: Lugar:

Fecha: Hora:

Producto:

Instrucciones:

Califique el color, olor, sabor, consistencia y grado de dulzor de las tres muestras presentadas, usando la siguiente escala:

Excelente : 5
Muy bueno : 4
Bueno : 3
Regular : 2
Malo : 1

MUESTRAS	CARACTERISTICAS SENSORIALES		
	COLOR	CONSISTENCIA	APARIENCIA GRAL.
48			
23			
59			

OBSERVACIONES:

.....

.....

A N E X O 6

FORMATO 2

FICHA PRUEBA DE PREFERENCIA

Nombre: Lugar:

Fecha: Hora:

Producto:

Instrucciones:

Califique el color, olor, sabor, consistencia y grado de dulzor de las tres muestras presentadas, usando la siguiente escala:

- Excelente : 5
- Muy bueno : 4
- Bueno : 3
- Regular : 2
- Malo : 1

MUESTRAS	CARACTERISTICAS SENSORIALES			
	COLOR	OLOR	SABOR	CONSISTENCIA
48				
23				
59				

OBSERVACIONES:

.....

.....

A N E X O 7

FORMATO 3

FICHA DE PRUEBA DE ACEPTABILIDAD

Nombre: Lugar:

Fecha: Hora:

Producto:

Instrucciones:

Se le está presentando tres muestras de alimentos instantáneos, marque con una X su preferencia.

E S C A L A	M U E S T R A S		
	28	15	75
Me gusta mucho			
Me gusta un poco			
No me gusta			

OBSERVACIONES:

.....

.....

A N E X O 8

DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EL SECADO DE LAS MEZCLAS

	T1	T2	T3
L0	LOT1	LOT2	LOT3
L1	L1T1	L1T2	L1T3
L2	L2T1	L2T2	L2T3

Donde: T1, T2 Y T3 = Tiempos de secado (30, 45 y 60 minutos)

L0, L1 Y L2 = Temperatura de secado (80, 90 y 100 °C)

Variables respuestas = % de humedad y % de proteína

* Resultados de las observaciones de las mezclas después del secado

VARIABLE HUMEDAD

MEZCLA	TEMP. (°C)	T I E M P O S D E S E C A D O								
		a1			a2			a3		
I	b1	22,53	22,25	21,97	20,38	20,40	20,42	16,60	16,65	16,70
	b2	16,75	16,24	15,73	12,23	12,20	12,17	8,51	8,48	8,45
	b3	5,51	5,25	4,99	3,25	3,28	3,31	3,10	3,02	2,94
II	b1	20,02	20,34	20,66	18,23	18,00	17,77	15,12	15,14	15,16
	b2	15,52	15,25	14,98	11,21	11,05	10,89	8,10	8,02	7,94
	b3	5,35	5,45	5,55	3,31	3,25	3,19	3,08	3,00	2,92
III	b1	22,01	21,78	21,55	19,30	19,34	19,38	15,20	15,25	15,30
	b2	15,73	15,25	14,77	10,20	10,05	9,90	7,39	7,45	7,51
	b3	5,50	5,85	5,90	3,00	3,20	3,40	2,90	2,95	3,00

VARIABLE PROTEINA

MEZCLA	TEMP. (°C)	T I E M P O S D E S E C A D O								
		a1			a2			a3		
I	b1	10,74	10,78	10,82	12,40	12,32	12,24	13,21	13,10	12,99
	b2	13,22	13,15	13,08	14,31	14,25	14,19	16,31	16,25	16,19
	b3	17,48	17,45	17,42	18,51	18,48	18,45	18,58	18,61	18,64
II	b1	9,79	9,75	9,71	11,91	11,84	11,77	13,10	13,14	13,18
	b2	14,20	14,12	14,04	15,31	15,10	14,89	16,31	16,38	16,45
	b3	17,40	17,35	17,30	18,21	18,38	18,55	18,53	18,62	18,71
III	b1	10,81	10,78	10,75	12,21	12,01	11,81	13,21	13,16	13,11
	b2	14,01	13,98	13,95	16,21	16,15	16,09	16,29	16,35	16,41
	b3	18,31	18,25	18,19	19,20	19,22	19,24	19,21	19,48	19,75

Donde: a_i = Tiempos de secado (30, 45 y 60 minutos)

 b_i = Temperatura de secado (80, 90 y 100 °C)

* Interpretación estadística del Cuadro de la variable humedad para la mezcla I. Para dicho efecto se ha confeccionado la siguiente tabla de totales, para la interacción a₁ x b₁.

	a1	a2	a3
b1	66,75	61,20	49,95
b2	48,72	36,60	25,44
b3	15,75	9,84	9,06

* Cálculos estadísticos para el ANVA

a. Término de Corrección (Tc)

$$Tc = \frac{(22,53+22,25+ \dots + 3,02+2,94)^2}{3 \times 3 \times 3} = 3871,457$$

b. Suma de Cuadrados del total (SCT)

$$SCT = 22,53^2 + 22,25^2 + \dots + 3,02^2 + 2,94^2 - T_c = 1290,501$$

c. Suma de cuadrados de tratamientos (Sct)

$$Sct = \frac{(66,75^2 + 48,72^2 + \dots + 25,44^2 + 9,06^2)}{3 \times 3} - T_c = 1289,665$$

d. Suma de cuadrados del error (SCE)

$$SCE = SCT - Sct = 0,8362$$

e. Suma de cuadrados de A (SCA)

$$SCA = \frac{(66,75 + 48,72 + 15,75)^2 + (61,2 + 36,6 + 9,84)^2 + (49,95 + 25,44 + 9,06)^2}{3 \times 3} - T_c$$

$$SCA = 121,527$$

f. Suma de cuadrados de B (SCB)

$$SCB = \frac{(66,75 + 61,20 + 49,95)^2 + (48,72 + 36,6 + 25,44)^2 + (15,75 + 9,84 + 9,06)^2}{3 \times 3} - T_c$$

$$SCB = 1141,521$$

g. Suma de cuadrados de la interacción AB (SCAB)

$$SCAB = Sct - SCA - SCB = 26,617$$

MEZCLA I:

ANALISIS DE LA VARIANZA-VARIABLE HUMEDAD:

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft(5%)
Tratamiento					
A	2	121,5268	60,7634	1307,99	3,55 **
B	2	1141,5213	570,7606	12286,16	3,55 **
AB	4	26,6171	6,6543	143,24	2,93 **
Error	18	0,8362	0,0464		
TOTAL	26	1290,5014			

** Altamente significativo

ANALISIS DE LA VARIANZA-VARIABLE PROTEINA:

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft(5%)
Tratamiento					
A	2	21,7445	10,8722	2803,73	3,55 **
B	2	170,1501	85,0750	21939,12	3,55 **
AB	4	3,8613	0,9653	248,94	2,93 **
Error	18	0,0698	0,0038		
TOTAL	26	195,8256			

** Altamente significativo

PROMEDIO DE LAS INTERACCIONES

Variable Humedad

	a1	a2	a3
b1	22,25	20,40	16,65
b2	16,24	12,20	8,48
b3	5,25	3,28	3,02

Variable Proteína

	a1	a2	a3
b1	10,78	12,32	13,10
b2	13,15	14,25	16,25
b3	17,45	18,48	18,61

* Cálculo del error standar (Sd)

- Para la humedad : $Sd = (C.M.E./r)^{0.5} = (0,8362/3)^{0.5} = 0,52795$

- Para la proteína: $Sd = (C.M.E./r)^{0.5} = (0,0698/3)^{0.5} = 0,15253$

MEZCLA II:

ANALISIS DE LA VARIANZA-VARIABLE HUMEDAD:

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft(5%)
Tratamiento					
A	2	111,8338	55,9169	1793,48	3,55 **
B	2	874,7795	437,3897	14028,89	3,55 **
AB	4	18,8601	4,7150	151,23	2,93 **
Error	18	0,5612	0,0312		
TOTAL	26	1006,0346			

** Altamente significativa

ANALISIS DE LA VARIANZA-VARIABLE PROTEINA:

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft(5%)
Tratamiento					
A	2	24,2163	12,1081	2115,98	3,55 **
B	2	193,2213	96,6106	8441,71	3,55 **
AB	4	3,7717	0,9429	82,42	2,93 **
Error	18	0,2060	0,0114		
TOTAL	26	221,4153			

** Altamente significativa

PROMEDIO DE LAS INTERACCIONES

Variable Humedad

	a1	a2	a3
b1	20,34	18,00	15,14
b2	15,25	11,05	8,02
b3	5,45	3,25	3,00

Variable Proteína

	a1	a2	a3
b1	9,75	14,84	13,14
b2	14,12	15,10	16,38
b3	17,35	18,38	18,62

* Cálculo del error standar (Sd)

- Para la humedad : $Sd = (C.M.E./r)^{0.5} = (0,5612/3)^{0.5} = 0,432512$

- Para la proteína: $Sd = (C.M.E./r)^{0.5} = (0,2060/3)^{0.5} = 0,262043$

MEZCLA III:

ANALISIS DE LA VARIANZA-VARIABLE HUMEDAD:

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft(5%)
Tratamiento					
A	2	150,3068	75,1534	1886,69	3,55 **
B	2	985,7213	492,8606	12373,07	3,55 **
AB	4	25,1507	6,2877	157,85	2,93 **
Error	18	0,7170	0,0398		
TOTAL	26	1161,8958			

** Altamente significativa

ANALISIS DE LA VARIANZA-VARIABLE PROTEINA:

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft(5%)
Tratamiento					
A	2	19,1498	9,5749	670,98	3,55 **
B	2	220,5006	110,2503	7726,02	3,55 **
AB	4	2,2372	0,5593	39,19	2,93 **
Error	18	0,2568	0,0143		
TOTAL	26	242,1444			

** Altamente significativa

PROMEDIO DE LAS INTERACCIONES

Variable Humedad

	a1	a2	a3
b1	21,78	19,34	15,25
b2	15,25	10,05	7,45
b3	5,85	3,20	2,95

Variable Proteína

	a1	a2	a3
b1	10,78	12,01	13,16
b2	13,98	16,15	16,35
b3	18,25	19,22	19,48

* Cálculo del error standar (Sd)

- Para la humedad : $Sd = (C.M.E./r)^{0.5} = (0,7170/3)^{0.5} = 0,488876$

- Para la proteína: $Sd = (C.M.E./r)^{0.5} = (0,2568/3)^{0.5} = 0,292570$

Resumen de la Prueba de Comparación Múltiple de Duncan

MEZCLA I:

Variable humedad:

Factor tiempo de secado (A):

a1 a2 a3

Factor temperatura de secado (B):

b1 b2 b3

Interacción (AB):

a1b1 a2b1 a3b1 a1b2 a2b2 a3b2 a1b3 a2b3 a3b3

Variable proteína:

Factor tiempo de secado (A):

a1 a2 a3

Factor temperatura de secado (B):

b1 b2 b3

Interacción (AB):

a1b1 a2b1 a3b1 a1b2 a2b2 a3b2 a1b3 a2b3 a3b3

MEZCLA II:

Variable humedad:

Factor tiempo de secado (A):

a1 a2 a3

Factor temperatura de secado (B):

b1 b2 b3

Interacción (AB):

a1b1 a2b1 a3b1 a1b2 a2b2 a3b2 a1b3 a2b3 a3b3

Variable proteína:

Factor tiempo de secado (A):

a1 a2 a3

Factor temperatura de secado (B):

b1 b2 b3

Interacción (AB):

a1b1 a2b1 a3b1 a1b2 a2b2 a3b2 a1b3 a2b3 a3b3

MEZCLA III:

Variable humedad:

Factor tiempo de secado (A):

a1 a2 a3

Factor temperatura de secado (B):

b1 b2 b3

Interacción (AB):

a1b1 a2b1 a3b1 a1b2 a2b2 a3b2 a1b3 a2b3 a3b3

Variable proteína:

Factor tiempo de secado (A):

a1 a2 a3

Factor temperatura de secado (B):

b1 b2 b3

Interacción (AB):

a1b1 a2b1 a3b1 a1b2 a2b2 a3b2 a1b3 a2b3 a3b3

