

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Industrias Alimentarias

**Departamento Académico de Ciencia, Tecnología
e Ingeniería de Alimentos**



**“ ELABORACION Y APLICACION DE MEZCLAS
ALIMENTICIAS A PARTIR DEL NELEN,
SUBPRODUCTO DEL ARROZ (Oryza
sativa L.) Y FRIJOL DE PALO
(Cajanus cajan L.) ”**

T E S I S

**PARA OPTAR EL TITULO DE
Ingeniero en Industrias Alimentarias**

PRESENTADA POR:

MARIA ANTONIETA TERRONES CULQUI

Tingo María -Perú

1992



Universidad Nacional Agraria de la Selva

TINGO MARIA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público, el día miércoles 31 de mayo de 1,989, a horas 06.30 p.m. en el Laboratorio de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco; para calificar la tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Industrias Alimentarias, Sra. MARIA ANTONIETA TERRONES CULQUI, cuyo título es:

**"ELABORACION Y APLICACION DE MEZCLAS ALIMENTICIAS A PARTIR DEL HELEN,
SUBPRODUCTO DEL ARROZ (Oryza sativa L.) y FRIJOL DE PALO
(Cajanus cajan L.)".**

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas, la declararon APROBADO, con el calificativo de MUY BUENO. En consecuencia la bachiller MARIA ANTONIETA TERRONES CULQUI, queda apta para recibir el Título de INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS, por el Consejo Universitario, de conformidad con el Art. 22 de la Ley Orgánica de la Universidad Peruana 23733; con los Arts. 43 y 45 del Estatuto de la U.N.A.S.; con los Arts. 95 y 96 del Reglamento General de la U.N.A.S.

Tingo María, Junio 02 - 1989.


Ing^o LAURIANO ZAVALA DE LA CRUZ
Vocal


Ing^o EDUARDO CACERES ALMENARA
Vocal




Ing^o MARGARITA RUZER PALOMINO
Patrocinadora


Ing^o MARGARITA RUZER PALOMINO
Patrocinadora



DEDICATORIA

A mi madre MARIA FRANCISCA por su amor, su sacrificio y sabios consejos.

A mis hermanos: INES CRISTINA, CESAR RICARDO Y JUAN LUIS, con todo cariño mi profundo agradecimiento.

A mi esposo JUAN PABLO y a mis hijos: CINDY KAROL, LETYCIA WOJTYLA POLANY y JUAN PABLO SEGUNDO, mi profundo amor por sus cariños y sacrificios.

A PATHY ARELI por su apoyo y comprensión.

A la memoria de mi padre GILBERTO.

A mis hermanos: CESAR ANIBAL, CARLOS GILBERTO e ISAIAS EMILIO, con mucho cariño.

MI SINCERO AGRADECIMIENTO

- AL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (CONCYTEC) por el apoyo económico otorgado para la realización del presente trabajo de investigación.
- A la ESTACION EXPERIMENTAL AGROINDUSTRIAL, La Molina, Lima (EX-INDDA), por brindar las facilidades para el desarrollo de este estudio, en especial a la Dra. Luisa Herrera, Ings. Nancy Fuentes, Isabel Kamishikiriyo, Brom. Raúl Olivares y personal Técnico, en especial a los Srs. Castellano, Trinidad y Oroche.
- A la CENTRAL DE COOPERATIVAS AGRARIAS DEL HUALLAGA (CECOAH) y a ECASA de Aucayacu por las facilidades para el procesamiento del arroz y obtención del Melén.
- A la Srta. Ms. MARGARITA RUNZER PALOMINO en calidad de Patrocinadora; por su gran orientación, con capacidad y responsabilidad, que ha conllevado a la realización y culminación del presente trabajo de investigación.
- Al Ms. Tito A. Hernández Terrones, con mucho respeto y admiración; al Ms. Walter Ríos y a la Q.F. Carmen Arana.
- En la UNA, La Molina, a la Dra. Ana María Muñoz de Maguiña, al Dr. Méd. Vet. César Huapaya, y Técnicos Sr. Mauro Ayala y Sr. Homero Morales.
- A los Ingenieros Juan Lao, Rafael Gallo, Teófilo Contreras, a la Econ. Rosa Rimapa y a Flor Terrones.
- A todas las personas que han contribuido de una u otra manera, para hacer posible la culminación de este estudio.

INDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCION.	16
II. REVISION DE LITERATURA.	18
A. Aspectos generales del estado nutricional.	18
B. Generalidades del arroz (<u>Oryza sativa</u> L.).	22
1. Características y estructura del grano.	22
2. Producción nacional.	25
3. Industrialización del arroz.	26
4. Composición química y nutricional del arroz.	31
5. Composición química y nutricional del ñelén.	33
6. Utilización del ñelén.	35
C. Generalidades del frijol de palo (<u>Cajanus cajan</u> L.).	41
1. Producción de frijol de palo en el Perú.	42
2. Composición química y nutricional.	42
D. Harinas precocidas.	46
1. El almidón y sus propiedades.	46
2. Métodos de precocción.	48
3. Métodos para medir el grado de modificación del almidón.	49
E. Mezclas vegetales de adecuado valor nutricional.	51
1. Mezclas alimenticias a base de cereales y leguminosas.	52

2. Formulación de mezclas alimenticias. Método del Cómputo Químico.	54
3. Algunas investigaciones y desarrollo de mezclas alimenticias en Latinoamérica.	55
4. Necesidades alimentarias y calidad nu- tricional de las mezclas.	57
F. Evaluación biológica de las mezclas.	63
III. MATERIALES Y METODO.	66
A. Materias primas.	66
B. Equipos y materiales.	67
C. Descripción del proceso.	69
1. Pruebas preliminares y definitivas.	69
2. Etapas del procesamiento.	70
3. Obtención de materias primas.	70
4. Elaboración de harinas crudas.	71
5. Elaboración de harinas precocidas.	73
6. Obtención de mezclas de harinas preco- cidas.	78
7. Balance de materia prima.	83
D. Métodos analíticos de control.	83
1. Análisis químico proximal.	83
2. Análisis físicos y químicos.	84
3. Análisis microbiológicos.	86
4. Evaluación biológica.	86
E. Pruebas de aplicación experimental.	90
1. Evaluación sensorial.	91

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.	93
A. Materias primas utilizadas.	93
1. Composición química proximal.	94
2. Granulometría del ñelén.	97
B. Elaboración de harinas crudas.	98
1. Elaboración de harina cruda de ñelén.	98
2. Elaboración de harina cruda de frijol de palo.	103
C. Análisis y evaluaciones de las harinas crudas.	105
1. Composición química proximal.	105
2. Análisis físicos y químicos.	105
D. Elaboración de harinas precocidas.	108
1. Elaboración de harina precocida de ñelén.	108
2. Elaboración de harina precocida de frijol de palo.	111
3. Balance de materia.	113
E. Análisis y evaluaciones de las harinas pre- cocidas.	117
1. Composición química proximal.	117
2. Análisis físicos y químicos.	118
F. Obtención de las harinas mezclas precocidas.	141
1. Formulación de las mezclas.	141
2. Selección de las mezclas.	141
3. Mezclado.	145
G. Análisis y evaluaciones de las mezclas alimenticias.	145

1. Composición química proximal.	146
2. Análisis físicos y químicos.	149
3. Análisis microbiológicos.	160
4. Evaluación biológica.	161
H. Pruebas de aplicación experimental.	171
1. Evaluación sensorial.	171
V. CONCLUSIONES.	178
VI. RECOMENDACIONES.	180
VII. RESUMEN.	181
VIII. BIBLIOGRAFIA.	185
IX. ANEXOS.	194

INDICE DE CUADROS

Número	Página
1. Porcentaje de familias que no satisfacen ni el 90% de sus asignaciones en calorías según tipo de residencia en el Perú, 1972.	22
2. Producción nacional total de arroz y ñelén.	27
3. Composiciones típicas y calidad protéica de diferentes cereales.	32
4. Valor nutritivo de la proteína del arroz.	32
5. Composición de los gérmenes del arroz.	34
6. Diferentes denominaciones de algunos subproductos del arroz y su composición química proximal.	36
7. Composición química proximal del salvado de arroz y de los residuos de blanqueado y de pulido.	37
8. Producción nacional de frijol de palo en grano verde y seco, durante los años 1979 a 1984.	43
9. Composición química bromatológica teórica del frijol de palo comparado con otras leguminosas.	44
10. Mezclas protéicas desarrolladas en algunos países de Latinoamérica.	56
11. Estimación de las necesidades de aminoácidos en diferentes edades (mg/Kg por día).	61
12. Comparación de distribuciones recomendadas de necesidades de aminoácidos con la composición de proteínas animales de buena calidad.	62
13. Condiciones de tratamiento térmico y equipos utilizados en la precocción del frijol de palo.	79

14. Contenido de proteínas y aminoácidos esenciales del ñelén y frijol de palo. Referencia propuesta FAO/OMS.	80
15. Composición química proximal de las materias primas.	95
16. Composición química proximal de dos muestras de ñelén de la zona de Selva, Iquitos (ÑIq) y Tarapoto (ÑTr).	97
17. Granulometría del ñelén obtenido en el molino.	98
18. Clasificación-Selección del ñelén en el Carter.	100
19. Material retenido del ñelén (Ña) en las diferentes mallas del plansifter.	101
20. Composición química proximal de las diferentes fracciones del ñelén.	102
21. Composición química proximal de las harinas crudas de ñelén y frijol de palo.	106
22. Composición química proximal de las harinas precocidas de ñelén y frijol de palo.	118
23. Controles físico-químicos de las harinas precocidas de ñelén y frijol de palo.	120
24. Determinación del tamizado y del módulo de finura de las harinas precocidas de ñelén y frijol de palo.	122
25. Medición del color de las harinas crudas, precocidas y mezclas precocidas del ñelén y frijol de palo.	124
26. Índice de absorción y solubilidad en agua de	

las harinas precocidas de ñelén y frijol de palo.	126
27. Resultados de velocidad de flujo en las harinas crudas, precocidas y mezclas precocidas del ñelén y frijol de palo, y de la actividad ureásica.	128
28. Variaciones en la viscosidad y temperatura de gelatinización, de suspensión de harinas crudas, precocidas y mezclas precocidas a partir de ñelén y frijol de palo.	134
29. Contenido de aminoácidos esenciales de los alimentos que componen la mezcla alimenticia.	142
30. Valoración del contenido de aminoácidos en combinaciones de las mezclas ñelén-frijol de palo.	143
31. Contenido de aminoácidos esenciales de las mezclas alimenticias seleccionadas.	144
32. Conversión de gramos de proteína a gramos de alimento en las mezclas seleccionadas.	146
33. Composición química proximal de las mezclas alimenticias seleccionadas A' y A.	147
34. Controles físicos y químicos de las harinas mezclas precocidas A' y A.	151
35. Cantidad de harina mezcla precocida, para la preparación de papilla, puré y sopa crema.	160
36. Análisis microbiológico de las mezclas precocidas seleccionadas (A' y A).	161
37. Composición porcentual de las raciones formula-	

das para la determinación del índice de relación de eficiencia protéica (PER) en la mezcla precocida A'.	163
38. Resultados promedios de la determinación del índice de eficiencia protéica (PER) en la mezcla precocida A'.	164
39. Ganancia de peso promedio durante el experimento (PER).	167
40. Resultados promedios para la determinación de la digestibilidad y valor biológico del nitrógeno en la mezcla precocida A'.	168
41. Composición porcentual de las raciones formuladas para la determinación de la utilización protéica neta (NPU) en la mezcla precocida A'.	169
42. Resultados promedios para la determinación de la utilización protéica neta (NPU) en las muestras: mezcla precocida A', ración aprotéica y proteína patrón.	170
43. Valores promedios y calificativos obtenidos en la evaluación sensorial del panel entrenado.	173
44. Valores promedios de aceptabilidad obtenidos del panel no entrenado.	174
45. Análisis de variancia (ANVA) del puntaje obtenido según escala hedónica facial.	176
46. Resultados de significación de la prueba de DUNCAN para la fuente de variación edad.	177

INDICE DE FIGURAS

Número	Página
1. Estructura del grano de arroz (<u>Oryza sativa</u> L.).	24
2. Diagrama de flujo preliminar de operaciones para la obtención de las harinas crudas de ñelén y frijol de palo.	72
3. Diagrama de flujo de operaciones para la obtención de harinas y mezclas precocidas a partir de ñelén y frijol de palo.	75
4. Diagrama de flujo definitivo para la obtención de harina cruda de ñelén.	104
5. Diagrama de flujo definitivo y balance de materia para la obtención de harina precocida de ñelén.	114
6. Diagrama de flujo definitivo y balance de materia para la obtención de harina precocida de frijol de palo.	115
7. Características de Flujo de Suspensión de harinas crudas y precocidas de ñelén (var. Perú) y de frijol de palo.	129
8. Características de Flujo de Suspensión de harinas precocidas de ñelén (mezcla de variedades de arroz).	130
9. Características de Flujo de Suspensión de harinas precocidas de frijol de palo con tratamiento térmico en exhauster.	131
10. Variaciones de la viscosidad en las etapas de	

calentamiento, a temperatura constante y enfriamiento en la harina cruda de ñelén (var.Perú).	136
11. Variaciones de la viscosidad en las etapas de calentamiento, a temperatura constante y enfriamiento en la harina precocida de ñelén (var.Perú).	137
12. Variaciones de la viscosidad en las etapas de calentamiento, a temperatura constante y enfriamiento en la harina cruda de frijol de palo.	130
13. Variaciones de la viscosidad en las etapas de calentamiento, a temperatura constante y enfriamiento en la harina precocida de frijol de palo.	139
14. Características de Flujo de Suspensiones de harinas (mezclas precocidas).	153
15. Variaciones de la viscosidad en las etapas de calentamiento, a temperatura constante y enfriamiento en la harina mezcla cruda A'c .	156
16. Variaciones de la viscosidad en las etapas de calentamiento, a temperatura constante y enfriamiento en la harina mezcla precocida A'p .	157
17. Variaciones de la viscosidad en las etapas de calentamiento, a temperatura constante, y enfriamiento en la harina mezcla precocida Ap.	158

INDICE DE ANEXOS

Número	Página
1. Figura 1. Flujo de operaciones para la obtención de arroz pilado y subproductos en el molino CECOANI.	175
2. Métodos analíticos para la medida del grado de modificación del almidón en harinas precocidas.	176
3. Modelo de los Tests para la evaluación sensorial de papilla, puré y sopa crema.	179
4. Figura 2. Modelo del Test para la evaluación sensorial con niños y niñas. Escala Hedónica facial.	202
5. Formulación y forma de preparación de papilla, puré y sopa-crema.	203

I. INTRODUCCION.

El Perú es considerado dentro de los países cuyos índices de pobreza son los más elevados, y varían entre 37 a 65% de la población total (48), uno de cada dos niños está malnutrido y de cada diez mujeres embarazadas y lactantes, siete sufren de anemia nutricional, Casalino(18). Cifras que seguramente se han incrementado, como consecuencia de la aguda crisis económica por la que atravieza el país.

Científicos de Alimentos tratan de desarrollar tecnologías tendientes a suministrar fuentes baratas de proteínas suficientemente apetitosas para complementar la dieta de los pobres, es así como se viene adoptando posibles alternativas de solución tales como la recuperación de proteínas en el trigo, arroz, cereales de mayor producción mundial, ya que las proteínas presentes en las capas exteriores del grano son de mejor calidad que las del endospermo, y que dichas capas se encuentran en gran proporción en subproductos de molinería.

El proceso de pilado de arroz, genera diversos subproductos, entre ellos el ñelén, que en su mayor parte se emplea en la alimentación animal. Los estudios realizados demuestran que podría ser utilizado con mayores ventajas en fórmulas alimenticias para niños. Además, entre las diversas leguminosas que existen en la zona de Selva, se encuentra el frijol de palo, el cual aparte de su disponibilidad y de poseer buenas características nutriciona-

les, ofrece óptimas perspectivas de difusión. Investigaciones anteriores han demostrado que las mezclas alimenticias cereal-leguminosa, logran una complementación en sus aminoácidos limitantes, proporcionando así un alimento de mejor valor nutritivo. Se ha visto por conveniente realizar el estudio para la obtención de una mezcla alimenticia óptima a base de ñelén y frijol de palo, en tal sentido, la presente investigación plantea como objetivos los siguientes:

A. Objetivo General:

- Presentar una alternativa alimentaria al obtener un producto de buena calidad con incidencias en sus propiedades nutricionales, aprovechando la disponibilidad de la materia prima y promoviendo la utilización de subproductos de industrialización.

B. Objetivos Específicos:

- Realizar el estudio técnico para la obtención de harina precocida a partir de ñelén, para su posterior mezclado con harina precocida de frijol de palo.
- Determinar la formulación adecuada de las mezclas de harinas precocidas obtenidas en base a aminogramas.
- Determinar las características de las mezclas mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos.
- Evaluar la calidad nutritiva de la mezcla en base a análisis biológicos.
- Estudiar la aplicación y forma de uso de las mezclas obtenidas mediante análisis sensorial.

II. REVISION DE LITERATURA.

A. Aspectos Generales del Estado Nutricional.

Se insiste en afirmar que la adecuada alimentación de la población es una de las condiciones para lograr el desarrollo pleno de las facultades físicas y mentales de cada uno de los individuos, JUNAC(37). La vida de cada persona, su desarrollo y la forma en que se interrelaciona y se adapte en un ambiente específico, son diferentes de las de cualquier otro individuo, y el estado de su salud física y mental, siempre está condicionado por sus antecedentes biológicos, Beal(10).

La desnutrición es el factor que más contribuye a la mortalidad infantil en los países en vías de desarrollo, donde mueren 40.000 niños por día y otros tantos millones viven enfermos en la pobreza. En América Latina es la causa de un 57% de las defunciones en niños de 1 a 4 años de edad, de más del 50% de muertes en edad de lactancia y de 50 a 75% de fallecimientos en el primer mes de vida, y es probable que la información acerca de la mortalidad infantil no sea muy exacta, en muchos casos los niños que mueren al día siguiente de su nacimiento no se registran, Berg(13).

La desnutrición de la madre incrementa la proporción de recién nacidos con bajo peso y con desarrollo fisiológico deficiente. En la embarazada

adolescente, muy frecuente en el medio rural, también hay riesgo de peso bajo del recién nacido, por encontrarse ésta todavía en etapa de crecimiento y sus requerimientos son mayores que los de una embarazada adulta, y la madre en periodo de lactancia demanda mayor proporción de alimentos que esta última, Madrigal(41).

Por otra parte, la desnutrición hace que algunas enfermedades infantiles normalmente pocos graves lleguen a ser mortales, como las infecciones respiratorias y gastrointestinales, Berg(13). Anualmente la diarrea provoca la muerte de cuatro millones 600 mil niños (4.600.000) en los países del tercer mundo. Cada día mueren en América Latina tres mil niños menores de cinco años a causa de enfermedades respiratorias o gastrointestinales. Un niño nacido en un país en desarrollo tiene 10 veces más probabilidades de morir antes de cumplir un año, que aquél nacido en un país industrializado.

La pobreza es definida además por la carencia de los servicios más elementales, tales como: agua y desagüe, salud, educación, empleo estable entre otros. En el Perú, en 1981 el servicio de agua por red pública beneficiaba un poco más de 7 millones de habitantes (42% de la población total). El servicio de desagüe por red pública beneficiaba a un poco más de 5 millones de habitantes, existiendo este servicio sólo en el área urbana, INE(35).

La salud del poblador peruano comenzó a deteriorarse desde la época de la conquista, tanto por las epidemias, como por resultado del sistema de explotación humana, se inició la reducción de la población a centros poblados con lo que se incrementó el efecto de los contagios, se deterioraron las condiciones de salud e higiene y la población nativa comenzó a carecer de la complementariedad de alimentos. La razón del buen estado de salud precolombina, se debió en gran parte a la política de complementariedad de alimentos, impuesta por los incas, en la que un sistema de mitimaes permitía a un enclave consumir los productos obtenidos en regiones distintas. Uniase a esta práctica la Ley de la Hermandad, la que al establecer un sistema de seguridad obligaba a la ayuda mutua, por lo que no había enfermos ni impedidos que se quedaran sin cosechas, Antunez(5).

En 1972 se consideró como el año de mejor situación nutricional del poblador peruano, Antunez(6), año en el que el consumo en calorías llegó a 2438 diarias (el comité FAO/OMS estableció el consumo calórico en América Latina de 2383 calorías diarias). Este había sido el único momento durante el cual se cumplió con la norma individual, pero no superó la norma colectiva, que debe ser en 10% a la individual, Mergara(64). Este momento, un poco más de la mitad de las familias peruanas no llegaban a satisfacer, ni siquiera, el 90% de calorías que necesitaban, y un poco más del tercio, estaban en

situación similar con respecto al consumo de las proteínas, Cuadro 01. El déficit real protéico debe ser mayor porque cuando existe un déficit en el consumo calórico, automáticamente el organismo utiliza a las proteínas como fuente de energía complementaria, y entonces se reduce el nivel de consumo real proteico. Es por lo tanto, más recomendable medir la situación nutricional a través de los efectos en la salud de las personas, que medir la cantidad de calorías y nutrientes que ingieren diariamente, Amat y León(2).

En 1973 se demostró que el Perú ostentaba el más alto número de muertes por desnutrición, tenía el 21,9%, Bolivia el 15,4%, Venezuela el 11,4% y Chile el 6,2%.

En 1980 en el Perú, los niños en edad preescolar, menores de 5 años, fue 2,8 millones, de los cuales 1,2 millones estaban desnutridos y sólo el 0,07 millones eran atendidos por acción del gobierno.

En el país se requiere una educación básica en nutrición, debiendo ésta iniciarse en las Escuelas y deberán llegar también a los padres, a la familia y a la comunidad en general, Bengoa(12); King(39); Wight(57). Se debe usar los medios de comunicación actuales para difundir los conocimientos sobre la salud, alimentación, nutrición y ponerlo al alcance de todos.

Es necesario la búsqueda de nuevas fuentes de

CUADRO 01: Porcentaje de familias que no satisfacen ni el 90% de sus asignaciones en calorías y proteínas según tipo de residencia en el Perú. 1972.

AREA DE RESIDENCIA		CALORIAS	PROTEINAS
Regiones	Costa	45	29
	Sierra	56	44
	Selva	57	37
Tipo de Localidad	Lima Metropolitana	39	16
	Grandes ciudades	56	33
	Centros poblados	49	31
	Area rural	54	43
PERU		52	36

FUENTE: El agro en cifras. Maletta et al (s.f.) citado por Vergara(64).

proteínas y orientar hacia el consumo de alimentos no tradicionales de alto valor nutritivo y de bajo costo, como las mezclas vegetales.

B. Generalidades del Arroz (*Oryza sativa* L.).

El arroz es un cereal cuya importancia es reconocida tanto a nivel mundial como nacional, cuyo cultivo se tiene referencia en Asia desde 2.000 años a.c. Se explotan millares de variedades (sobre 8.000 en la India y 3.500 en las Islas Filipinas), Leandro(40).

1. Características y Estructura del Grano.

El grano de arroz recién recolectado o arroz con

cáscara, difiere de los demás cereales porque está envuelto por un hollejo constituido por dos cáscaras duras, unidas por los bordes. Este hollejo, junto con el germen y las capas de salvado, se elimina durante el proceso de pilado, Jamieson y Jobber(36).

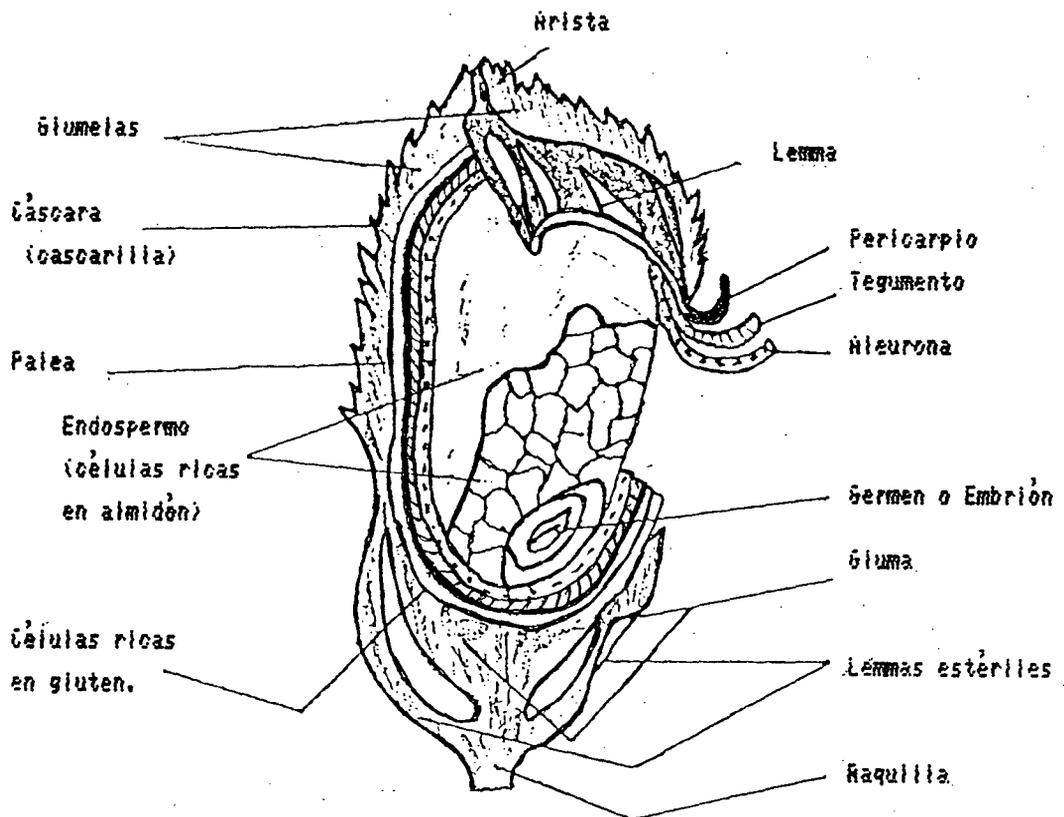
En la Figura 1, se puede apreciar la estructura del grano de arroz, cuyas cubiertas protectoras: Pericarpio, Tegumento y Aleurona o Cutícula son desprendidos y se separan del endospermo durante el descascarillado y el pulido. El grano de arroz Integral, debe su nombre a que aún conserva el pericarpio.

a. Envoltura o Cáscara. Constituida por la lemma y la palea con sus estructuras asociadas (raquilla, lemmas estériles y aristas).

1). Pericarpio. Cubierta protectora de color pardo, conocido como salvado, rico en aceite, proteínas, sales minerales y vitaminas, Rafols(55).

2). Tegumento y Aleurona o Cutícula. Que representan una cubierta interna del grano, es de color más claro y que también se separan durante el pulido, constituye un 10% del salvado total separado, y que contiene un 85% de aceite, 10% de proteína, 80% de tiamina, 70% de materias minerales y fibra bruta, 50% de riboflavina y 65% de niacina, Rafols(55).

b. Germen o Embrión. Se encuentra en el lado ventral



FUENTE: Guía de Estudio CIAT, citado por Maldonado(43) y Rafols(55).

FIGURA 1: Estructura del grano de arroz (*Oryza sativa* L.).

del cariósido. Es la parte más rica en nutrientes como ácidos grasos, aminoácidos, enzimas. Ocupa el 5% del volumen del grano, Barrera(9).

c. Endospermo. Es el cuerpo del grano, consiste principalmente en gránulos de almidón envueltos en una matriz proteínica, células ricas en almidón, además de azúcares, grasas, fibra cruda y materia inorgánica. El endospermo o arroz pilado constituye el 68 a 72% del volumen total del grano, Maldonado(45), Barrera(9).

2. Producción Nacional.

El consumo de arroz en el Perú data de la colonia, época en la cual se inicia su cultivo en los principales valles de la Costa Norte, D'Phelan (50). El cultivo del arroz en el país tiene ya una tradición, principalmente en los valles costeros del Norte y del Sur (Arequipa), así como Jaén, Bagua y los departamentos de Selva Baja, principalmente San Martín, Loreto y Ucayali.

Aunque los rendimientos en la Costa son altos (5,6 Ton/Ha), el potencial para incrementar la producción arrocerá está limitado por la escasez de agua y tierra. Por lo tanto, la producción futura dependerá mayormente de la expansión de nuevas áreas, en incrementos de productividad en Selva.

En la zona de San Martín, Loreto, Ucayali y Huánuco se cultiva Cica 8, Perú 65, Inti Carolino, Huarangopampa,

Africano desconocido, O'Phelan(50).

La producción de arroz para 1983 a 1991 podemos observar en el Cuadro 02, donde se puede apreciar que a partir de 1983 la tendencia parecía ir camino al abastecimiento. Más aún, en 1984 la producción récord de 1.140.558 permitió el estokeamiento para asegurar la atención al mercado interno durante 1985. En contraste, en 1986 dada la escasez en el mercado nacional, se ha autorizado a ECASA a importar 140.000 T.M. de arroz por cuenta del estado, O'Phelan(50).

3. Industrialización del Arroz.

El producto obtenido por el orizocultor, no es utilizable directamente para el consumo humano. El grano está revestido de sus envolturas (o glumelas) engastadas una a otra, que constituye el "paddy" (padi, palay, "arroz en paja", o arroz vestido como se le conoce), Angladette(4).

El Proceso de Molinería. Comprende cuatro operaciones fundamentales:

- Limpieza de arroz. Esto es separado de terrones, pedazos de tallo, hojas, semillas de maleza y otras materias extrañas.

- Descascarado. O sea la remoción de la cáscara del grano de arroz.

CUADRO 02: Producción nacional de arroz y helén.

AÑO	SUPERFICIE COSECHADA Has.	RENDIMIENTO Kgrs./Ha.	PRODUCCION T.M.	HELEN ¹ T.M.
1983 ²	193.652	4.161	805.334	5.641
1984	241.218	4.729	1.140.559	7.994
1985	192.711	4.557	878.279	6.149
1986	161.153	4.585	725.915	5.831
1987	229.465	5.893	1.169.680	8.138
1988	219.247	5.151	1.129.248	7.985
1989	213.313	5.117	1.091.438	7.648
1990	194.758	5.229	966.181	6.763
1991*	159.348	5.142	814.163	5.699

1. Considerado el 0.7%
 2. Años 1983 y 1984 según PERU(53).
- * Preliminar.

FUENTE: Boletín Estadístico del Cultivo del Arroz. Oficina de Estadística Agraria-OEA. Ministerio de Agricultura y Alimentación. Perú. Enero, 1992.

- Pulido del arroz. Consiste en quitar los residuos de la cáscara, el pericarpio, el tegumento, la aleurona y el embrión.

- Clasificación de los granos. Esto es separar los enteros de los partidos.

La industrialización del arroz puede ser efectuada industrial o semiindustrial, o a nivel doméstico Angladette(4). El arroz descascarillado, tal como sale del descascarillador, es llamado "arroz cargo". Los rendimientos obtenidos a partir del proceso descrito se diferencian según la región de donde procede y se

transforme el grano, O'Rhelan(50).

ARROZ CORRIENTE	COSTA %	SELVA %	
	Jaén-Bagua		
- Arroz pilado	69,0	67,0	
- Polvillo	4,0	5,0	
- Melén	0,5	0,7	
- (Cáscara de arroz)	26,5	27,3	Waldonado(42)

a. Los productos resultantes. Del procesamiento del arroz en cáscara se obtienen los siguientes:

1). Arroz Moreno. Miene a ser el arroz descascarado o sin pulir (arroz integral). Este producto conserva las proteínas, grasas, vitaminas y minerales que existen en células que constituyen la cutícula, teniendo a su vez un menor costo de procesamiento, ya que suprime el blanqueado y lustrado.

2). Arroz Blanco o Pulido. Es el arroz del cual se han eliminado las cáscaras y la cutícula mediante el blanqueado y el pulido, Succar(61).

Por otra parte, arroz "parbolizado" es el arroz vaporizado en cáscara y luego de secado es sometido al procesado, resultando ser un arroz más rico en componentes solubles en agua que pasan del germen y la aleurona a la porción farinácea del endospermo, Leandro(40).

b. Sub-Productos. Los subproductos del arroz son de

gran importancia económica e industrial, debido a su composición y al volumen de producción.

En el curso de las operaciones, vemos que van produciendo subproductos más corrientemente utilizados para la alimentación de los ganados y en avicultura, Angladette(4), y en la elaboración de cerveza, Succar(61).

Según las normas ITINTEC, citado por Succar(61), se define como:

1). Polvillo. Al subproducto del arroz que deriva del proceso de pilado, estando constituido por fracciones de cutícula, embrión y otras partes del grano que no sea cáscara.

2). Arrocillo. Es el producto formado íntegramente por granos quebrados, libres de ñelén y de Polvillo. Su composición química es la misma que el arroz pilado o blanco.

3). Ñelén. Es la fracción de grano menor de 1/4 del tamaño normal del grano entero y que atravieza el tamiz ITINTEC Nº 12 de 1,68 mm de diámetro.

El ñelén está formado por fragmentos angulosos de arroz propiamente dichos; o sea del endospermo y de color blanco claro, y de germen o embriones desprendidos del grano de arroz, enteros o fragmentos de color cremoso.

4). Pajilla. Este subproducto constituye la

cáscara del grano, Succar(65).

Angladette(4) manifiesta que son de origen y composición diversos y se trata de:

- * **Salvado.** Mezcla de salvados formados en particular por cascarilla y de harinas bajas de descascarillado, recogidas después de descascarillar el paddy.

- * **Residuos de blanqueado,** o harinas bajas y blanqueado.

- * **Los residuos sobrantes del pulido.** Resultantes de esta operación que es la última que se efectúa.

Mientras que GUERRA y JAFFE(32), denominan a uno de los subproductos del arroz:

Salvado. Que la definen como la harina de las pulturas del arroz. Esta constituido por el germen, capa de aleurona, residuos finos de cáscara, algunos granos partidos y harina del endospermo, que se desprende durante la pulitura de arroz descascarado. El salvado representa del 8-15 % de peso del arroz paddy. Tiene un color que varia del crema al marrón y un sabor débilmente dulce.

La producción de sub-productos está en función directa de la producción de arroz. La producción del Melén es de gran importancia económica e industrial, debido principalmente a su composición y el volumen de producción, lo cual podría ser utilizado en la alimentación humana, Fuentes(32). Constituye el 1% del

grano de arroz. ECASA entidad que comercializa este subproducto exige a los molinos un mínimo de 0,7 % de hielén del peso total de arroz en cáscara que ingresa a pila. En el Cuadro 2 se muestra la producción nacional de hielén para 1983 a 1991.

4. Composición Química y Nutricional del Arroz.

El arroz está constituido por carbohidratos, proteínas, lípidos, minerales, vitaminas y componentes orgánicos menores. Dentro de los carbohidratos el almidón es el principal constituyente del arroz, se localiza exclusivamente en el endospermo y representa el 90% en el arroz pulido, Vivas(66).

En comparación con otros cereales, el arroz tiene un valor calórico elevado y aunque su nivel protéico es ligeramente bajo, su calidad es la mejor dentro de la proteína de los cereales en razón de un mejor balance de aminoácidos esenciales, Cuadros 3 y 4.

El arroz no solamente es una importante fuente de almidón, su básico constituyente, sino aunque en pequeña cantidad de proteínas, minerales y vitaminas, pero son importantes debido a la cantidad de arroz que se come. La principal proteína es la orizenina, que es una globulina. El contenido de aceite en el arroz es bajo, representa el 2% en el arroz moreno y el 0,3% en el arroz pulido.

Las vitaminas se encuentran en mayor proporción en

CUADRO 03: Composiciones típicas y calidad protéica de diferentes cereales.

GRANO	HUME DND	CARBOHI DRATO.	PROTEI NRS.	PROT. ¹ TOTAL	GRASA	FIBRA No D.	CALO ² RHS	PER ³
Malz	11	72	10	7-13	4	2	352	1,85
Trigo	11	69	13	10-15	2	3	348	1,41
Avena	13	58	10	8-14	5	10	317	-
Sorgo	11	70	12	-	4	2	348	1,87
Cebada	14	63	12	10-16	2	6	320	-
Centeno	11	71	12	9-14	2	2	321	-
Arroz	11	65	8	8-14	2	9	310	2,15
-Endospermo ⁴	-	78,7	6,5	-	0,7	1,6	347	2,10

FUENTE: Potter (54).

1. Datos de Rafols (55).
2. Calorias por 100 g.
3. Bressani (1972) citado por Vivas (66).
4. UNMSM (1975), Citado por Barrera (9).

CUADRO 04: Valor nutritivo de la proteína del arroz.

DETERMINACION	ENDOSPERMO	GERMEN
Valor biológico	64,88	78,1
Digestibilidad	97,98	86,9
NPU	57,28	67,9
PER	2,18	2,5*

* IMIT (1974), Citado por Vivas (66).

FUENTE: FAO (1970), Citado por Succar (61).

el arroz moreno que en el arroz pulido, localizándose la mayor proporción en las capas de aleurona. Las vitaminas presentes en el arroz son: tiamina, riboflavina y niacina. La composición de los minerales del arroz varía con la

composición del suelo, en el cual crecen el arroz.

Las proteínas del arroz es deficiente en lisina y treonina, y es relativamente rica en aminoácidos azufrados.

El valor nutritivo del arroz está evidentemente determinado por su composición química. Varía según las variedades, las modalidades de cultivo y el mayor o menor grado de industrialización a que se le somete; hay que tener presente además que las diversas partes del grano poseen valores nutritivos muy diferentes, Angladette(4).

El germen de arroz se caracteriza por su gran riqueza en proteínas y lípidos, y por un bajo contenido de glúcidos en comparación con la almendra, Cuadro 5. Al igual que la composición ácido-amínica de las proteínas del germen es diferente de las que tienen las proteínas de la almendra. El germen es rico en vitaminas del complejo B y en tocoferol, Leandro(40).

5. Composición Química y Nutricional del Arroz.

Las diversas partes del grano poseen valores nutritivos muy diferentes. Primero se pensaba que los elementos nutritivos estaban uniformemente distribuidos en todo el grano.

Analizando el grano capa por capa, blanqueando por etapas se llegó a demostrar que las capas externas de la

CUADRO 05: Composición de los gérmenes del arroz.

	PROTIDOS *	LIPIDOS	CELULOSA	GLUCIDOS **	CENIZAS	HUMEDAD
Gérmenes de:						
Arroz Italia	21.31	20.55	3.94	33.27	7.93	13.00
Arroz Sud-Vietnam	19.62	33.18	4.22	34.49	4.50	5.89

* Prótidos totales.

** No incluye la celulosa.

FUENTE: Angladette(4).

cariópside difieren considerablemente en su composición química y valor nutritivo. De ellas las más externas son de alto contenido de fibra, mientras las más internas (el germen incluido), son ricas en proteínas, grasas y vitaminas.

El ñelén contiene los gérmenes desprendidos del grano de arroz, ya que por lo general éstos no se separan y se los encuentran mezclados al salvado y a las harinas bajas de arroz descascarillado, así como también con los residuos de blanqueo, por lo tanto el ñelén no es el germen del arroz como lo manifiesta Guzmán *et al*(33).

El valor químico y nutricional del ñelén, es mayor que el del arroz pulido, ofreciendo buenas perspectivas para aprovecharlo en la alimentación humana.

Los porcentajes altos de grasa en el ñelén son debidos principalmente a la fracción lipídica proveniente del germen que lo acompaña, de las trazas de polvillo que

el helen arrastra, y los de fibra, debido principalmente a los residuos celulósicos que lo acompañan.

En los Cuadros 6 y 7, se muestran la diversidad en la composición química de los subproductos del arroz, influenciado tanto por la variedad del arroz de donde provienen, como por el grado de industrialización a que se somete el grano.

Como se indicó, el arroz debe someterse a un procesado. A diferencia del trigo que en su mayor parte se convierte en harina, la mayor parte del arroz se consume en forma de granos intactos, desprovistos de la cáscara y el germen; como en el caso del trigo, cuanto mayor sea el grado de pulimento, menor será el contenido restante de proteínas, vitaminas y minerales. Tratándose del arroz es grave porque éste constituye el artículo base de la dieta de poblaciones enteras, Potter(54).

En muchos pueblos del Asia, la alimentación a base de arroz descascarado, provocaba otro flagelo terrible, el BERIBERI, por falta de la vitamina B1 o tiamina, Leandro(40).

6. Utilización del helen.

La utilización de los subproductos del arroz ofrece buenas perspectivas dadas sus características químicas y nutricionales. Se usa en la industria de alimentos para animales, pero podría tener un mejor aprovechamiento si se

CUADRO 06: Diferentes denominaciones de algunos subproductos del arroz y su composición química proximal.

SUBPRODUCTOS	ANALISIS (%)					
	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CENIZA	FIBRA	NIFEXT
Salvado de arroz ¹						
- Sin desgrasar	8,6-9,6 (8)	11,1-15,3 (8)	18,8-19,2 (8)	5,6-8,5 (1)	3,1-9,3 (8)	61,6-36,1
- Desgrasado	8,6-10,0 (8)	12,5-19,3 (8)	8,9-1,5 (8)	6,8-10,6 (8)	2,2-9,1 (7)	69,8-58,5
Rice bran ²	9,00	12,70	13,70	11,60	11,60	41,40
Brewers rice ²	11,00	7,60	8,70	8,90	8,60	79,30
Pulimento de arroz ³	10,00	11,90	13,20	8,00	3,00	54,00
Salvado con germen de arroz ³	9,00	13,50	15,10	10,90	11,00	48,50
Harinilla ⁴	9,39	12,91	15,13	7,33	13,54	41,38
Puliduras ⁴	8,70	11,40	8,79	5,36	2,01	63,74

FUENTE:

1. Guerra y Jaffé(32).
 2. N.R.C.(47).
 3. Tablas de composición de alimentos de EE.UU. y Canadá 1975.
 4. Guzmán et al(33).
- (No.) indica número de muestras analizadas.

CUADRO 07: Composición química proximal del salvado de arroz y de los residuos de blanqueado y de pulido.

SUBPRODUCTOS	ANÁLISIS (%)					
	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CENIZA	FIBRA	NIFEXT
* Salvado o harinas bajas de descascarillado.						
Francia (Var. Barilla)	13,30	10,07	3,70	16,50	21,00	27,11
Italia	13,30	11,60	9,90	17,30	19,30	42,00
Sud-Vietnam (medio 50 vars.)	11,72	10,90	7,70	14,30	17,10	50,00
* Residuos de blanqueo (Sud-Vietnam)						
1er. cono	11,40	14,20	10,50	7,90	7,20	52,30
2do. cono	11,74	13,20	12,90	5,40	2,90	65,60
Mezcla	11,60	13,90	16,30	6,90	5,60	57,40
* Subproducto de pulido						
Francia	-	11,75	9,50	4,91	2,45	63,94

FUENTE: Angladette(4).

utilizará para consumo humano.

El ñelén en el país, prácticamente todo era absorbido por las fábricas de cerveza en la Costa, quedando en la Selva grandes volúmenes sin aprovechar, pequeños volúmenes son destinados a la alimentación del ganado.

Por una serie de inconvenientes como la baja calidad del ñelén ofrecido a las fábricas de cerveza y, el hecho de que mientras el ñelén requiere de un tratamiento especial para ser utilizado como adjunto, el Gritz, un preparado de maíz partido molido, es empleado directamente tal como lo presentan los proveedores, lo que ha provocado, entre otros aspectos, que las fábricas recurran a la utilización del maíz en lugar del ñelén como adjunto para la elaboración de la cerveza, como se comprobó al visitar la fábrica de Cerveza Cristal, Rimac, Lima.

La utilización del ñelén en la elaboración de la cerveza podría representar hasta el 35% del total de materias primas. El otro 65% (por Ley) corresponde a la malta de cebada(26).

Una mayor preocupación y esmero de los productores o molineros de arroz, podría permitir que la industria cervecera consuma anualmente toneladas de ñelén como adjunto que necesita. Un análisis de ñelén ideal para ser empleado en la fabricación de cerveza, sería: humedad

10,5%; proteínas 7,0%; grasa 0,5%; extracto 85%. En lo que a su tamaño se refiere debe cumplir con los siguientes requisitos: sobre malla 10 (hilos/pulgada²) 0,00%; sobre malla 16, 20,00% ; sobre malla 22, 60%; sobre malla 32, 16,00%; a través de malla 32, 4,00% y no debe contener harina fina o a través de malla 60 (26).

La harina de pulimento de arroz, "raspado", "pulido" o "salvado", en los EE.UU. y el Japón, constituye un material apreciado para la obtención de aceite comestible de alta calidad y cera, pero la riqueza de estos residuos de blanqueo en lípidos constituye un inconveniente para su almacenamiento prolongado, Angladette(4); el aceite se enrancia por acción de enzimas lipolíticas, se producen ácidos grasos libres y deterioran algunas vitaminas y aminoácidos. La aplicación del calor para inactivar las enzimas lipolíticas estabilizan y así facilitan el almacenamiento, y se utiliza para la producción de aceite comestible de buena calidad, Guerra y Jaffé(32). Esta estabilización debe realizarse en el mismo momento de su producción en el molino. Según Cordero(21), las condiciones de inactivación usadas difieren ampliamente, y los resultados son muchas veces discordantes, así, las temperaturas propuestas oscilan entre 70 y 200°C y los tiempos hasta 3 y 6 horas.

En el Brasil obtienen como subproducto el "Farelo"

de arroz compuesta de aleurona, germen y endospermo (8%). En el "Farelo" de arroz, en virtud de la desintegración del germen, esas enzimas están en contacto directo con las sustancias nutritivas particularmente el aceite sobre el cual actúan la peroxidasa y la lipasa. Esta última, produciendo la hidrólisis del aceite, con la formación de ácidos grasos libres, el que puede aparecer en las primeras horas de almacenamiento del "Farelo" en un aumento de 1% de acidez por hora, Costa(20). Contiene cerca de 15 a 20% de aceite comestible que puede ser extraído y refinado, dando un producto de alta calidad con propiedades y usos comparables a los del maíz y algodón, Vitti(65).

En molino se obtiene alrededor del 10% de harina de pulimento, del total de arroz paddy y el contenido promedio de aceite en este residuo es del 15%, Cáceres(17). En el Perú considerando la producción nacional de arroz para 1991 de 814.168 ton., se tendría 81.417 Ton. de salvado de arroz, de los cuales se obtendría 12.213 Ton. de aceite, considerando un aprovechamiento neto del 80% el país tiene una riqueza no explotada de 9.770 Ton. de aceite, así como la recuperación de cera, producto que en la actualidad tiene gran demanda.

Estos subproductos del arroz se utilizan en la alimentación de animales, en la fabricación de vino y, en algunos países para la preparación de platos caseros; para

la preparación de alcohol y otros licores de destilación a partir de granos dañados, no utilizados para alimentar ganado, Leandro(40); Mendoza(45).

C. Generalidades del Frijol de Palo.

El frijol de palo cuyo nombre científico es Cajanus cajan, es una leguminosa que tiene procedencia Africana, Ruiz(59). Aunque también señala, que otros autores la definen como originaria de la India.

Vargas(1953), citado por Ruiz(59), luego de los estudios realizados en el Perú, llega a la conclusión que el nombre vulgar de esta leguminosa es el de "Frijol de Palo", recibiendo sin embargo otras denominaciones en la Costa Norte como las de frijol "de toda la vida", frijol mantecoso, frijol palillo; en la zona del Huallaga Central se le conoce como "Pushpo poroto".

El Cajanus cajan según Box(16), tiene como sinonimia las siguientes denominaciones:

Español : Quinchoncho, frijol de árbol y gandul.

Francés : Cajan cajan, pois cajan.

Inglés : Cajan pea, grandull, Peageon pea.

Es una especie arbustiva erecta, crece en cualquier suelo y madura rápidamente. Su producción se inicia de 8 a 10 meses después de la siembra y puede durar hasta 5 años; la planta puede alcanzar una altura de tres metros.

El fruto de frijol de palo está constituido por vainas aplanadas que tienen una longitud de tres a cinco centímetros y un ancho aproximado de un centímetro. Las semillas se encuentran en un número de tres a cinco unidades por vaina, son de forma esférica con un diámetro de 8 a 10 mm, Box(16). El color de las semillas es blanco cremoso con manchas rojizas muy pequeñas. En la zona de Tingo Maria, se encuentran de diferentes colores, Meza(46), las hay de color blanco cremoso sin y con manchas rojizas muy pequeñas y grandes.

1. Producción de frijol de palo en el Perú.

En el Cuadro 8, se muestra los datos estadísticos de la superficie cultivada, rendimiento y producción del frijol de palo en grano verde y seco en el Perú, durante los años de 1979 a 1984. A la fecha no se encuentran tabulados los datos del Anuario de Estadística Agrícola, Perú.

2. Composición Química y Nutricional del Frijol de Palo.

Las leguminosas son muy ricas en proteínas, y éstas son además de alto valor biológico comparados con los cereales y otros vegetales, Leandro(40). Las proteínas de las leguminosas son las que más se acercan en calidad nutricional a las proteínas de origen animal, Daza(23).

En el Cuadro 9, se presenta la composición química-

CUADRO 08: Producción Nacional de frijol de palo en grano verde y seco, durante los años de 1979 a 1984.

AÑO TOTAL NAC.	SUPERFICIE CULTIVADA (Ha)	RENDIMIENTO (Kg/ha)	PRODUCCION T.M.
GRANO VERDE			
1979	205	1,676	344
1980	538	1,269	683
1981	465	1,290	600
1982	388	1,269	492
1983	296	1,257	372
1984	427	1,402	599
GRANO SECO			
1979	329	1,033	359
1980	298	983	278
1981	274	1,099	302
1982	229	1,056	243
1983	253	925	233
1984	259	932	241

FUENTE: Anuario de Estadística Agrícola PERU, 1979, y Estadística Agraria Perú, 1980 - 1984(53).

bromatológica del frijol de palo y su comparación con otras leguminosas, observándose un buen contenido protéico y una fuente rica en tiamina y niacina. El frijol de palo contiene de 18,5 a 22% de proteínas. Al comparar el contenido de aminoácidos esenciales de proteína con el patrón FAO, se encontró que es deficiente en metionina-cistina y triptófano; sin embargo, es rica en lisina de la que carecen los cereales. El frijol de palo presenta

CUADRO 09: Composición Química-Bromatológica teórica del frijol de palo comparado con otras leguminosas. (Contenido en 100 gr. de la parte comestible).

ALIMENTOS COMPONENTES	FRIJOL DE PALO	CANARIO	CASTILLA	SAVO	CARROTA
<u>Comp-mayores (g)</u>					
Calorías (cal)	345,00	325,00	330,00	331,00	329,00
Agua	10,30	13,30	13,60	12,90	13,50
Proteína	19,40	20,50	22,50	19,00	21,20
Extracto etéreo	1,40	1,20	1,30	0,90	1,40
Carbohidratos	66,10	60,00	53,30	63,20	60,00
Fibra	7,90	4,20	4,70	3,60	3,50
Cenizas	3,90	4,50	3,30	4,00	3,90
<u>Minerales (mg)</u>					
Calcio	114,00	123,00	97,00	99,00	129,00
Fósforo	333,00	437,00	387,00	336,00	413,00
Hierro	2,90	7,70	7,50	6,30	9,90
<u>Vitaminas (mg)</u>					
Caroteno	0,00	0,00	0,01	-	-
Tiamina	0,04	0,47	0,50	0,30	0,32
Riboflavina	0,25	0,21	0,44	0,20	0,23
Niacina	2,95	1,60	1,57	1,36	1,75
Ac. Ascorb. red.	4,60	5,40	2,10	-	-

FUENTE: Instituto de nutrición, 1975, citado por Daza(23).

valores de NPU de 37,9 %, valor biológico de 44,6%; digestibilidad de 85% y PER de 1,72, Daza(23).

Las semillas verdes del guandú o gandul, contiene 7% de proteína cruda, 0,7% grasa, 21,7% de hidratos de

carbono, y 3,5% de fibra cruda, y se emplea como "Verduras". Sus semillas maduras (secas) son menos difundidas pero de consumo amplio en regiones limitadas, Bourges(15).

La mayoría de las legumbres contienen compuestos que pueden ser tóxicos si se les ingiere en cantidad suficiente y en algunos casos, fatal para el hombre. Al parecer éstos compuestos se vuelven inofensivas por medio de la cocción, Jamieson y Jobber(36).

BRAHAN, 1975, citado por Ruiz(59), definió como tiempo de cocción óptima para el gandul de 20 minutos a 121°C y 16 lbs/pulg² de presión, ya que mayores tiempos disminuye el valor nutritivo. Ruiz(59), encontró que el tratamiento térmico en autoclave a 121°C, 1.125 Kg/cm² de presión y en el tiempo de 15 minutos logra eliminar factores antinutricionales, que reporta en la harina cruda con 2,19 de actividad ureásica, satisfaciendo los límites normales para leguminosas en general de 0,1 a 0,3; reportado por LDAYZA (1978), citado por Ruiz(59).

DAZA(23), encuentra que la operación de extrusión elimina los factores antinutricionales de la harina cruda de frijol de palo en la medida que emplea altas temperaturas. Encontrando valores de actividad ureásica de 0,01 a 0,07; obteniendo el valor de 0,01 para la mezcla que tuvo dos tratamientos en el extrusor.

D. Harinas Precocidas.

Podría definirse como aquella harina que es sometida a un proceso de calentamiento en presencia de humedad suficiente, y como consecuencia sufre un cambio físico conocido como gelificación, por el cual el almidón de dicha harina resulta modificado, Mivas(66), complementándose la cocción por un tiempo de 5 a 10 minutos.

Son innumerables los usos que tienen estas harinas, presentan una opción interesante como vehículos transportadores de proteína y como agentes aceleradores de la preparación de alimentos tradicionales, I.I.T.(34). Estas harinas se han destinado a la industria panificadora, mezclas protéicas, productos formulados, etc.

Las harinas precocidas presentan varias ventajas, entre ellas, un menor riesgo al endurecimiento y a la infestación por insectos. Disponibilidad constante de un producto estable, más fácil de preparar.

1. El Almidón y sus Propiedades.

Los almidones son polisacáridos vegetales, son sustancias de reserva, análogos al glicógeno animal. Básicamente se reconocen dos fracciones de almidón que en la naturaleza se encuentran por lo general mezclados: La amilosa de cadena lineal, y la amilopectina, en que la cadena lineal principal se encuentra interrumpida con frecuentes ramificaciones. El arroz contiene de 15 a 35%

de amilosa y de 65 a 85% de amilopectina, Cheftel(20).

La función nutricional de los almidones es muy importante porque constituye después de la hidrólisis digestiva en glucosa, la principal fuente de calorías de la alimentación humana. Tienen un papel importante en la tecnología alimenticia, debido a sus propiedades físico-químicas y nutricionales, Cheftel(20). El almidón al estado natural no es soluble en agua fría ni presenta absorción de agua o formación de geles.

La cocción, es muy importante y determinante sobre todo en las propiedades físicas, químicas, reológicas y organolépticas, cuando el almidón se cuece en calor húmedo, los gránulos absorben agua y se hinchan y las paredes de la célula se rompen, permitiendo en esta forma un acceso más rápido a las enzimas digestivas, por lo que el almidón cocido se hidroliza más rápido, Robinson(58). La cocción ablanda las estructuras celulares y fibrosas, "gelatiniza" el almidón, por lo tanto mejora al mismo tiempo que destruye las sustancias antinutritivas o tóxicas presentes en algunas de ellas. Por esto el proceso de gelificación puede ser interrumpido o prolongado para obtener un producto parcial o completamente gelatinizado, teniendo presente que la sobrecocción así como una cocción pobre es perjudicial para el producto final. Escobedo(27).

Los almidones de algunos productos tienen la particularidad de aumentar su viscosidad en condiciones de

enfriamiento, a este fenómeno se el conoce con el nombre de retrogradación, que viene a ser un cambio que sufren los gránulos de almidón, los cuales producen y hacen que se formen agregados de grupos hidroxilicos en la amilosa y como consecuencia de esto, geles rigidos y precipitados insolubles, Vivas(66).

La temperatura de gelatinización del almidón varia según su origen vegetal, y viene a ser la temperatura en la cual el gránulo pierde toda birefringencia, la misma que ocurre durante el calentamiento en agua. Los limites de temperatura para que esto ocurra es de 50 - 80° para la mayor parte de los gránulos, Lawe 1963, citado por Rios y Kamishikiriyo(56).

Los almidones pregelatinizados hinchan directamente en el agua fria que retienen bien. Se utilizan en las salchichas y para alimentos infantiles deshidratados, de rehidratación "instantánea", Cheftel(20).

2. Métodos de Precocción.

Existen varios métodos de precocción de harinas:

- La suspensión de Gritz en agua es cocida y luego secada en secador de rodillos calentados al vapor y el producto se muele. Por la cantidad de agua evaporada el proceso es costoso.

- Otro método usa una cantidad minima de humedad a la vez que una mayor temperatura. El material húmedo se

comprime entre rodillos sólidos calentados a gas o a vapor, la humedad es baja y el tiempo de contacto con los rodillos es corto, el grado de gelificación es menor que en el proceso anterior.

- Un método más nuevo, utiliza rompimiento mecánico además de calor y presión, este es de extrusión.

- Es posible producir pregelatinización de bajo grado de modificación, sin recurrir al empleo de rodillos utilizando un escaldador al cual se inyecta vapor directo y secado con aire caliente (50°C a 60°C).

Existen procesos que combinan un tratamiento inicial de Gritz con vapor directo y un secado en rodillos. Estos métodos producen diferentes grados de modificación del almidón.

Los Gritz precocidos obtenidos por cualquiera de los procesos mencionados se someten a molienda para obtener harinas precocidas.

3. Métodos empleados para medir el grado de modificación del almidón.

Una primera etapa en la industrialización es la elaboración de productos intermedios a través de la modificación parcial del almidón. Uno de los métodos corresponde al proceso de precocción, por acción de la temperatura en presencia de humedad. Para lograr la

introducción exitosa de un producto intermedio, producido industrialmente, es necesario que este sea capaz de reproducir un mínimo de las propiedades funcionales características del alimento elaborado por métodos tradicionales. Este comportamiento funcional en el caso de las harinas precocidas depende en una alta proporción del grado de modificación del almidón, Salazar(60).

Existen pocos métodos para evaluar el grado de modificación de los productos precocidos. Los métodos existentes, en general, fueron diseñados para evaluar el daño del almidón en harina de trigo y se refieren a la medida de absorción y solubilidad en agua, consistencia de suspensiones acuosas y curvas de viscosidad en el amilógrafo.

Estos métodos físicos fueron evaluados contra el índice de dextrosa, método enzimático, químico, que mide en unidades de dextrosa la cantidad de almidón desdoblado durante el proceso, con la finalidad de indicar el método más apropiado para ejercer un control de proceso en planta, resultando ser el que mide las características de flujo de suspensiones acuosas de harinas precocidas, por dar la mejor correlación con un nivel de significación aceptable y un tiempo de duración relativamente corto, sin requerir instrumentos especiales, I.T.T.(34).

El método amilógrafo es más aplicable al estudio del comportamiento funcional de un producto dado, que a la

medida cuantitativa del grado de modificación del almidón presente, Salazar(60)

E. Mezclas vegetales de adecuado valor nutricional.

Una mezcla de alto valor nutritivo debe proporcionar una cantidad adecuada de calorías y proteínas de alto valor biológico, por otro lado todos los nutrientes, deben tener una alta digestibilidad. Las materias primas serán cultivadas en el país, o ser susceptibles a producirse. La mezcla o producto elaborado será adaptado a los hábitos existentes y tener una larga vida durante el almacenamiento, en lo posible que no requieran de refrigeración. De fácil manejo, preferible que no requiera una preparación adicional previa. De bajo costo, incluyendo la materia prima, procesamiento y comercialización, Bengoa(12). El valor proteínico de una mezcla debe considerarse junto con su valor energético, pues la utilización de la proteína depende de la satisfacción de las necesidades energéticas, FAO(29).

En la nutrición protéica hay dos factores importantes: la calidad y la cantidad de proteínas en la dieta. La calidad depende de la proteína en gran parte de como se asemeje a un molde de composición aminoácida considerado ideal (Patrón FAO). De esta manera, gracias a un conocimiento de la composición aminoácida de diversas proteínas de calidad moderada, se han podido formular alimentos adecuados que son para aumentar el valor

protéico de dietas para niños y adultos, Mivas(66).

El balance de aminoácidos, juntamente con las cantidades adecuadas que de ellos contiene el alimento, es lo que constituye el concepto de calidad proteínica, Rios y Kamishikiriyo(56). La nutrición proteínica adecuada no debe concebirse en términos de proteína total, sino más bien como el conjunto armónico de un grupo de aminoácidos reconocidos como esenciales, más o menos 60 años.

1. Mezclas alimenticias a base de cereales y leguminosas.

Las fuentes de proteína animal están fuera del alcance económico de las poblaciones, sobre todo de aquellos grupos de menores ingresos de los países en desarrollo que están haciendo esfuerzos titánicos para modernizar y elevar sus normas de vida, por lo cual puede designárseles mejor como "desarrollándose técnica o económicamente", Derrick(24). Por lo cual deben producirse alimentos a base de cereales y leguminosas que estas poblaciones están acostumbradas a consumir pero mejorándose nutritivamente lo que ayudaría a combatir la desnutrición.

Desde el punto de vista nutricional, las leguminosas por lo general son deficientes en metionina, sin embargo son consideradas como buena fuente de lisina, otro aminoácido esencial comunmente deficiente en las

proteínas de los cereales, Béhar y Bressani(11).

La leguminosa más consumida en Latinoamérica es Phaseolus vulgaris, conocida como frijol común. Hay muchas leguminosas, como por ejemplo algunas variedades de Vigna sinensis y Cajanus cajan, las cuales se encuentran entre las leguminosas no consumidas o poco consumidas en ciertas regiones: según se ha reportado, estas leguminosas no convencionales son una fuente adicional de proteínas y contienen significativamente más bajo contenido del inhibidor de tripsina y hemaglutininas. El que no se consuma o se haga en pequeñas cantidades se debe principalmente a hábitos dietéticos regionales que no las incluyen como parte de la dieta, JUNAC(38).

Por otra parte se viene realizando intentos de recuperar para el consumo humano las proteínas presentes en los subproductos de molinería, que vienen siendo utilizados para consumo animal, como el subproducto ñelén; lo cual permitiría un mejor aprovechamiento del arroz, cereal de mayor producción mundial después del trigo.

Como las proteínas en las leguminosas complementan las existentes en los cereales, resulta interesante comparar el patrón de aminoácidos del frijol de palo con el arroz y sus subproductos, siendo factible una complementación entre ellos.

El mejoramiento del valor nutritivo de una proteína puede ser logrado no sólo con la adición de aminoácidos sintéticos, sino también con la combinación de dos o más alimentos que puedan complementarse, Behar y Bressani(11).

2. Formulación de mezclas alimenticias. Método del cómputo químico.

Los productos alimenticios ricos en proteínas se formulan de modo que contengan de 16 a 25% de proteínas. Se utiliza el contenido relativo alto de proteínas de las leguminosas (18-25%), los cereales se reconocen como fuente de energía.

El método del cómputo químico o cálculo químico o cálculo matemático, es un cálculo teórico con referencia a un patrón, además teniendo en cuenta el energético, el aporte de minerales y vitaminas, esto con respecto a las necesidades nutritivas del grupo de la población a la cual se destina la mezcla. En 1973, el Comité Mixto FAO/OMS, introdujo una nueva proteína de referencia: alto porcentaje de lisina y bajo de metionina y cistina.

El cómputo químico es el que determina el aminoácido limitante en las mezclas, es aquél que muestra el menor porcentaje de cobertura, como mejor mezcla se selecciona aquélla que presenta el mayor cómputo químico con referencia a la proteína patrón.

$$\text{C\u00f3mputo qu\u00edmico} = \frac{\text{Amino\u00e1cido limitante de la mezcla (Ax)}}{\text{Amino\u00e1cido esencial, patr\u00f3n FAO est\u00e1ndard (At)}} \times 100$$

3. Algunas de las investigaciones y desarrollo de mezclas alimenticias en Latinoam\u00e9rica.

Con respecto al problema de la desnutrici\u00f3n, lo que interesa, es el aporte que las leguminosas podrian ofrecer como una de las medidas disponibles para solucionar tal problema, considerando el uso de mezclas de cereales y leguminosas, B\u00e9har y Bressani(11).

En el Cuadro 10, se reportan algunas mezclas prote\u00edcas desarrolladas por organismos o instituciones vinculadas con la prevenci\u00f3n de la desnutrici\u00f3n prote\u00edca-cal\u00f3rica infantil, que se inicia generalmente a partir del destete con el reemplazo de la leche materna por coladas, atoles y sopas a base de harina de pl\u00e1tano, f\u00e9culas, biberones de agua de panela y alimentos semejantes, ricos en carbohidratos, por lo que cobra primordial importancia el hecho de que las comunidades de bajos recursos econ\u00f3micos cuentan con alimentos de destete, ricos en prote\u00ednas y f\u00e1cilmente accesibles, B\u00e9har y Bressani(11).

La Incaparina blanca elaborada a base de harina de arroz precocido (68%), harina de soya precocida (30%) y otros agregados tiene un PER de 2,81, en contraste con el

CUADRO 10: Mezclas protéicas desarrolladas en algunos países de Latinoamérica.

PRODUCTO	COMPOSICION	CONTENIDO DE NUTRIENTES	PER	CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO
Incaparina	Hna. maíz amarillo precoc. (59 %) Hna. de algodón (21 %) Hna. de soya (20 %) Carbonato de calcio (1 %) Vitamina A (0,009%); Riboflavina U.S.; P. (0,0013%); Niacina (0,0013 %)	Calorías 338 Proteína 27 % Grasa 6,2 % Carbohidratos 57%	2,27	Para preparación de sopas coladas, refrescos, etc.
Colombiharina	Hna. de arroz (70 %); Hna. soya precoc. (30 %); Tiamina (0,0419 mg) Riboflavina (0,0260 mg). Niacina (0,311 mg); Hierro (0,272 mg); Fosfato (0,028 mg).	Calorías 355 Proteína 19,0 % Grasa 1,41 % Carbohidratos 67,5%	2,21	Mezcla vegetal
Maisoleche	Hna. maíz amarillo (60 %) Hna. soya precoc. (25 %) Leche descremada en polvo (5%) Vitaminas y minerales (2 %)	Proteína 19,2 %	2,49	Producto parcialmente precocido y puede consu- mirse después de 4-5 min. de cocimiento en forma de colados, pasteles, sopas, etc.

FUENTE: Béhar y Bressani(11); Vivas(66).

de 2,27 que acusa el tipo corriente de esta mezcla, Béhar y Bressani(11).

En Venezuela, Guerra y Jaffé(32), estudiaron el valor nutricional de cinco muestras de salvado de arroz, obtenidas de diferentes variedades. Encontraron que la concentración de nutrientes en el salvado de arroz es elevada en comparación con el arroz blanco, con considerable diferencia entre los lotes. El PER, de algunas muestras de salvado, estudiados, tienen un índice parecido al de la caseína. El aporte en vitaminas y minerales del salvado de arroz es significativo en estas fórmulas.

En el Perú se ha obtenido limitada experiencia como: la mezcla PERUVITA, a base de la harina de semilla de algodón y la quinua.

El PROTAL, concentrado protéico de semillas de algodón, utilizado como sucedáneo del trigo. En 1976, Cabieses evalúa la calidad y proporciones de diversas mezclas de harina de leguminosas, cereales y pseudocereales cultivados en el Perú, empleando la técnica del cálculo matemático fundamentado en el balance de aminoácidos esenciales. A partir de 1977 hasta la actualidad, la Estación Experimental Agroindustrial, La Molina, Lima, viene desarrollando mezclas vegetales de alto valor nutricional.

Succar(61), ha efectuado investigaciones sobre el uso de arroz, variedad Naylamp en la elaboración de fideos y su enriquecimiento con soya, utilizando asimismo el subproducto del proceso de pilado, conocido como ñelén. Las pruebas biológicas indican un PER de 1,87 y 2,27 para los fideos de ñelén y cascina, respectivamente. Los fideos de ñelén con 20% de soya alcanzan un PER de 3,67, frente a 2,7 obtenida para la caseína, superándola aproximadamente en 28%.

Ruiz(59), obtiene harina precocida de frijol de palo y lo aplica como sucedáneo del trigo en la elaboración de panes, fideos y galletas, con un 10, 20, 30% de sustitución, respectivamente; sin afectar significativamente las características organolépticas y mejorando la calidad nutritiva.

Daza(23), obtiene mezclas alimenticias a partir del frijol de palo y maíz amarillo (Zea mays L.), mezclas precocidas e instantáneas por cocción-extrusión, encontrando un nivel de proteína entre 14 y 18 % y el índice de eficiencia protéica (PER) entre 1,31 a 2,37, siendo esta última correspondiente a la mezcla instantánea, cercano a la caseína (2,53).

Tello(62), obtiene una mezcla alimenticia precocida a partir de las harinas de maíz, variedad cuban yellow, frijol de palo y con adición de la leche en polvo, reportando un PER de 2,38 y para la caseína de 2,53.

Vivas(66) obtiene mezclas precocidas por el proceso de precocción en secador de rodillos, cuyo contenido protéico eran similares 11,39; 11,51 y 10,80 para las mezclas arroz:quinua (25/75); arroz:quinua:maiz opaco-2 (12,5/12,5/75) y quinua:maiz opaco 2 (75/25), respectivamente.

Bengo(12), elabora sopas deshidratadas a partir de arroz, quinua y frijol castilla, realizando la cocción del arroz y quinua en autoclave a 115°C durante 10 minutos para el arroz y 15 min. para la quinua y el frijol castilla, cuya cocción se efectúa en agua a 100°C. Las formulaciones óptimas arroz:quinua:frijol castilla, que encontró para los niños fue de 71,5:16:12,5 y para adultos 66:30:4; cuyo contenido de proteínas fue de 13 y 11,7% y el valor de PER de 1,8 y 2,1 respectivamente, siendo 2,2 para la caseína.

4. Necesidades alimentarias y calidad nutricional de las mezcla.

Una alimentación equilibrada debe cubrir el conjunto de necesidades nutricionales del organismo. Los nutrientes son aportados por el conjunto de alimentos que nosotros ingerimos: No hay posibilidad de un alimento completo, salvo la leche materna, para el niño de pecho (menores de 12 meses), por lo que los alimentos se complementan entre si.

El organismo tiene una imperiosa necesidad de

nitrógeno y especialmente de aminoácidos indispensables. La mínima perturbación del estado nutricional protéico, puede tener consecuencias graves y frecuentemente irreversibles. En las condiciones de alimentación de los países occidentales, la necesidad protéica global es del orden de 1g./kg./dia. Naturalmente los periodos de crecimiento, gestación, lactancia, etc. originan otras necesidades suplementarias, Cheftel(20).

En el Cuadro 11, se puede apreciar las necesidades de aminoácidos en diferentes edades.

Ahora se cuenta con datos sobre las necesidades de aminoácidos en los preescolares, cuyos valores se aproximan más a los niños en edad escolar que a los de lactantes. En el informe de FAO/OMS 1973, no se da ninguna cifra para la Histidina en adultos, ahora se están acumulando pruebas de que la Histidina es también esencial para los adultos en cantidades que pueden oscilar entre 8 y 12 mg./kg.

La necesidad de aminoácidos esenciales disminuye más bruscamente a partir de la infancia, que las necesidades totales de proteínas. La proporción del total de aminoácidos (T) que se debe suministrar en forma de aminoácidos esenciales (E) (la relación E/T), disminuye con la edad, OMS(47).

El aspecto cualitativo de la necesidad reposa sobre la específica composición de las proteínas en aminoácidos.

CUADRO 11: Estimación de las necesidades de aminoácidos en diferentes edades (mg/Kg por días).

AMINOACIDOS	LACTANTES	NIÑOS		ESCOLARES		ADULTOS
	(3-4 meses)	(2 años)		(10-12 años)		(1)
	(1)	(2)	(3)	(1)	(4)	(1)
Fenilalanina + Tirosina	125	69		27	22	14
Histidina	29	?		?	?	9-2 (a)
Isoleucina	70	31		30	23	18
Leucina	151	73		45	44	14
Lisina	103	64		60	44	12
Metionina + Cistina	59	27		27	22	13
Treonina	97	37		35	29	7
Triptófano	17	12,5		4	3,3	3,5
Valina	93	38		33	25	19
TOTAL DE AMINOACIDOS ESENCIALES	714	352		261	216	94

(1) FAO/OMS, 1973

(2) PIMEDA, *et al.* 1981

(3) TORUM, *et al.*

(4) National Research Council, 1974.

(a) No está indicado en (1).

FUENTE: OMS(49).

Cheftel(20). Existe una fuente protéica cuyo equilibrio se considera como excelente: Las proteínas del huevo entero. Las proteínas de la leche, también presentan un buen equilibrio. Por eso se consideran como de referencia. El comité Mixto de Expertos, FAO/OMS (1973), propuso una combinación-tipo de aminoácidos correspondientes a una proteína ideal, de eficacia óptima que resolvería perfectamente las necesidades del hombre a las diferentes edades, Cuadro 12, Cheftel(20).

Se han producido numerosas fórmulas que ofrecen un

CUADRO 12: Comparación de distribuciones recomendadas de necesidades de aminoácidos con la composición de proteínas animales de buena calidad.

AMINOACIDO mg/g DE PROTEINA CRUDA	Lactantes Media (margen) (a)	Preescolares (2-5 años)	Escolares (10-12 años)	Adultos	COMPOSICION OBSERVADA			COMBINACION TIPO FAO (1973) mg/g PROTEINA	(1)
					Huevo	Leche de vaca	Carne de res		
Histidina	26 (19-36)	19	19	16	22	27	34	-	
Isoleucina	46 (41-53)	28	29	13	54	47	43	40	
Leucina	93 (83-107)	66	44	19	86	95	91	70	
Lisina	66 (53-76)	59	44	16	70	79	99	50	
Metionina + Cistina	42 (29-60)	25	22	17	57	33	40	35	
Fenilalanina + Tirosina	72 (68-118)	63	22	19	93	102	30	60	
Treonina	43 (40-45)	34	28	9	47	44	46	40	
Triptófano	17 (16-17)	11	9	5	17	14	12	10	
Valina	55 (44-77)	35	25	13	66	64	15	50	
TOTAL									
- Incluida Histidina	460 (409-539)	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.

(1) Cheftel(20).

FUENTE: OMS(49).

alimento nutricionalmente adecuado y, a condición de que se preparen en condiciones higiénicas y se den en las cantidades adecuadas, no hay contraindicación para el uso de tales productos. Si el producto ha de mezclarse con agua antes del consumo, el contenido mínimo de proteína no será inferior al 15% en relación con el peso en seco y la calidad de la proteína no será inferior al 70% de la calidad de la caseína, FAO/OMS(30).

F. Evaluación biológica de las mezclas.

Todo nuevo producto alimenticio desarrollado para consumo humano como fuente de proteínas y calorías, debe previamente ser evaluado en animales de experimentación por los métodos biológicos. El primer factor que condiciona la calidad nutritiva de una proteína es su propia composición en aminoácidos.

Las técnicas de evaluación oscilan desde la determinación del PER, procedimiento ampliamente usado, simple, pero limitado, hasta los ensayos múltiples, considerablemente caros y complejos. También se incluyen ensayos de complejidad moderada, tales como el NPU, ya sea por análisis de carcás o por balance de nitrógeno, Pellet y Young(51).

1. Índice de eficiencia protéica (PER).

Es la ganancia de peso por peso de proteína consumida. La dieta debe tener aproximadamente 10% de

proteína, en la que ésta es el único factor limitante del crecimiento, el valor PER obtenido al finalizar el experimento, es comparado con el valor standard de la caseína de referencia, Peralta(52).

2. Utilización proteínica neta (NPU).

Es la proporción de nitrógeno ingerido que es retenido. Si la medición de la NPU se efectúa bajo condiciones standard, con una ingestión de proteína de 10% o menor, el valor se denomina NPU standarizado. Si el alimento o dieta se suministra como tal, sin diluciones o adiciones, la NPU se denomina operativa (NPU op), Pellet y Youg(51).

3. Valor biológico (VB).

Es la proporción de nitrógeno absorbido que es retenido para mantenimiento y/o crecimiento. Si no se hacen las correcciones por pérdidas endógenas y metabólicas, el valor obtenido se denomina valor biológico aparente.

4. Digestibilidad.

Se define como la proporción de nitrógeno del alimento que es absorbido. Si no se hacen las correcciones por pérdidas metabólicas en las heces, el valor se denomina digestibilidad aparente.

Peralta(52) cita a Crampton y Harris, 1974, quienes

dan a conocer el porcentaje de digestibilidad de algunos alimentos como harina de sangre con 78%, cebada 75%, maiz amarillo 54%, trigo en grano 70%. Asimismo a Mitchell, 1927, quien menciona un valor biológico de 69% para la caseína y filete de buey; 40% para el gluten de trigo y 54% para la harina de mani entre otros. También cita a Miller y Payne, 1961, quienes comparan los valores de la proteína de diferentes dietas humanas, encontrando la NPU para las dietas: papa más carne de 55%, papa más pescado 47%, trigo más leche 44%, arroz más menestras más pescado 63% y maiz más menestras más pescado de 57%.

III. MATERIALES Y METODO.

El desarrollo del presente estudio se realizó en los Laboratorios y Plantas Pilotos de la Estación Experimental Agroindustrial, La Molina (Ex Instituto Nacional de Desarrollo Agro-Industrial - INDDA), Lima, en los laboratorios de Nutrición y de Análisis Biológicos del departamento de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

Asimismo, el procesamiento industrial del arroz paddy a fin de obtener el ñelén, se realizó en el molino de la Central de Cooperativas Agrarias del Huallaga - CECOAH, con sede en la Ciudad de Aucayacu; efectuándose los análisis físico-químicos en la materia prima, en los Laboratorios de Análisis de Alimentos y de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria de la Selva UNAS de Tingo Maria.

A. Materias Primas:

- Ñelén, subproducto de la industrialización del arroz (Oryza sativa); se recolectó en el molino de CECOAH de Aucayacu, obteniéndose dos muestras:

- * Ñelén proveniente de la industrialización del arroz, variedad Perú (ÑÑ).
- * Ñelén, proveniente de la industrialización de la mezcla de variedades de arroz, tal como se

obtiene en el molino (NB).

Frijol de palo (Cajanus cajan), conocido en la selva como "Pushpo poroto"; se utilizó la de color crema, procedente de la localidad de la Rocca, carretera Tingo María - Aucayacu.

B. Equipos y materiales.

1. De procesamiento:

- Montacarga manual RAVAGLIODI, 1/2 tonelada de capacidad, U.S.A.
- Balanza de plataforma, FAMIA Industrial S.A., 50 Kg. de capacidad. U.S.A.
- Balanza de platillos, modelo Atlas, 12,5 Kg. de capacidad.
- Clasificador y limpiador de granos. Marca Carter Day Company, modelo XT 2, serie 1274. Minnesota, 10 Kg/h de capacidad, U.S.A.
- Quebrador de granos con rodillos estriados, accionado por motor eléctrico, marca Delcrosa, 1140 RPM, tipo NV90L-a-6, 220/240 voltios, 1,2 HP., 35 Kg/h de capacidad, S/M, Perú.
- Estufa-termováscula, marca Buhler.
- Deshidratador Niro, cama fluidizada, tipo 20.5 500, Dinamarca.
- Autoclave vertical. Marca F/M/C N° 998 de 170 a 270°F y de 0 a 60 Lb/pulg² de presión.
- Exhauster. Marca Bertuzzi, Italia.

- Molino de martillos. Marca CHRISTY, serie 43036, U.S.A.
- Molino de martillos. Marca Fitz-Mill, modelo D, DAGO6, serie N° 8293, EE.UU.
- Tamizador Plansifter, Marca Buhler, tipo horizontal Tropenisolation, tipo KBF/Sn, 1.8 Kg/h de capacidad U.S.A.
- Selladora de bolsas plásticas al vacío, marca Thimoniex, modelo UV-32,6/N° 167, Francia.
- Bandejas de secado de acero inoxidable.
- Bolsas de polietileno de 4 mm. de espesor y de papel Kraff.
- Vasijas, baldes, tazones, jabs de plástico, coladeras, espátulas.

2. De análisis:

- Balanza analítica. Marca MIN, tipo L.B. 105, capacidad 1 Kg.
- Mufia. Marca Buhler.
- Centrifuga. Marca Buhler.
- Colorímetro de remisión. Marca Buhler, Tipo MLU-109
- Determinador de humedad OHAUS.
- Determinador de humedad. Marca Buhler, modelo 401/1.
- Viscoamilógrafo. Marca Brabender N° 560 tipo ACB, 220 voltios, 60 ciclos, 3 amperios, 700 cm/g USA.
- Equipo determinador de características de flujo: embudo estándar, termómetro, cronómetro, vasos

erlenmeyer, probetas, Agitador mecánico, soporte metálico, mangueras.

- Potenciómetro digital, modelo OP-2041, U.S.A.
- Incubadoras.
- Baño Maria, con termómetro graduado, marca Hemmert tipo TV 500.
- Material de vidrio, reactivos químicos, medios y caldos de cultivo.
- Animales experimentales de Laboratorio. Ratas Holtzman.
- Medidor micro hematocrito ADAMS ANTOCRIT CENTRIFUGE tubos de hematocrito, tijeras, paños y algodón.
- Cabinas de desgustación.
- Cocina, utensilios de cocina.
- Equipo de panelistas entrenados y no entrenados.

C. Descripción del proceso.

La presente investigación pretende elaborar una mezcla de harinas precocidas a base de ñelén y frijol de palo, excenta de factores antinutricionales, de buen valor nutritivo y de aceptables características sensoriales. Dicha mezcla, va destinada para el consumo del grupo más vulnerable de la población.

1. Pruebas preliminares y definitivas.

Tanto en el ñelén como en el frijol de palo se han

realizado pruebas preliminares en los diferentes experimentos efectuados, con mayor incidencia en el ñelén, materia prima que constituyó ser el de mayor estudio en el presente trabajo, a fin de encontrar los parámetros óptimos a seguirse en las pruebas definitivas.

2. Etapas del Procedimiento.

El desarrollo del presente estudio se efectuó mediante las siguientes etapas:

- a. Obtención de las materias primas.
- b. Elaboración de harinas crudas.
- c. Elaboración de harinas precocidas.
- d. Obtención de mezclas de harinas precocidas.

3. Obtención de Materias Primas.

a. **Obtención del ñelén.** El ñelén se recolectó en el molino de procesamiento del arroz de CECOAH (Aucayacu) cuyo flujo de operaciones para su obtención se muestra en el Anexo 1.

1). **Análisis granulométrico.** Las muestras del ñelén fueron sometidas al tamizador tipo U.S. Standard SIEVE SERIES, para determinar los diferentes tamaños de partículas que conforman el ñelén.

2). **Obtención del frijol de palo.** Se utilizó el de color crema, de la Rocca, Distrito José Crespo y Castillo, Provincia de Leoncio Prado.

3). Empacado. Ambas materias primas se empacaron por separado en costales de material sintético y forrado en bolsas de plástico con la finalidad de protegerlas de la contaminación e inclemencias del clima en su transporte via terrestre a la Estación Experimental Agroindustrial. La Molina, Lima, donde se realizó la obtención de las harinas.

4. Elaboración de harinas crudas.

Estas harinas se elaboraron con la finalidad de hacer comparativos con respecto a las harinas precocidas como de las mezclas de éstas. En la Figura 2, se muestran los diagramas de flujo preliminares de operaciones seguidas en la obtención de las harinas crudas de ñelén y frijol de palo.

a). Elaboración de harina cruda de ñelén. El ñelén se constituyó en la materia prima de mayor estudio en todas las operaciones seguidas.

1). Limpieza, Clasificación, Selección. Operación en la que se incidió por tratarse de un subproducto destinado en su mayor parte a la alimentación animal. Se realizaron pruebas preliminares y definitivas para la operación de limpieza, clasificación, via seca y via húmeda.

a). Por via Seca. Se utilizó el clasificador-seleccionador de granos, tipo Carter y

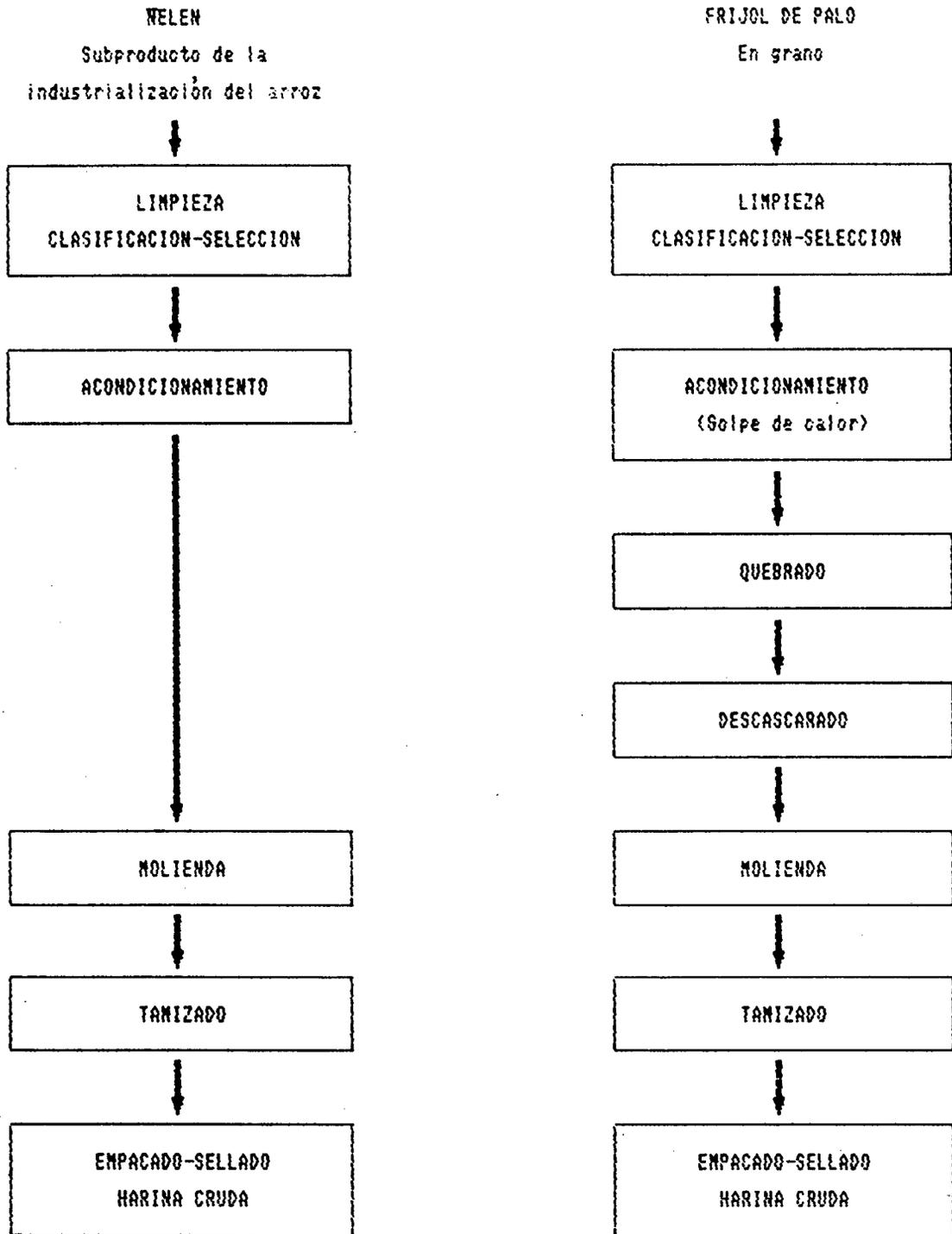


FIGURA 2: Diagrama de flujo preliminar de operaciones para la obtención de las harinas crudas de ñelén y frijol de palo.

el tamizador plansifter, con la finalidad de eliminar las impurezas de menor peso.

b). Por vía húmeda. Mediante el lavado, operación que se decidió realizar de acuerdo al resultado del análisis químico proximal efectuado en la harina cruda de ñelén, obtenida vía seca. El ñelén se lavó en recipiente con agua sometido a agitación con el fin de separar las partículas de impurezas. Llevándose a cabo con muestras que previamente fueron sometidas a limpieza vía seca y las que no lo tenían. Asimismo se efectuó el lavado con y sin escurrido luego del lavado. En todos los casos se brindó el apoyo manual a fin de eliminar las impurezas que persistían.

2). Secado. El ñelén lavado y escurrido fue secado en estufa a 55°C hasta alcanzar aproximadamente 8% de humedad.

3). Molienda y tamizado. La molienda fue realizada en el molino de martillos, y luego el tamizado en el plansifter, obteniéndose la harina cruda de ñelén, considerada desde lo que retiene la malla 10 xx.

b). Elaboración de harina cruda de frijol de palo. Las operaciones seguidas se detallan en la obtención de harina precocida de frijol de palo por ser las mismas, a excepción del lavado, precocción y secado.

5. Elaboración de harinas precocidas.

Las harinas precocidas de ñelén y frijol de palo, se procesaron mediante el flujo de operaciones que se muestran en la Figura 3.

a. Elaboración de harina precocida de ñelén. El ñelén una vez sometido a limpieza optimizada en el procesamiento de harina cruda, e inmediatamente después de lavado, fue llevado a precocción.

1). Precocción. Esta operación se realizó con vapor directo del Exhauster (100°C); por originarse de un cereal, no requieren mayores temperaturas y en base a las experiencias de procesamiento del arroz en la Estación Experimental Agroindustrial, La Molina.

a). Pruebas Preliminares. Con el fin de determinar el mejor tiempo de tratamiento térmico para la precocción. Para lo cual seis (6) muestras de ñelén (tres de ÑA y tres de ÑB) se colocaron en bandejas, con una altura de cama no mayor a 0,5 cm, las que pasaron a través de la faja transportadora automática del Exhauster, expuestas a vapor directo de 100°C y a 7, 10 y 14 minutos, determinándose el mejor tiempo de precocción en base a las características de velocidad de flujo.

2). Secado. El ñelén precocido fue colocado en el secador de cabina con lecho fluidizado con una altura de cama no mayor a 0,5 cm, a 55°C y por el tiempo necesario a fin de obtener un producto con humedad óptima para

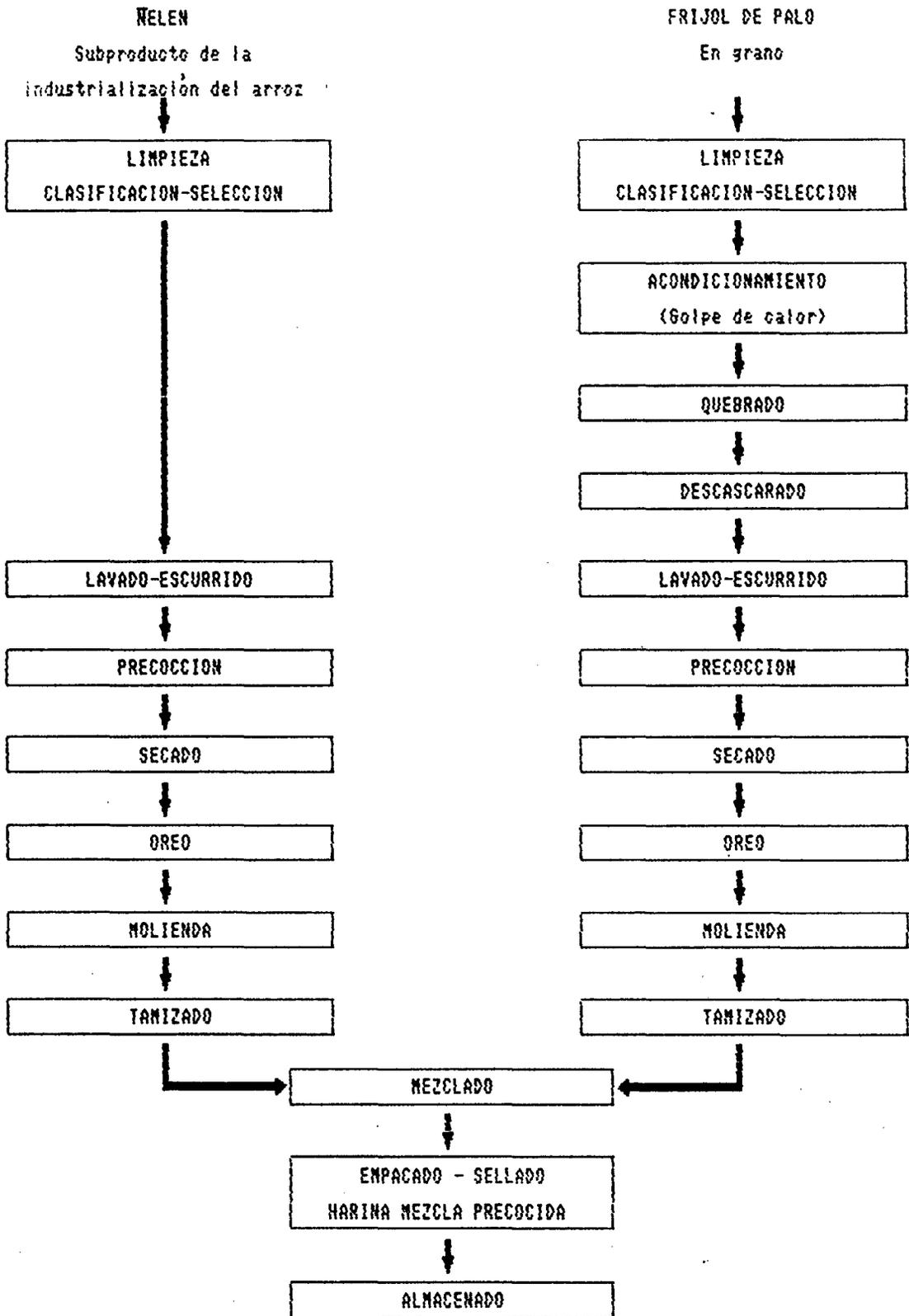


FIGURA 3: Diagrama de flujo de operaciones para la obtención de harinas y mezclas precocidas a partir de ñelén y frijol de palo.

someterse a molienda, tiempo determinado en las pruebas preliminares.

3). Oreo. El producto secado se dejó enfriar al medio ambiente, a fin de acondicionarlo para la siguiente operación.

4). Molienda. Se realizó en el molino de martillos marca Fitz/Mill, utilizándose la malla Nº 20, recomendada en la obtención de harinas.

5). Tamizado. El producto molido es pasado a través de las mallas del tamizador plansifter, determinándose utilizar a partir de lo que retiene la malla 10xx y realizándose el análisis granulométrico.

6). Empacado-Sellado. La harina precocida de ñelén se empacó en bolsas de polietileno de 4mm de espesor, sellándose en la selladora de bolsas de vacío.

b. Elaboración de harina precocida de frijol de palo. La obtención de esta harina se efectuó en base a los estudios realizados anteriormente con esta leguminosa por Ruiz, 1981, y aplicados por Daza, 1984 y Tello 1985.

Cabe señalar que en el presente estudio se efectuaron modificaciones al Diagrama de Flujo de Ruiz 1981, incluyéndose las operaciones de Lavado-Escurrido y Secado, Figura 3, teniendo en cuenta que en los

precocidos, la modificación de almidones se produce en presencia de humedad, Vivas(66), y además de favorecer la destrucción de la carga microbiana, determinándose los parámetros óptimos en base a los análisis físico-químicos, llevándose a efecto las siguientes operaciones:

1). Clasificación y Selección. El frijol de palo se pasó por el clasificador-seleccionador de granos, tipo Carter, eliminándose las impurezas. Se separaron manualmente granos de otras variedades y especies u otros elementos no deseables.

2). Acondicionamiento. Denominado golpe de calor, llevada a cabo en estufa a 70°C por tres horas y media.

3). Partido. El frijol de palo en caliente fue sometido al quebrador de granos con rodillos estriados, a fin de lograr el desprendimiento de la cáscara.

4). Descascarado. Operación que permite separar la cáscara de los gritz de frijol de palo, utilizando el Carter.

5). Lavado y Escurrido. Se realizó:

a). Pruebas Preliminares. Se llevó a cabo la inclusión del Lavado-Escurrido previo a la precocción a fin de determinar la incidencia del lavado con respecto a las características físico químicas de la harina precocida del frijol de palo. Las muestras de gritz de frijol de palo

con o sin lavado, Fa y Fb, respectivamente, Cuadro 13, fueron colocados en las bandejas con una altura de cama no mayor a 0,5 cm y sometidas a la siguiente operación.

6). Precocción. Se llevo a cabo:

a). Pruebas Preliminares. Las bandejas conteniendo los griz de frijol de palo se llevaron a precocción en el Exhauster (100°C) y en el Autoclave (121°C) y a tiempos diferentes, como se indica en el Cuadro 13.

Los parámetros óptimos se determinaron en función de las características de velocidad de flujo y actividad ureásica de la harina precocida de frijol de palo.

7). Secado, Oreo, Molienda, Tamizado, Empacado y

Sellado. Operaciones realizadas en forma similar como en el caso del ñelén. Obteniéndose así la harina precocida del frijol de palo.

6. Obtención de Mezclas de harinas precocidas.

Para la elaboración de mezclas alimenticias se trabaja con los aminogramas de los alimentos programados. El aminograma del frijol de palo fue proporcionado por la FAO(28).

En caso del ñelén, por ser un subproducto, tiene gran variedad en su composición que depende aparte de las causas que propician diferente composición química del

CUADRO 13: Condiciones de tratamiento térmico y equipos utilizados en la precocción del frijol de palo.

GRITZ DE FRIJOL DE PALO		PRECOCION
Con lavado	Sin lavado	Equipos y Tratamientos Térmicos
		En Exhauster, 100°C x Tiempo (min.)
Fa1	Fb1	14
Fa2	Fb2	21
Fa3	Fb3	28
		En autoclave, 121°C x Tiempo (min.)
Fa	Fb	14
	Fb'	28

Fa : Gritz de frijol de palo con lavado.

Fb : Gritz de frijol de palo sin lavado.

arroz, las que implican directamente a este subproducto en el procesamiento del mismo, como el grado de extracción, la calidad y eficiencia del equipo de molino, entre otros, el aminograma del hielén fue proporcionado por las tablas de composición de los alimentos de Estados Unidos y Canadá(47), como arroz para cerveceria (Brewers rice), por su mayor aproximación en su composición química con la materia prima acondicionada del presente estudio. En el Cuadro 14, se muestran los aminogramas de ambas materias primas.

a. Formulación de las Mezclas. Los pasos seguidos para la formulación de las mezclas en proporciones

CUADRO 14. Contenido de proteínas y aminoácidos esenciales del ñelén y frijol de palo. Referencias propuesta FAO/OMS, 1973.

ALIMENTOS AMINOACIDOS	ÑELEN (1)		Frijol de Palo (2)		FAO/OMS
	% Prot. 7,6		% Prot. 28,9		(1973)
	mg.AA.	g.AA.	mg.AA.	g.AA.	g.AA.
	7,6 g.	100 g.	28,9 g.	100 g.	100 g.
	Prot.(a)	Prot.(b)	Prot.(a)	Prot.(b)	Prot.
Isoleucina	330	4,34	648	3,18	4,8
Leucina	690	8,95	1316	6,30	7,8
Lisina	270	3,55	1607	7,69	5,5
Metionina + Cistina	200	2,63	311	1,49	3,5
Fenilalanina + Tirosina	900	10,53	2143	10,23	6,8
Treonina	240	3,16	683	2,91	4,8
Triptófano	100	1,32	117	0,56	1,8
Valina	470	6,18	751	3,59	5,8
TOTAL	3898	48,66	7586	35,92	36,8

(a) Miligramos de aminoácidos esenciales en la proteína contenida en 100 g. de alimento.

(b) Gramos de aminoácidos esenciales contenidos en 100 g. de proteína.

FUENTE:

(1) National Research Council, United States - Canadian Tables of Feed composition(47). Ñelén como Brewers rice.

(2) FAO. Contenido de aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas (28).

adecuadas del ñelén y frijol de palo en forma de harinas precocidas fueron:

1). **Balance de proteínas.** Se utilizó la técnica del cálculo matemático fundamentado en el balance de aminoácidos esenciales contenidos en las proteínas de los

alimentos en estudio. Este balance de aminoácidos tiene por finalidad el obtener cifras semejantes o proximales a las de la composición de la proteína de referencia propuesta por el comité mixto FAO/OMS, Cuadro 14.

2). Cálculo de los Aminogramas teóricos de las combinaciones. En base a los aminogramas reportados del ñelén y frijol de palo, Cuadro 14, se calcularon los aminogramas teóricos en 21 diferentes combinaciones de las proteínas de los mencionados alimentos en mezclas de 100 a 0 % con un rango de variación de 5%.

Como los aminogramas reportados, están expresados en "miligramos de aminoácidos esenciales en la proteína obtenida en 100 gr. de alimento", se convirtieron a "gramos de aminoácidos en 100 gr. de proteína", como lo establece el método del cómputo químico o cálculo matemático.

Luego se efectuó el balance de aminoácidos en 100 gr. de proteína de la mezcla protéica, ñelén y frijol de palo, comparadas con la combinación tipo de aminoácidos propuesta por la FAO/OMS (29), con la finalidad de fijar el porcentaje de cobertura para la mezclas.

b. Selección de las Mezclas.

1). Determinación del Cómputo Químico (C.Q.).

Después de efectuado el balance de aminoácidos esenciales

de las 21 combinaciones, se seleccionaron las mezclas, por comparación con la referencia propuesta por la FAO/OMS, en base al mejor aminograma y al mayor cómputo químico que presentaron; el cómputo químico fue el que determinó el aminoácido limitante en las mezclas, que es aquél que muestra el menor porcentaje de cobertura.

$$C.Q. = \frac{\text{Aminoácidos esenciales de la mezcla (Ax)}}{\text{Aminoácidos patrón FAO estándar (At)}} \times 100$$

c. Mezclado. Para finalizar la operación de mezclado de los alimentos, Figura 3, es necesario conocer las relaciones en peso del ñelén y frijol de palo en las mismas.

1). Determinación de la Fórmula de la Mezcla en Porcentaje de Harina. Los datos para las mezclas alimenticias seleccionadas que estaban expresados en términos de proteínas en 100 gr. de mezcla proteica, se convirtieron a cantidad de cada alimento para obtener 100 gr. de mezcla de harinas precocidas.

Luego se procedió a mezclar los alimentos, para lo cual se utilizaron bolsas de polietileno de capacidad de 2 Kgrs. y mediante repetidos movimientos en diferentes direcciones, sacudiendo el contenido, hasta lograr una mezcla homogénea. Cabe mencionar que no se utilizó el equipo mezclador por tratarse de poco volumen de harinas, y asimismo, evitar la posibilidad mayor de contaminación

de las mismas por manipuleo.

d. Empacado y Sellado. En bolsas de polietileno de 4 mm. de espesor y utilizando una selladora de bolsas al vacío, cuidando evitar cualquier contaminación de las mismas, luego se envolvieron con papel Kraft.

e. Almacenado. Se guardaron en vitrinas cerradas a fin de evitar contaminaciones y proseguir con los análisis físicos químicos, biológicos y de aplicación experimental.

7. Balance de Materia Prima.

Teniendo en cuenta los parámetros óptimos para la elaboración de harinas precocidas de ñelén y frijol de palo se elaboró un diagrama de flujo definitivo y se realizó un balance de materia para determinar los rendimientos respectivos.

D. Métodos Analíticos de control.

Se efectuaron análisis y controles, tanto en las materias primas, harinas crudas, precocidas, así como en las mezclas obtenidas a partir de las mencionadas harinas. Los productos elaborados a base de las mezclas precocidas se sometieron a análisis sensorial.

1. Análisis químico proximal.

Se determinó según la metodología por la A.O.A.C.(7). El valor calórico, se calculó teóricamente,

utilizando los valores aceptados actualmente: 4,0 Kcal/g para los carbohidratos y las proteínas, y 9,0 Kcal/g para el contenido de grasa, Leandro(40).

2. Análisis Físicos y Químicos.

a. Acidez titulable y pH. Se realizaron de acuerdo a las normas técnicas de ITINTEC, N° 205.027, 205.044 y 205.039 aplicable para harinas que incluyen la del análisis granulométrico, citado por Daza(23). La medida del pH se efectuó en un potenciómetro Radiometer 28, previamente estandarizado a temperatura ambiente.

b. Azúcares reductores y Contenidos de almidón. Prueba realizada mediante el método de Bertrand (Fehling-Mohr-Bertrand), modificado por Schomberg, citado por Alvarez(1).

c. Actividad ureásica. Se realizó siguiendo las pautas de A.O.C.S.(8), y está dada por la diferencia de pH de la muestra sometida a la acción de dos tipos de soluciones buffer, úrea y fosfato respectivamente.

d. Granulometría. El procedimiento utilizado fue el indicado por ITINTEC, citado por Daza(23), realizándose en el tamizador Plansifter. Este análisis se efectuó con la finalidad de encontrar la eficiencia de la molienda, a través de la determinación del "módulo de finura" de las partículas.

e. Colorimetría. Se utilizó el colorímetro de remisión Buhler, modelo MLU-109, que se gradúa mediante patrones de color, de acuerdo al producto a analizar (harina blanca, crema, etc). El método consiste en colocar una cantidad de muestra en una placa especial de vidrio, alisada con la regla de vidrio y colocada debajo de una célula fotoeléctrica, este acciona un dispositivo que da remisión teniendo un valor máximo de 100 para muestras blancas y cero para las oscuras.

f. Índice de absorción y solubilidad en agua. El método seguido fue el modificado de Kite et al, reportado por Salazar(60), Anexo 2.

g. Características o velocidad de Flujo. Es una medida de la capacidad de absorción de agua por la harina y por consiguiente del grado de modificación del almidón. Determinado el tiempo de flujo a diferentes concentraciones se obtiene una curva, la cual es característica de cada harina, de esta curva se lee la concentración necesaria para que el tiempo de flujo de suspensión sea 20 seg. El método utilizado fue el de Salazar(60), Anexo 2.

h. Viscoamilografía. Se realizó para conocer el comportamiento de las suspensiones de las harinas en agua, durante las etapas de calentamiento, a temperatura constante y enfriamiento. Se determinó las variaciones en el valor de la viscosidad de cada harina para lo cual se

utilizó el Viscoamilógrafo Brabender, tipo 801300, cabeza medida con torque de 700 cm/gr., la viscosidad expresada en unidades Brabender (U.B.). La metodología seguida fue la recomendada por el método A.A.C.C. 22-10 (3), normalmente empleado para harinas de trigo, sucedáneas del mismo y almidones, Vargas(63).

i. Pruebas de dilución. Efectuadas con la finalidad de calcular la cantidad de agua apropiada para formar una papilla, puré y sopa crema de buena consistencia, con las harinas mezclas precocidas.

3. Análisis Microbiológicos.

Se realizaron en los productos finales, mezclas precocidas, para determinar si hay contaminación y si la carga microbiana puede ser nociva para el consumidor mediante la comparación con patrones establecidos. Las determinaciones se efectuaron siguiendo las pautas de CLEIBA(19).

4. Evaluación Biológica.

Con la finalidad de determinar el valor nutritivo de la mezcla precocida seleccionada, se realizaron las siguientes determinaciones:

a. Índice de Eficiencia Protéica (PER). Determinado según el método de Osborne, Mendel y Ferri (1917) citado por Peralta(52), para definir el ritmo de crecimiento de

los animales experimentales y medir el PER de las dietas de acuerdo a las normas estandarizadas para este fin.

Se emplearon para cada dieta, a un nivel de 10% de proteína, grupos de 10 ratas machos Holtzman, recién destetadas de 21 días de nacidos y de un peso vivo promedio de 45,19 gr., los que fueron alojados individualmente en jaulas metálicas en un ambiente de temperatura y humedad relativa constantes.

El consumo de alimentos y agua tanto para la caseína (testigo) como para la mezcla alimenticia en estudio fue controlado diariamente y los pesos de las ratas semanalmente durante 28 días. Al final de cuatro semanas se calcula la relación de eficiencia proteica (PER), para cada alimento (caseína y mezcla precocida), de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{PER EXPERIMENTAL} = \frac{\text{Ganancia de peso del animal experimental (gr)}}{\text{Consumo de proteína (gr)}}$$

El PER obtenido fue comparado con el de la caseína, corrigiendo el valor de PER de 2.5 para caseína (standard interno) de acuerdo a la fórmula dada por Campbell, 1960, citado por Martínez(44).

$$\text{PER CORREGIDO} = \frac{\text{PER experimental del alimento} \times 2.50}{\text{PER experimental de caseína}}$$

b. Utilización Proteínica Neta (NPU). Según el método de Miller y Bender (1955), basado en la retención de nitrógeno. El NPU se calcula dividiendo la diferencia de nitrógeno de la carcasa entre las ratas alimentadas con la proteína de prueba (mezcla precocida), y aquellas alimentadas con una dieta sin proteína por la cantidad de nitrógeno dietético consumido.

Para este experimento se utilizaron ratas albinas Holtzman procedentes de las colonias del mismo laboratorio; cuatro camadas de 8 ratas cada una, destetadas a los 23 días, se dividieron en ocho grupos de tal manera que cada grupo incluya una rata de cada camada, donde el rango de peso de las ratas dentro de la camada y el rango de los pesos promedios de las camadas no deben exceder los 5 g.

Dos de los grupos fueron alimentados con la dieta experimental (mezcla precocida) y otros dos con la dieta apteica, durante diez días, registrando diariamente los controles de pesos y consumo de alimentos. Al término de diez días se sacrificaron a los animales, determinándose el nitrógeno para cada grupo (BI), incluyendo el grupo apteico (Ik y Bk). Por consiguiente el NPU se calcularía:

$$\text{NPU} = \frac{B - (Bk + Ik)}{BI}$$

Donde:

- B = Nitrógeno en carcasa de animales con proteína de dieta experimental.
- Bk = Nitrógeno en carcasa de animales con dieta aprotéica.
- Ik = Consumo de nitrógeno con dieta aprotéica.
- BI = Consumo de nitrógeno con dieta experimental.

c. Valor Biológico (VB) y Digestibilidad (D). Para la determinación del VB se empleó el método de Mitchell, 1927. Se usaron seis ratas albinas Holtzman machos, de 28 a 33 días de edad, luego de identificados y pesados se colocaron en jaulas individuales donde se les suministraron agua y el alimento experimental (mezcla precocida) ad libitum, registrándose el peso y consumo de alimento diariamente y en forma individual, así como se recolectaron las heces y orina durante siete días de duración del experimento.

Las muestras de heces y orina fueron analizadas para determinar la cantidad de Nitrógeno de acuerdo al procedimiento Micro Kjeldahl, así como el contenido de proteína de la ración empleada.

$$\text{Valor biológico aparente} = \frac{I - (F + U)}{I - F} \times 100$$

$$\text{Digestibilidad aparente} = \frac{I - F}{I} \times 100$$

Donde:

I = Ingesta de nitrógeno en la dieta.

F = Excreción de nitrógeno en heces.

U = Excreción de nitrógeno en orina.

d. Hematocrito. El análisis de hematocrito se realizó en un medidor microhematocrito, utilizándose la centrifuga para hematocrito Clay Adams.

Al término de la evaluación del índice de eficiencia protéica (PER), los animales fueron sacrificados y se les extrajo una pequeña cantidad de sangre en unos tubitos capilares heparinizados de vidrio, los que fueron centrifugados, lográndose separar la hemoglobina del suero, determinándose el volumen de glóbulos centrifugados (V.G.C.).

e. Observación Macroscópica. Todas las ratas fueron sacrificadas y abiertas por la cavidad torácica y abdominal, a fin de efectuarse el análisis macroscópico de todos los órganos. Esta prueba fue realizada con el apoyo de un médico veterinario del departamento de Sanidad de la UNA, La Molina, Lima.

E. Pruebas de Aplicación Experimental.

Se efectuaron con la finalidad de estudiar el comportamiento de las harinas mezclas precocidas elaboradas a partir de Hélé y frijol de palo. Con las determinaciones de cantidad de agua a agregarse mediante

las pruebas preliminares de dilución, y teniendo en cuenta las formas tradicionales de consumo se prepararon alimentos caseros como papilla, puré y sopa crema.

1. Evaluación Sensorial.

Este análisis tiene por finalidad evaluar la calidad organoléptica de los productos elaborados con las mezclas alimenticias, empleándose panelistas entrenados y no entrenados.

a. Panel Entrenado. El análisis sensorial de la mezcla seleccionada A' (75:25) se efectuó en papilla (dulce), puré y sopa crema, con 18 panelistas entrenados de la Estación Experimental Agroindustrial, de acuerdo al diseño experimental bloque completo al azar. Las características organolépticas evaluadas fueron: Sabor, olor, color, consistencia, grado de dulce o de sal y sabor extraño, utilizándose la combinación del método Score y la escala hedónica de calificación; la escala empleada fue de 5 puntos según se dan a conocer en el Anexo 3.

b. Panel no entrenado. Considerando que los productos van a ser destinados en su mayoría a niños, siendo el sabor la característica más importante para determinar la aceptabilidad del producto, se llevó a cabo el análisis sensorial de las mezclas precocidas A' (75:25) y A (55:45), preparadas en forma de papilla dulce, con niños, ambos sexos, del primer, tercer y quinto grado, con

edad promedio de seis, ocho y diez años, respectivamente del C.E. 3077, de la Urbanización El Alamo, Comas, Lima.

Se empleó para el test una escala hedónica facial de cinco figuras de acuerdo al sexo de los niños, según se muestra en el Anexo 4, donde se asigna el máximo puntaje (5 puntos), a la expresión de la mejor aceptabilidad "Me gusta mucho - Muy rico" y mínimo puntaje (un punto) a la expresión "No me gusta - Rechazado". Los resultados obtenidos, se sometieron a un análisis de variancia con la finalidad de determinar si existe o no diferencias significativas entre las formulaciones estudiadas. De ser positiva esta diferencia se procede a efectuar la prueba de Duncan.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

A. Materias primas utilizadas.

En el presente trabajo de investigación se utilizaron como materias primas el frijol de palo y el ñelén, este último con la finalidad de estudiar la posibilidad de incluirlo en mezclas alimenticias de consumo humano. A pesar que el ñelén subproducto del procesamiento industrial del arroz, tiene un rendimiento de 0,5 a 0,7% en molino, Maldonado(43), su disponibilidad es significativa, debido a los grandes volúmenes de arroz paddy que se procesa, ya que es considerado en el mundo como un alimento básico que constituye la fuente principal de energía en la dieta.

Se seleccionó la variedad Perú para la obtención del ñelén (Ña) por ser una variedad que se venía introduciendo en la zona, por sus favorables características y buena calidad de grano, tanto molinera como culinaria, Maldonado(42). Dicho lote se adquirió de la Morada, Bajo Azul, distrito de Cholón a través de ECASA y el molino CECOAH. Con fines comparativos se recepcionó otro lote de ñelén (ÑB) tal como se procesa en el molino, mezcla de variedades de arroz que se cultivan en la zona, como: Fortuna, San Martín, Cica 8, Perú, Carolino Rojo y Blanco, entre otros. Ambos lotes de ñelén se obtuvieron siguiendo el flujo de operaciones, que

se indica en el Anexo 1.

El frijol de palo, se ha considerado utilizarlo como fuente de proteína para la preparación de la mezcla debido a su disponibilidad, ya que es muy cultivada en la zona de selva y otras regiones del país. Esta especie posee características de rusticidad y calidad que otras especies similares no poseen, y al mismo tiempo de obtener proteínas y energéticos en forma barata para la alimentación humana y animal, se puede obtener la recuperación de los suelos agotados y laderas que existen en la zona del Alto Huallaga, y que no sirven para otros cultivos. El frijol de palo aún no ha sido completamente identificado y básicamente se diferencian por el color del grano, Meza(46), encontrándose de color guinda, crema con pequeños puntos oscuros y con manchas grandes y/o pequeñas en toda la superficie de la semilla, Se utilizó la de color crema, procedente de la Rocca, distrito de José Crespo y Castillo.

1. Composición química proximal de las materias primas.

El ñelán presenta diferente composición química, Cuadro 15, a pesar de haber sido obtenido en el mismo molino, bajo las mismas condiciones de procesamiento, dependiendo de la variedad de arroz, así se tiene que el ñelán de la variedad Perú (ÑA) posee menor contenido en sus nutrientes, a excepción de carbohidratos que es mayor, con respecto al ñelán de la mezcla de variedades (NB). El

CUADRO 15: Composición química proximal de las materias primas.

ANÁLISIS (%)	HELEN				FRIJOL DE PALO	
	VAR. PERU (RA)		MEZCLA DE VAR.S. (RB)		CÓLOR CREMA (F)	
	B.H.	B.S.	B.H.	B.S.	B.H.	B.S.
Humedad	12,30	-	12,45	-	10,30	-
Proteína	9,70	11,06	10,25	11,71	10,00	20,99
Grasa	10,10	11,52	12,95	14,79	1,40	1,56
Ceniza	3,40	3,07	3,50	4,00	2,60	2,90
Fibra	2,34	2,67	2,64	3,82	7,00	7,00
Nítext	62,16	70,00	50,21	66,40	59,07	66,75
Calorías (Cal.)	378,34	431,44	390,39	445,07	327,40	365,00

(1) Promedio de dos determinaciones

mayor contenido de nutrientes en el RB, se debe posiblemente a la participación de diferentes variedades de arroz, cultivadas en diversos lugares de la zona, época de siembra y grado de nitrógeno del suelo, factores que afectan el contenido de proteína del grano. Asimismo, la composición de los subproductos es muy variable según el grado de blanqueo o pulido y según su finura o pequeñez, Angladette(4).

La composición química de la materia prima (RA y RB), se aproximan a los reportados por Guerra y Jaffé(32), como salvado de arroz sin desgrasar, y a los de Guzmán Barrow, et al(33) como pulidura. Como se mencionó en la revisión de literatura, Cuadro 6, existe una gran diversidad en la composición química de los subproductos

del arroz, así como en la denominación de las mismas, siendo muy difícil la comparación de unas a otras.

El arroz pulido presenta menor porcentaje de proteínas, grasa, ceniza y fibra, pero mayor de carbohidratos; lo que demuestra que en el procesamiento, el arroz pierde casi todos sus elementos nutritivos que van a conformar los subproductos, debido que en el contenido de proteínas, grasas, vitaminas y minerales, existe una graduación decreciente desde las capas más externas al interior.

Succar(61) reportó menor porcentaje de proteínas para el ñelén (6,6%) y mayor para el arroz pulido, War. Naylamp (7,8%); en nuestro caso, el ñelén obtenido del procesamiento de mezcla de variedades del arroz, es el que presenta el mayor porcentaje de proteínas. Además puede deberse al grado de blanqueo o pulido al que correspondan, como puede apreciarse en el Cuadro 16, la composición química de otras dos muestras de ñelén de la zona de Selva, Iquitos (ÑIq) y Tarapoto (ÑTr), cuyos contenidos de proteína, grasa, ceniza y fibra en ambos, es menor que las del ñelén utilizadas en la presente investigación, aproximándose más bien a la composición del arroz pulido.

En lo que respecta al frijol de palo, Cuadro 15, la composición química es muy similar a lo reportado por el Instituto Nacional de Nutrición (1975), siendo menor el contenido en ceniza (2,60%) y fibra (7%) y mayor el de

CUADRO 16: Composición química proximal de dos muestras de ñelén de la zona de Selva, Iquitos (ÑIq) y Tarapoto (ÑTr).

ANALISIS (%)	ÑELEN			
	ÑIq		ÑTr	
	S.H.	S.S.	S.H.	S.S.
Humedad	13,06	-	12,20	-
Proteína	7,62	9,76	9,39	10,71
Grasa	0,77	0,39	1,33	1,52
Ceniza	0,90	1,04	0,30	0,91
Fibra	1,50	1,72	0,53	0,60
Nítext	76,15	97,59	75,67	96,26
Calorías (Cal.)	342,01	393,41	352,21	401,52

proteínas (10,83%). Con respecto a los valores reportados por Ruiz(59) y Daza(23), la materia prima utilizada presenta menor porcentaje de proteínas y ceniza, pero mayor contenido de fibra.

2. Granulometría del ñelén.

Prueba realizada con la finalidad de determinar los diferentes tamaños de partículas que conforman el ñelén utilizado como materia prima. En el Cuadro 17, se puede apreciar que el material retenido en la malla de abertura 1,6 mm es de 0,7% en el ñelén A y de 0,6% en el ñelén B, lo que nos indica que están dentro de lo especificado sobre ñelén por el ITINTEC, citado por Succar (61).

CUADRO 17: Granulometría del ñelén obtenido en el molino
CECOAH.

ABERTURA DE MALLA (mm)	MATERIAL RETENIDO (1)	
	NA (%)	NB (%)
1,60	0,78	0,68
1,80	37,90	39,50
0,95	24,30	24,10
0,35	35,60	35,30
Plato	0,98	0,78

(1) Retención, promedio de tres pruebas.

NA: ñelén, Var. Perú NB: ñelén, mezcla de Mars. de arroz.

B. Elaboración de harinas crudas.

Las harinas crudas fueron obtenidas con la finalidad de compararlas con las harinas precocidas y mezclas precocidas, mediante los análisis de control físico, químico y de apreciación visual.

1. Elaboración de harina cruda de ñelén.

Se siguió inicialmente el diagrama de flujo preliminar (Figura 2), que se indica en Materiales y Métodos.

a. Limpieza y Clasificación. La limpieza y clasificación del ñelén constituyeron operaciones de mucho interés, ya que por tratarse de un subproducto destinado en su mayoría a la alimentación animal, no se tiene en cuenta mayores controles de calidad en el molino, por lo que se realizaron pruebas preliminares y definitivas para los métodos de limpieza-clasificación y selección, vía seca y vía húmeda estudiadas.

1). Por vía seca. Como se observa en el Cuadro 18, el ñelén Var. Perú (ÑA), fue sometido a clasificación selección en el Carter, retornando a la misma operación (segundo proceso) el material retenido en el platillo 6a, 33,3%, eliminándose 0,9% de polvillo en promedio. Efectuándose esta misma operación para las muestras de ñelén ÑB, y las de Iquitos (ÑIq) y Tarapoto (ÑTr).

Se observa gran diferencia de tamaño de partícula entre las muestras en estudio, así la Var. Perú (ÑA), presenta partículas de menor tamaño con respecto a sus similares de Tarapoto (ÑTr) e Iquitos (ÑIq) mostrando este último mayor contenido de partículas de tamaño grande (78,6%) e incluso granos enteros de arroz. Con esta prueba se confirma que las características del ñelén, depende además del factor variedad de arroz, del grado y forma de industrialización del mismo.

Una vez eliminada parcialmente las impurezas y con apoyo manual, se acondicionó una muestra de ñelén (ÑA), disminuyendo su contenido de humedad aproximadamente al 8% para ser sometido a molienda y tamizado. Harina cruda, cuya composición química se muestra en el Cuadro 21, donde se puede notar el alto contenido de proteínas, grasa y fibra, resultados que llevaron a realizar un tamizado, en Plansifter, por separado del material retenido en cada platillo carter, como se puede apreciar en el Cuadro 19, las diferentes fracciones I, II y III de ñelén obtenidas

CUADRO 18: Clasificación-Selección del Ñelén en el Carter.

MUESTRAS DE ÑELEN	CARTER - Platillo Nº (%)				SUB. TOTAL
	3	4	5	6	
1. ÑA					
(Var. Perú)					(1)
1er. proceso	88.8	18.2	39.5	33.3	65.7
2do. proceso	88.8	18.4	86.8	14.9	32.9
	89.8	28.6	45.3	14.9	98.6
2. ÑIq					
(Mezcla Vars.)					(1)
1er. proceso	78.6	11.8	85.2	83.8	96.8
2do. proceso	82.8	88.6	88.2	88.1	2.9
	88.6	11.6	87.4	88.1	99.7
3. ÑTr					
(Mezcla Vars.)					(1)
1er. proceso	17.2	39.7	36.6	85.6	93.5
2do. proceso	81.8	82.1	81.3	88.2	85.4
	19.8	41.8	37.9	88.2	98.9

(1) Cantidad que ingresa nuevamente al Carter, 2do. proceso.

al mezclarse teniendo en cuenta sus similares características fueron analizadas en su composición química proximal, Cuadro 20, con el fin de decidir la fracción más apropiada para continuar el estudio, ya que muestran gran diferencia en el contenido de proteína, grasa y fibra.

Es importante mencionar que la fracción Ñelén I, con 81,2% del total, presenta las mayores características para la obtención de harinas, en comparación con la fracción II, con 6%, que está constituida por harinazas, polvillo y partículas pequeñas de difícil manejo y

CUADRO 19: Material retenido del Hielén 2A en las diferentes mallas del plansifter.*

SELECCION-CLASIFICACION CARTER PLATILLO Nº	TAMIZADO						TOTAL POR PLATILLO (%)	
	PLANSIFTER MALLA Nº (%)							
	14	20	32	45	60	6x PLATÓ		
<i>1er. proceso (a)</i>								
3	0,2	0,3	1,5	-	-	-	00,00	
4	0,3	13,0	4,7	-	-	-	10,00	
5	-	0,9	29,0	0,4	0,3	-	39,40	
							65,40	
<i>2do. proceso (b)</i>								
3	0,2 ⁽¹⁾	0,4	0,2	-	-	-	00,00	
4	-	5,4	4,9	-	-	-	10,30	
5	-	0,6	5,0	0,0	0,3	0,1	06,00	
6	-	0,5 ⁽¹⁾	10,2 ⁽²⁾	1,7	1,3	0,7	0,4	14,00
							32,70	
TOTAL POR MALLA (%)	0,7	35,1	56,3	2,9	1,9	0,0	0,4	90,10
TOTAL POR FRACCIONES								
- FRACCION I	0,5	34,6	46,1	-	-	-	-	01,20
- FRACCION II	-	-	-	2,9	1,9	0,0	0,4	6,00
- FRACCION III	-	-	10,2	-	-	-	-	10,20

* Material retenido, luego de su selección-clasificación en el carter y tamizado en el plansifter.

(1) Material retenido, 3b14 y 6b20, (0,7%), separado del proceso por estar conformado por cáscaras de arroz.

(2) Fracción III, 6b32 (10,2%), separado del proceso por su alto contenido de germen y cascarilla.

limpieza, y con la fracción III cuyo análisis muestra alto contenido de proteínas grasa y fibra, muy similares a los reportados por Angladette(4) para germen de arroz, Cuadro 5, a excepción de la fibra que en esta fracción es elevada (14,13%), lo que se explica por ser el platillo Nº6 del carter, el receptor de impurezas de menor peso, de allí la presencia de gran cantidad de germen y cascarilla.

CUADRO 20: Composición química proximal de las diferentes fracciones del ñelén.

ANÁLISIS (a)	FRACCIONES DE ÑELÉN OBTENIDAS POR VÍA SECA (a)			FRACCIÓN I
	SIN LAVADO			CON LAVADO (b)
	I	II	III	I'
Humedad	13,44	10,70	9,30	11,00
Proteína	11,30	13,79	20,41	10,37
Grasa	4,90	0,40	15,50	1,73
Ceniza	2,00	5,20	6,60	1,50
Fibra	1,47	4,06	14,13	0,00
Nlíxet	66,09	55,05	34,06	73,14
Calorías (Cal.)	356,06	358,96	357,30	351,61

(a) Fracciones I, II, III sin lavado.

(b) Fracción I', sometida a lavado y secado.

2). Por vía húmeda. Mediante el lavado del ñelén que se consideró necesario por tratarse de un subproducto que es obtenido y comercializado sin mayor control de calidad y debido al tipo de producto final a elaborarse y teniendo en cuenta que los almidones sufren mejor modificación en presencia de humedad, Vivas(66), y además contribuye a disminuir la carga microbiana de la materia prima junto con impurezas, favoreciendo la calidad del producto.

La fracción I, obtenida de la limpieza vía seca se sometió a lavado, determinándose que el ñelén no debe ser sometido a remojo, el lavado debe ser rápido e inmediatamente escurrido y llevado a secado, pues por tratarse de partículas de arroz, se produce un rápido

ablandamiento, produciéndose pérdidas de nutrientes con el agua, que son arrastrados junto con las impurezas y germen, los que por su menor densidad flotan y se eliminan.

El efecto del lavado en la composición química proximal del ñelén se aprecia en el Cuadro 20, que muestra diferencias, principalmente en el contenido de grasa y fibra, las mismas que disminuyen por efecto del lavado (I') con la eliminación de germen y cascarilla. Esta prueba se realizó en el ñelén Var. Perú (NA), cuyos resultados óptimos se aplicaron al ñelén de la mezcla de variedades (NB). Finalmente, el mejor método de limpieza determinado fue el llevado a cabo en forma combinada: Clasificación-Selección y lavado, sin previo remojo y con escurrido, encontrándose el Diagrama de Flujo definitivo el que se muestra en la Figura 4.

b. Secado. Operación que se llevó a cabo en estufa a 55°C, hasta alcanzar un contenido de humedad de aproximadamente 8%, el mismo que favorecería la siguiente operación.

c. Molienda y Tamizado. Se realizó en un molino de martillos, y el tamizado en plansifter, se obtuvo la harina cruda de ñelén a partir de lo retenido en la malla 10xx.

2. Elaboración de harina cruda de Frijol de Ralo.

Para la obtención de la harina cruda de frijol de

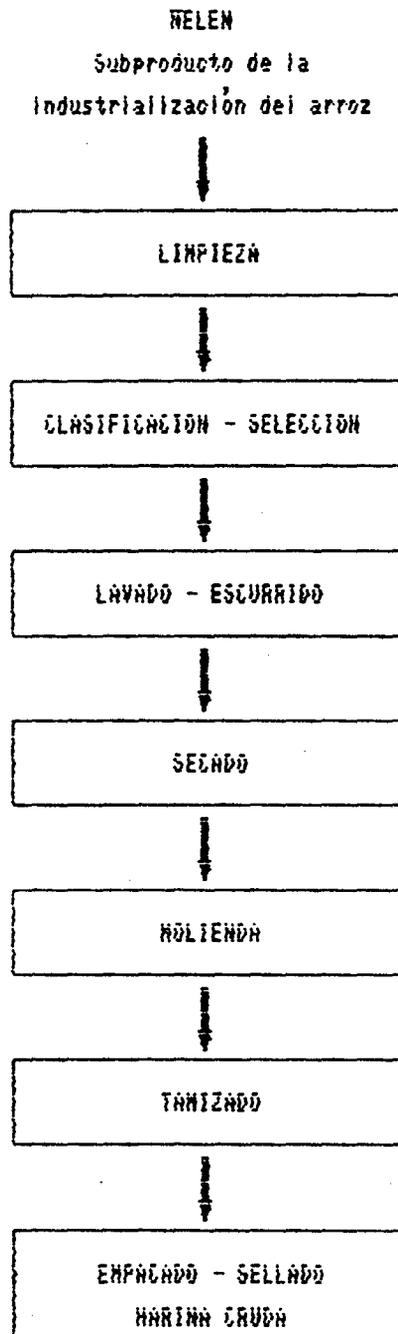


FIGURA 4: Diagrama de flujo definitivo para la obtención de harina cruda de fielen.

palo se siguió el diagrama de flujo encontrado por Ruiz(59), el cual se indica en la Figura 2. Los detalles de las operaciones se mencionarán en el proceso de harina precocida por ser las mismas, con excepción del lavado, precocción y secado.

C. Análisis y evaluaciones de las harinas crudas.

1. Composición química proximal. En el Cuadro 21, se muestra la composición química de la harina cruda de frijol (materia prima sin lavado), como se mencionó, presenta un elevado contenido de proteínas, grasa y fibra, valores muy similares a los reportados por Guerra y Jaffé(32), para el salvado de arroz sin desgrasar, Cuadro 6.

La harina cruda de frijol de palo muestra un elevado porcentaje de proteínas, similar a los encontrados por Ruiz(59), Daza(23), y Tello(62). En cuanto a su contenido en fibra, es menor a todos los casos mencionados, esto posiblemente se explique por la variedad utilizada en la investigación, pues la adherencia de la cáscara está en función del tipo y cantidad de gomas que se encuentran presentes entre ésta y el endospermo, que influyen en la duración y severidad del tratamiento de acondicionamiento, Ruiz(59).

2. Análisis físicos y químicos.

a. Colorimetría. El fin principal de las mediciones

CUADRO 21: Composición química proximal de las harinas crudas de ñelén y frijol de palo.

ANÁLISIS (%)	HARINA CRUDA (Testigo)	
	Ñelén Var. Perú (ÑAc)	Frijol Palo Color Crema (Fo)
Humedad	8.86	9.58
Proteína	14.58	21.14
Grasa	14.67	1.67
Ceniza	3.64	3.68
Fibra	3.26	1.73
Níxest	55.79	62.36
Calorías (Cal.)	413.51	349.82

de color es conseguir la comparación entre dos o más productos, por lo cual se determinó este análisis en las harinas crudas a fin de compararlas con las harinas precocidas frente a testigos como la harina cruda de trigo comercial y de arroz superior, resultados que se muestran en el Cuadro 25. Asimismo se efectuó esta determinación en las harinas crudas del ñelén de Iquitos (ÑIq) y Tarapoto (ÑTr), con el fin de compararlas con las utilizadas en el presente estudio. El porcentaje de remisión de color, en estándar 2, para harinas claras, de la harina cruda de ñelén Var. Perú (ÑAc) es menor que la de mezcla de variedades (ÑBc), lo cual nos indica que, esta última es más clara, y a su vez ÑAc, es menos clara que el ÑTr. El ÑIq es el que presenta el mayor porcentaje de remisión de color, a pesar de estar sin lavado, y que posiblemente se deba por la presencia de fracciones de grano de mayor tamaño (endospermo).

b. Características o velocidad de flujo. Se determinó este análisis en la harina cruda de ñelén y frijol de palo como testigos para la interpretación del comportamiento de las harinas precocidas y mezclas precocidas, en razón de la modificación de almidones, por el efecto del tratamiento térmico. Resultados que se muestran en el Cuadro 27 y Figura 7, curvas que se obtienen al graficar tiempo de caída de flujo contra concentración de la suspensión de harina, cada curva obtenida es característica de cada harina, Salazar(60). La concentración de harina cruda que se requiere para producir un flujo de 20 segundos, es mayor en la harina cruda de ñelén (46,4%) con respecto a la del frijol de palo (36.4%).

c. Viscoamilografía. Se determinó las variaciones en el valor de la viscosidad durante las etapas de calentamiento (25 a 92°C), a temperatura constante (92°C x 15 min) y enfriamiento (92 a 25°C), a fin de hacer comparativos con el comportamiento de las harinas precocidas y mezclas precocidas de ñelén y frijol de palo; resultados que pueden apreciarse en el Cuadro 28, y las lecturas de viscosidad, al final de la etapa de calentamiento (a 92°C), viscosidad máxima y final a temperatura constante (92°C por 15 min.), viscosidad final en el enfriamiento (a 25°C) y temperatura de inicio de gelatinización (Tg). En las Figuras 10 y 12 se muestran las variaciones de viscosidad de las harinas crudas de

ñelén (Ñc) y frijol de palo (Fc).

d. Actividad Ureásica. Se realizó en la harina cruda del frijol de palo, por tratarse de una leguminosa, con la finalidad de controlar la eliminación de factores tóxicos (antinutrientes) en las harinas precocidas por efecto del tratamiento térmico.

Los resultados se muestran en el Cuadro 27, en donde se observa una actividad ureásica de 1,88 para la harina cruda, valor inferior a 2,19, reportado por Ruiz(59).

D. Elaboración de harinas precocidas.

Las harinas precocidas de ñelén y frijol de palo se llevaron a cabo mediante el flujo de operaciones que se muestra en la Figura 3, de materiales y métodos.

1. Elaboración de harina precocida de ñelén.

La Figura 5 muestra el diagrama de flujo definitivo para la elaboración de la harina precocida de ñelén, con los parámetros óptimos determinados en pruebas preliminares, en el cual se observa que la operación de estudio más importante es la precocción, ya que lo concerniente a limpieza y clasificación fue optimizado en el procesamiento de harina cruda.

a. Precocción. Todos los cereales contienen grandes cantidades de almidón, el que en su forma natural es

insoluble, insipido e inadecuado para el consumo humano, para hacerlo digestible y aceptable debe someterse a cocción.

La cocción de los alimentos es muy importante y determinante sobre todo en las propiedades físicas, químicas y organolépticas de la harina resultante, ablanda las estructuras celulares y fibrosas, también gelatiniza el almidón, Escobedo(27).

1). Pruebas Preliminares. El tiempo óptimo de precocción fue determinado en base a los análisis de velocidad de flujo Cuadro 27, Figura 7 y 8, llevados a cabo en las harinas precocidas de Melón Mar.Perú (NA1, NA2 y NA3) y de la mezcla de variedades de arroz (NB1, NB2 y NB3), sometidas a diferentes tiempos de precocción 7, 10 y 14 minutos, respectivamente.

Las harinas precocidas que necesitaron la menor concentración para producir un flujo de 20 segundos, fueron la NA2 (24,4%) y NB2 (24,2%), ambas con 10 minutos de precocción, lo que indica que éstas son las que han sufrido la mayor gelatinización es decir presenta la mayor modificación de almidones. Un menor tiempo como 7 min. es insuficiente para lograr modificar las características del almidón, y un tiempo de 14 min. indica que es excesivo debido a la mayor concentración de harina que se requiere para producir un flujo de 20 seg.

La concentración requerida para producir una velocidad de flujo de 20 seg. es una característica que varía de acuerdo a la naturaleza del producto, principalmente cantidad y calidad de almidón, así como el método de precocción utilizado.

El tratamiento térmico al modificar la estructura de los almidones cambia las concentraciones de velocidad de flujo, así en el caso de harina cruda de ñelén (Ñc) se requiere de mayor concentración para producir el flujo de 20 seg. en comparación con la harina precocida (Ñp).

2). Prueba definitiva. El tiempo óptimo de precocción en exhauster a 100°C fue determinado en 10 minutos, tiempo necesario para producir la mayor modificación de los almidones presentes en el ÑA y ÑB, favoreciendo a una mayor digestibilidad de éstos y de la fracción protéica.

b. Secado. Se llevó a cabo en el secador de cabina con lecho fluidizado, a 55°C. El tiempo necesario para reducir la humedad del ñelén precocido, aproximadamente a 6% fue de una hora y 30 minutos, facilitando posteriormente las operaciones de molienda y tamizado, así como la mejor conservación del producto. En la elaboración de productos para el desayuno, en muchos casos exige que el cereal se deshidrate hasta que sólo contenga del 3 al 5% de humedad en su forma final, lista para comerse, Potter(54).

2. Elaboración de harina precocida de frijol de palo.

Los parámetros óptimos para la elaboración de esta harina se muestran en el diagrama de flujo definitivo, Figura 6, determinado en base a pruebas preliminares del lavado-escurrido, precocción y secado.

a. Acondicionamiento. Con la finalidad de favorecer el desprendimiento de la cáscara en el quebrador de granos en caliente, por lo cual se sometió a estufa a 70°C por tres y media horas.

b. Lavado-escurrido. Mediante el lavado los griz de frijol de palo se acondicionaron en su contenido de humedad para ser sometidos a la precocción, a la vez que la cáscara restante se eliminó por flotación por ser más ligeros.

La determinación de la velocidad de flujo permitió establecer la incidencia del lavado con respecto a la modificación de almidones, resultados que se muestran en el Cuadro 27 y Figuras 7 y 9.

1). Como prueba óptima. Se determinó incluir la operación de lavado-escurrido en el flujo definitivo, porque esta operación favorece la modificación de almidones y eliminación de cáscara.

c. Precocción. La cocción, mejora la apariencia y digestibilidad de los alimentos al mismo tiempo que

destruye las sustancias antinutrientes o tóxicas presentes en algunos de ellos, Escobedo(27), como en las leguminosas.

1). Pruebas preliminares. Los parámetros óptimos de precocción, fueron determinados en base a los análisis de velocidad de flujo, en función de la mayor modificación de los almidones y determinación del índice de actividad ureásica, como medida de la eliminación de antinutrientes en las harinas precocidas del frijol de palo sometidos a diferentes tiempos de tratamientos térmicos en el exhauster (100°C) y en el autoclave (121°C), con los griz lavados o sin lavar, según se muestra en el Cuadro 27 y Figuras 7 y 9, en donde se observa que la mayor modificación de almidones se llevó a cabo tanto en el exhauster como en el autoclave, en las muestras cuyos griz fueron lavados y sometidos a 14 minutos de tratamiento térmico, dentro de éstas, fue mayor la modificación en la muestra Fa, cuyo tratamiento térmico se realizó en autoclave, en función de la menor concentración (29,3%) de harina precocida de frijol de palo con respecto a Fa1 como 32,3% de concentración de harina, que se requiere para que el flujo de cada una sea de 20 segundos, resultados que se esperaba por tratarse de una leguminosa, cuya estructura es más resistente al ablandamiento, por lo que requiere de un tratamiento térmico más intenso.

El índice de actividad ureásica, Cuadro 27, en

todas las muestras de harinas precocidas de frijol de palo, reporta valores muy por debajo de los límites normales de 0,1 a 0,3 para leguminosas, Ruiz(59).

2). Prueba definitiva. Los parámetros seleccionados para el flujo definitivo fueron los llevados a cabo con la muestra Fa, en autoclave a 121°C; 1,125 Kg/cm² de presión, por 14 minutos de precocción y con los gritz de frijol previamente lavados, en función de la menor concentración de harina que requiere la suspensión para producir un flujo de 20 segundos, lo cual indica que es la que mayor modificación de almidones ha sufrido, así como por el bajo valor de actividad ureásica (0,01) que reporta.

d. Secado. Operación que se efectuó en el secador de cabina con lecho fluidizado, a 55°C por 2 horas, tiempo necesario para reducir la humedad del frijol de palo precocado, aproximadamente a 7%.

3. Balance de Materia.

Se ha determinado a partir de las materias primas hasta la obtención de harinas precocidas de ñelén y frijol de palo para su posterior utilización, como se puede observar en las Figuras 05 y 06, respectivamente.

Con respecto al ñelén, los mayores porcentajes de salida del proceso se produjeron en las operaciones de limpieza, clasificación-selección, con 18,8%, de los

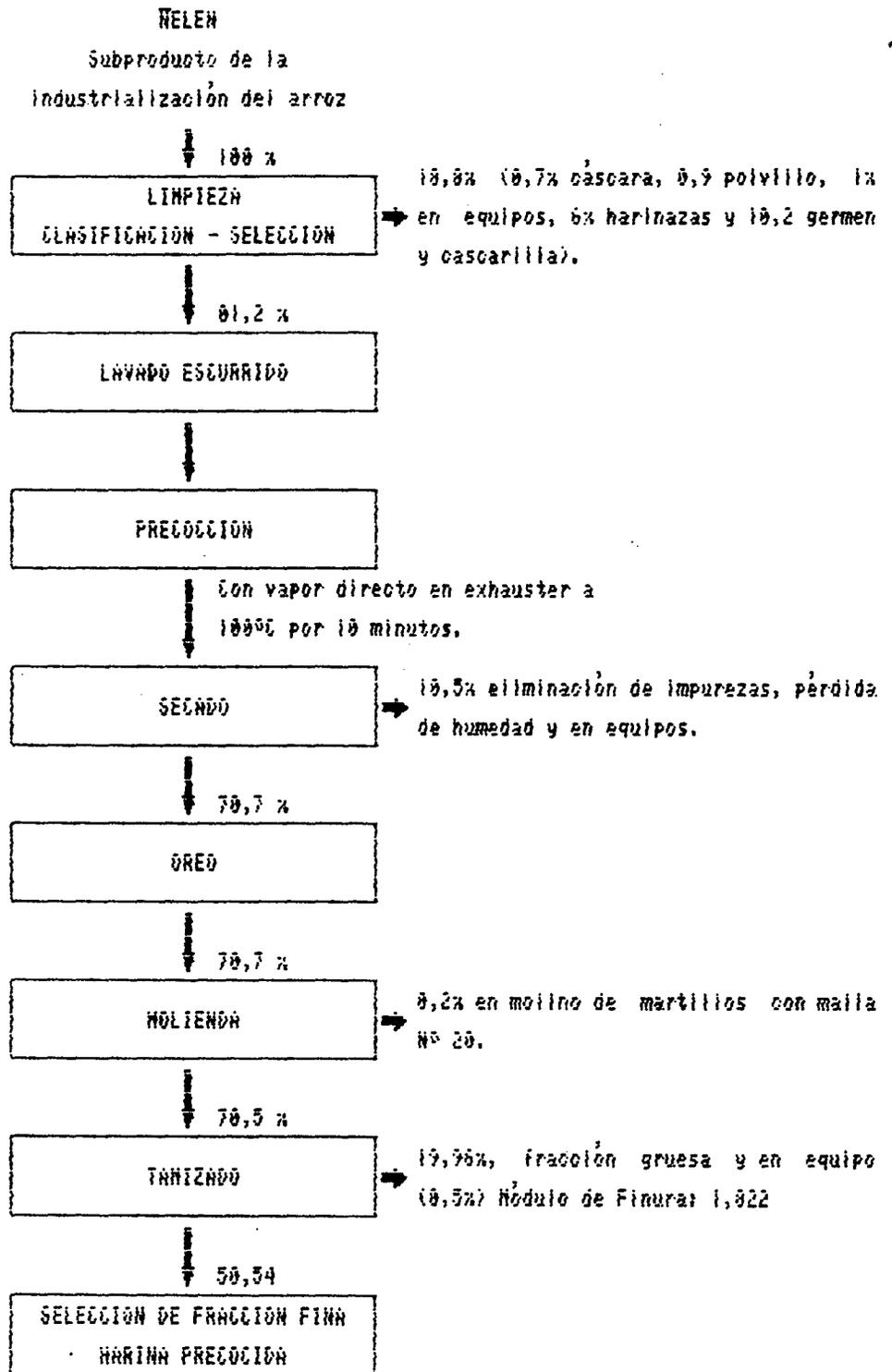


FIGURA 5: Diagrama de flujo definitivo y balance de materia para la obtención de harina precocida de Helen.

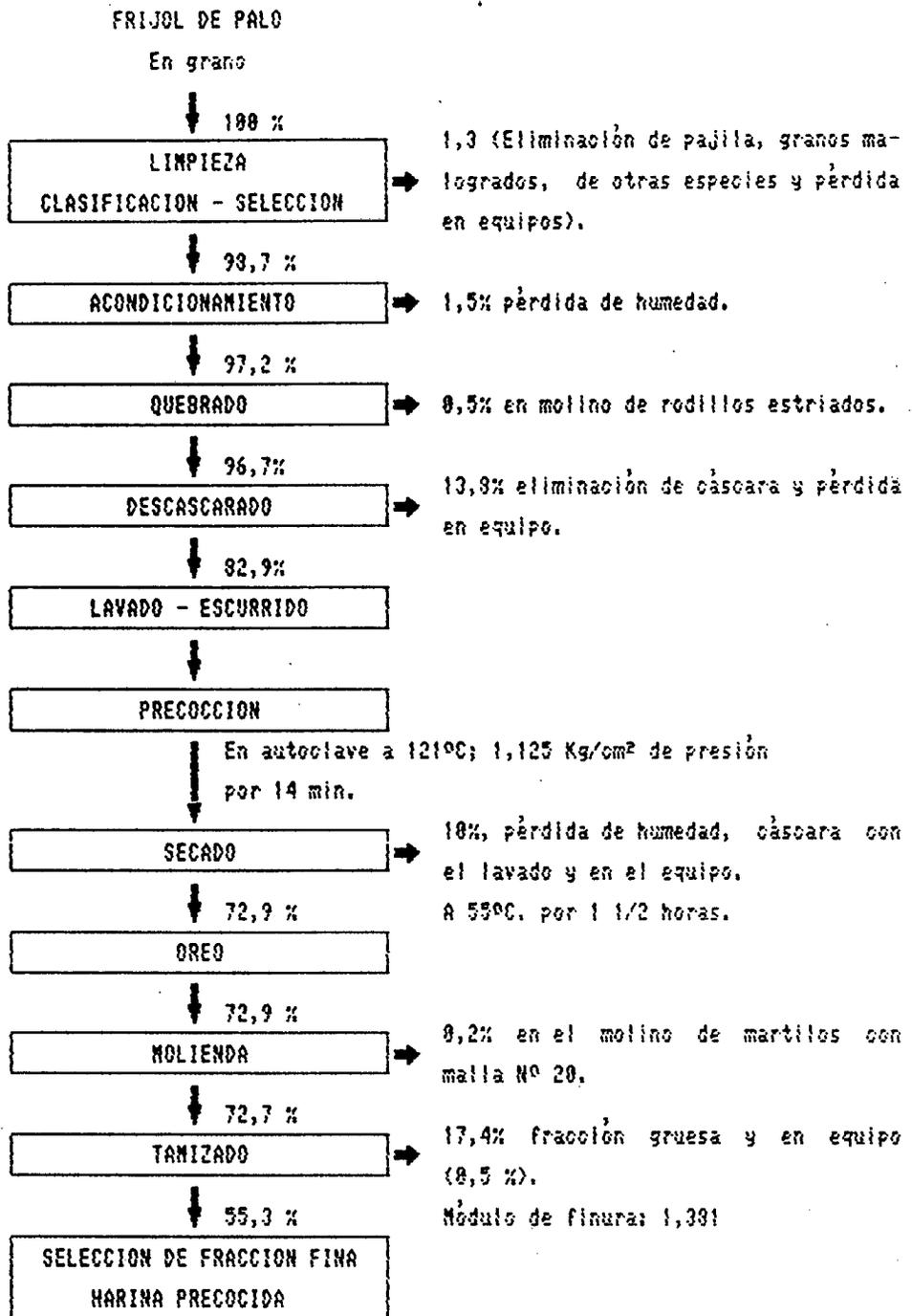


FIGURA 6: Diagrama de flujo definitivo y balance de materia para la obtención de harina precocida de frijol de palo.

cuales 0,7% fue de cáscara; 0,9 polvillo y separación del proceso de 6% de harinaza; 10,2% de germen y cascarilla, y en equipos 1%, quedando en proceso 81,2%, posteriormente se observa pérdida significativa de 10,5% en la eliminación de impurezas con el lavado, de humedad en el secado y pérdida en equipos. Finalmente, en el tamizado se produce disminución considerable de 19,96% que corresponde a la fracción gruesa y en equipo (0,5%). El rendimiento final fue de 50,54%, comparando el rendimiento harinero de arroz de 68%, Fuentes(31), es menor en 17,46% y esto debido a la separación del proceso de aproximadamente 17% en harinaza, germen, cascarilla y polvillo, debido a la falta de mayor control de calidad en molino por ser el helen un subproducto destinado a alimentación animal.

El frijol de palo presenta bajas pérdidas en la limpieza clasificación-selección debido a que la materia prima tenía pocas impurezas, así como en el acondicionamiento por su baja humedad (10,3%). Las mayores pérdidas se observan en el descascarado (13,8%) y secado (10%), así como en el tamizado (17,4%), que corresponde a la fracción gruesa (16,9%) y en equipo (0,5%) determinándose un rendimiento final de 55,3% superior a los encontrados por Ruiz(59) de 44,47% y Tello(62) de 45,5%, esto se debe a la utilización del material retenido en la malla 10xx en el presente estudio; asimismo debido al lavado de los gritz de frijol, ya que la precocción en presencia de humedad favorece el ablandamiento de las

estructuras del frijol y por ende la desintegración en la molienda, lo que favorece el rendimiento harinero al obtenerse en la prueba de granulometría mayor cantidad de fracción fina en la harina precocida (76,8%) en comparación al de harina cruda (71,3%).

Se considera en ambas materias primas un rendimiento adecuado, comparados a ciertos tubérculos y raíces como la papa, camote, pituca, etc, que se obtiene un rendimiento promedio de 20%, debido a su gran contenido de humedad, Ríos y Kamishikiriyo(56).

E. Análisis y evaluaciones de harinas precocidas.

1. Composición química proximal.

Los análisis se muestran en el Cuadro 22, donde se puede apreciar la composición química proximal de las harinas precocidas de ñelén Var. Perú (ÑA) de la mezcla de variedades de arroz (ÑB) y del frijol de palo. La harina precocida ÑA, presenta mayor contenido de proteínas (11% B.S.) y menor contenido de fibra y grasa que la ÑB. El contenido de ceniza en el caso de ÑA, se encuentra por debajo del límite máximo establecido por ITINTEC para harina integral de trigo (1,41%), en cambio la mezcla de variedades (ÑB) registra un valor superior, debiéndose posiblemente al mayor contenido de fibra.

La harina precocida de frijol de palo tiene alto contenido de proteínas y demás componentes muy similares a

CUADRO 22: Composición química proximal de las harinas precocidas de ñelén y de frijol de palo.

HARINAS PRECOCIDAS	ANÁLISIS (%)						
	HUMEDAD	PROTEÍNA	GRASA	CENIZA	FIBRA	NIFEXT	CALORIAS
ÑELEN :							
- ÑA							
(Var. Perú)	5,60	10,39	1,53	1,20	0,73	90,56	377,53
	0,00	11,00	1,62	1,27	0,77	95,34	
- ÑB							
(Mz. de var.)	6,20	9,50	2,33	2,50	1,26	79,21	371,01
	0,00	10,13	2,48	2,67	1,34	93,33	
FRIJOL DE PALO							
- Fa							
(Color Crema)	6,76	23,49	2,13	3,59	2,73	61,32	359,37
	0,00	25,19	2,29	3,94	2,93	65,77	

los reportados por Ruiz(59).

2. Análisis físicos y químicos.

a. Acidez titulable y pH. Los resultados se aprecian en el Cuadro 23. El pH de todas las muestras son similares, encontrándose entre los valores de 5,0 a 6,8, rango que comprende los alimentos bajos de acidez o llamados también no ácidos, alimentos del hombre tanto de origen animal como vegetal, Desrosier(25).

En cuanto a la acidez, la harina precocida ÑA está dentro del máximo permitido para harina integral de trigo, que es de 0,22%, y ligeramente superior en ÑB (0,23%),

resultados algo mayores al reportado para harina cruda de arroz de 0,1176% Vivas(66). Este comportamiento se relaciona con el mayor contenido de grasa del ñelén, la misma que es susceptible de hidrólisis durante el almacenamiento, elevando consecuentemente el contenido de ácidos grasos libres, expresado muchas veces como índice de acidez, Bressani (1974) citado por Succar(61). La oxidación o el deterioro de los alimentos grasos se ve favorecido por el triturado de los granos (característica del ñelén), que pone en contacto las enzimas y su sustrato, Cheftel(20).

La harina precocida de frijol de palo presenta una acidez de 0,51% relativamente alta, sin embargo Schmidt (1966) citado por Vivas (66%), reporta para harinas de Leguminosa, una acidez permisible de 0,582%.

b. Azúcares reductores y contenido de almidón. Los resultados de estas determinaciones en las harinas precocidas del ñelén y frijol de palo, se muestran en el Cuadro 23, donde se puede apreciar que el frijol de palo presenta bajo contenido de azúcares reductores, menor a 4,14% para la harina cruda, Daza(23), y muy superior a 0,00 que reporta Ruiz(59). La glucosa, azúcar reductor más común en los alimentos actúa como agente reductor debido a la presencia de radicales aldehidos y cetónicos, ya sean libres o potencialmente libres. Algunos de los principales factores que influyen el contenido de

CUADRO 23: Controles físico-químicos de las harinas precocidas de ñelén y frijol de palo.

ANÁLISIS (%)	HARINAS PRECOCIDAS		
	ÑELEN (ÑA)	ÑELEN (ÑB)	FRIJOL DE PALO
Acidez titulable (expresado en ácido sulfúrico)	0,22	0,23	0,51
pH	6,20	6,10	6,00
Determinación de azúcares reductores	5,90	3,60	3,30
Contenido de almidón	59,50	33,90	42,10

azúcares reductores son la variedad, madurez y temperatura de almacenaje, Mondy (1968) citado por Escobedo(27).

En relación al contenido de almidón, se observa que las harinas precocidas de ñelén difieren, siendo mayor para la Var. Perú (ÑA), esto puede deberse al mayor contenido de grasa, ceniza y fibra que presenta la harina precocida ÑA. Con respecto al frijol de palo el contenido de almidón es menor a 50,4% y 50,1% reportados por Ruiz(59) y Tello(62), respectivamente, que posiblemente se deba al lavado de los gritz de frijol de palo, llevado a cabo en el presente estudio, lo que no realizan los autores mencionados. La acción de las altas temperaturas en presencia de humedad modifican los almidones en mayor cantidad.

c. Actividad Ureásica. Los resultados se muestran en el Cuadro 27, e indican que en todos los casos, el valor de actividad ureásica se encuentra muy por debajo de los límites normales de 0,1 a 0,3 para leguminosas, tanto en el exhauster a 100°C como en el autoclave a 121°C, con 14 minutos de tratamiento térmico, se obtienen valores muy bajos de actividad ureásica, siendo algo mayores, pero siempre por debajo del límite normal, en las muestras de gritz sin lavado, lo que demuestra que los tratamientos térmicos aplicados eliminan los factores tóxicos termolábiles, logrando que estas harinas precocidas sean aceptables nutricionalmente.

Los valores de actividad ureásica encontrados en el presente estudio son menores a los de Tello(62) de 0,03, que utiliza similares condiciones de tratamiento térmico en la precocción, pero no somete a lavado a los gritz de frijol de palo, a lo que puede deberse, ya que el vapor penetra con mayor facilidad en los productos húmedos.

d. Granulometria. Los resultados se muestran en el Cuadro 24, donde se observa que la harina precocida de fielen presenta menor porcentaje de partículas finas (72,4%) que la del frijol de palo (76,8%) consideradas a partir del material retenido en la malla 10xx, desde la cual es considerada como harina fina y se utilizó para los trabajos posteriores en ambos productos.

Por otro lado se puede apreciar que, la harina

CUADRO 24: Determinación del tamizado y del módulo de finura de las harinas precocidas de ñelén y frijol de palo.

TANIZ Nº (1)	ABERTURA DE MALLA mm.	DIAMETRO MEDIO DE LAS PARTICULAS mm.	MATERIAL RETENIDO (%)			VALOR DE FINURA	
			ÑELEN (NA ₂)	FRIJOL DE PALO (Fa)	FACTOR	ÑELEN (NA ₂)	FRIJOL DE PALO (Fa)
32	0,497 \	Grueso	0,0 \	0,0 \	6	0,0	0,0
45	0,354 /		0,421	0,0 / ⁰	0,2 / ⁰	5	0,0	1,0
60	0,250 \	Medio	2,9 \	2,9 \	4	11,2	11,6
6xx	0,230 /		0,240	24,9 / ³	20,1 / ²	3	74,4	68,3
10xx	0,125 \	0,170	37,1 \	20,1 \	2	74,2	40,2
15xx	0,075 /	Fino	22,7 / ⁷	25,0 / ⁹	1	22,7	25,0
Plato	- /		0,075	12,6 /	31,7 /	0	0,0
TOTAL :			100,0	100,0		192,2	139,1
MÓDULO DE FINURA						1,922	1,391

- Módulo de finura = Total/100
- Índice de uniformidad para:
 - Ñelén 0: 3:7
 - Frijol de Palo 0: 2:8

precocida de ñelén, presenta mayor módulo de finura (1,822) en relación a la del frijol de palo (1,381), lo cual indica que la harina precocida de ñelén, posee mayor cantidad de partículas gruesas que la del frijol de palo, luego de la operación de molienda, deduciéndose que el ñelén presenta mayor resistencia a la desintegración que los gritz precocidos de frijol de palo.

e. Colometria. En el Cuadro 25, se aprecia que la harina precocida de ñelén ÑB2, reporta mayor porcentaje de remisión de color (56,1%) que el ÑA2 (War Perú), con 39,5%, por lo tanto ÑB2 es más claro que la ÑA2. En cambio con respecto al frijol de palo se observa que presenta 16,5% de remisión, debido a su color amarillo.

En comparación con los valores encontrados para las harinas crudas de ñelén (35,0 y 46,9%, ÑAc y ÑBc, respectivamente), se ve que las precocidas presentan un mayor porcentaje de remisión de color, es decir son más claras que las harinas crudas. En cambio con respecto a la harina precocida de frijol de palo, sufre una disminución considerable del porcentaje de remisión (16,5%) en relación a la harina cruda (58,5%), que posiblemente se deba al tratamiento térmico que propicia la formación de pigmentos coloreados responsables del oscurecimiento, Esquerra (1971) citado por Vargas(63). Las reacciones del tipo encafeicimiento (de ácidos orgánicos, aminoácidos y azúcares en reducción son producidos por el

CUADRO 25: Medición del color de las harinas crudas, precocidas y mezclas precocidas de melén y frijol de palo.

MUESTRA	COLOR DE REMISION (%) ^(*)	
1. Harina cruda		
- Melén A (NAO)	35,8	(2)
- Melén B (NB0)	46,9	(2)
- Frijol de palo (Fa)	58,5	(2)
Material retenido en:		
10xx	8,8	(3)
15xx	17,5	(2)
Plato	99,8	(2); 12,8 (1)
2. Harina Precocida		
- Melén (NA2)	39,5	(2)
- Melén (NB2)	56,1	(2)
- Frijol de palo (Fa)	16,5	(2)
3. Harina mezcla precocida		
A' (75:25) **	34,4	(2)
A (55:45)	19,3	(2)
B (55:45)	21,1	(2)
4. Harinas crudas (Testigo)		
Trigo comercial (a)	57,8	(1)
Harina comercial	22,5	(1)
Arroz superior (b)	38,7	(1)
Harina de arroz	52,5	(1)
Melén de Iquitos (NIq)	36,8	(1)
Melén de Tarapoto (NTr)	43,5	(2)

* Promedio de dos mediciones

** Formulación protéica en 100 g de proteína.

(a) Ruiz(59)

(b) Vivas(66)

(1), (2), y (3) Estándar de Remisión Buhler (Según el Manual del Equipo; para harinas blancas, harinas claras y harinas oscuras, respectivamente).

calentamiento bajo condiciones húmedas, Desrosier(25)

El mayor porcentaje de remisión de color para la harina precocida de frijol de palo (38%), que reporta Ruiz(59), se debe a que no utiliza como harina el material retenido en la malla 10xx, que es mucho menos clara; como se ha visto en la medición de color de la harina cruda, el material retenido en la malla 10xx tiene una remisión de color de 8,8% en estándar 3 para harinas oscuras, mientras que la del plato, es muy clara con 12,8% de remisión de color en estándar 1 para harinas blancas, cercana a 22,5% de remisión para la harina comercial de trigo, Ruiz(59).

f. Indice de Absorción y Solubilidad en agua. Los resultados de estos análisis se muestran en el Cuadro 26, de los cuales se deduce que la harina precocida de ñelén presenta mayor índice de absorción (4,47) en comparación a la del frijol de palo (3,69), lo que indica que el almidón en la harina precocida de ñelén, se encuentra más gelatinizado, ya que el índice de absorción aumenta con el grado de gelificación; este aumento en la capacidad de gelificación, es consecuencia de su modificación durante el tratamiento térmico. La absorción se debe también a la capacidad de rehidratación de los almidones modificados que tienen la propiedad de absorber gran cantidad de agua, de hacerse más solubles y de formar geles, Knight (1969), citado por Vargas(63).

Sin embargo la propiedad de absorción depende también del tamaño de partículas y su distribución en el

CUADRO 26: Índice de absorción y solubilidad en agua de las harinas precocidas de ñelén y frijol.

ANÁLISIS	HARINAS PRECOCIDAS	
	ÑELEN (Na)	FRIJOL DE PALO (Fa)
- Índice de absorción (g gel/g muestra)	4,47	3,69
- Índice de solubilidad (%)	14,92	15,47

producto, del pH, de la fuerza iónica y de la temperatura del medio, Vargas (63).

Con respecto al porcentaje de solubilidad, el ñelén presenta menor valor (14,92), en comparación a la del frijol de palo (15,47), datos que confirman la relación inversa que debe existir entre el índice de absorción y el porcentaje de solubilidad. Así, en gritz de maíz sometidos a secador de rodillos, el índice de absorción disminuye cuando se reduce la humedad y aumenta el índice de solubilidad, Anderson et al (1969), citado por Vivas(66).

g. Característica o Velocidad de flujo. Este análisis tiene mayor aplicabilidad para controlar los procesos de precocción industrialmente, por su precisión, sencillez y por su mejor correlación con la susceptibilidad al ataque enzimático, Salazar(60). Se determinó en las harinas precocidas de ñelén y frijol de palo sometidas a diferentes condiciones de tratamiento térmico para estudiar el grado de modificación de almidones.

Los resultados de velocidad de flujo del ñelén se muestran en las Figuras 7 y 8 y Cuadro 27, donde se puede apreciar que para el tiempo de pasaje de 20 segundos, las concentraciones de harina precocida tienden a disminuir conforme el tiempo de cocción aumenta, lo cual indica una mayor modificación del almidón en ÑA2 y ÑB2, que en ÑA1 y ÑB2, pero la concentración necesaria para obtener 20 segundos de flujo en las harinas precocidas ÑA3 y ÑB3, no siguen la tendencia de las anteriores, la concentración en vez de disminuir, aumenta. Esto es consecuencia del daño ocurrido en el gránulo de almidón durante la precocción, lo que hace necesario una concentración mayor de harina precocida de ñelén 26,6 y 27,2 %, para ÑA3 y ÑB3, respectivamente.

Los resultados de velocidad de flujo del frijol de palo se muestran en las Figuras 7 y 9, y Cuadro 27, donde se puede apreciar que la mayor modificación de almidones poseen las harinas precocidas cuyos gritz de frijol de palo fueron lavados y sometidos a 14 minutos de tratamiento térmico, tanto en el Autoclave a 121°C, como en el Exhauster a 100°C; siendo mayor aún la modificación en la muestra cuya precocción se realizó en Autoclave (Fa), con 29,3 % de concentración de harina precocida, en relación a la llevada a cabo en el Exhauster (Fai), con 32,3 % de concentración que se requiere para que el flujo sea de 20 segundos.

CUADRO 27: Resultados de velocidad de flujo en las harinas crudas, precocidas y mezclas precocidas del Melén y frijol de palo, y de la actividad ureásica.

MUESTRA DE HARINA	TIEMPO DE PRE- COCCIÓN (Min)	VELOCIDAD DE FLUJO CONCENTRACION (%) PARA 20" DE FLUJO	ACTIVIDAD UREASICA
A. Harinas crudas (Testigos)			
1. Melén, Var. Perú (No)	-	46,5	-
2. Frijol de palo (Fo)	-	36,1	1,88
B. Harinas Precocidas:			
1. Melén, en Exhauster (100 °C)			
a. Melén, Var. Perú (Nap)			
NA1	7	25,2	-
NA2	10	24,4	-
NA3	14	26,6	-
b. Melén, Mez. Var. (NBp)			
NB1	7	25,2	-
NB2	10	24,2	-
NB3	14	27,2	-
2. Frijol de Palo			
a. En Exhauster (100 °C)			
Fa1	14	32,3	0,01
Fa2	21	33,6	-
Fa3	28	35,1	-
Fb1	14	38,2	0,017
Fb2	21	38,7	-
Fb3	28	39,4	-
b. En autoclave (121 °C)			
Fa	14	29,3	0,01
Fb	14	37,1	0,02
Fb'	28	38,9	-
C. Harinas Mezclas Precocidas:			
1. Con Melén Var. Perú			
A' (75:25)	-	23,2	0,01
A (55:45)	-	24,2	-
2. Con Melén mezcla de Vars. de arroz			
B (55:45)	-	23,6	-

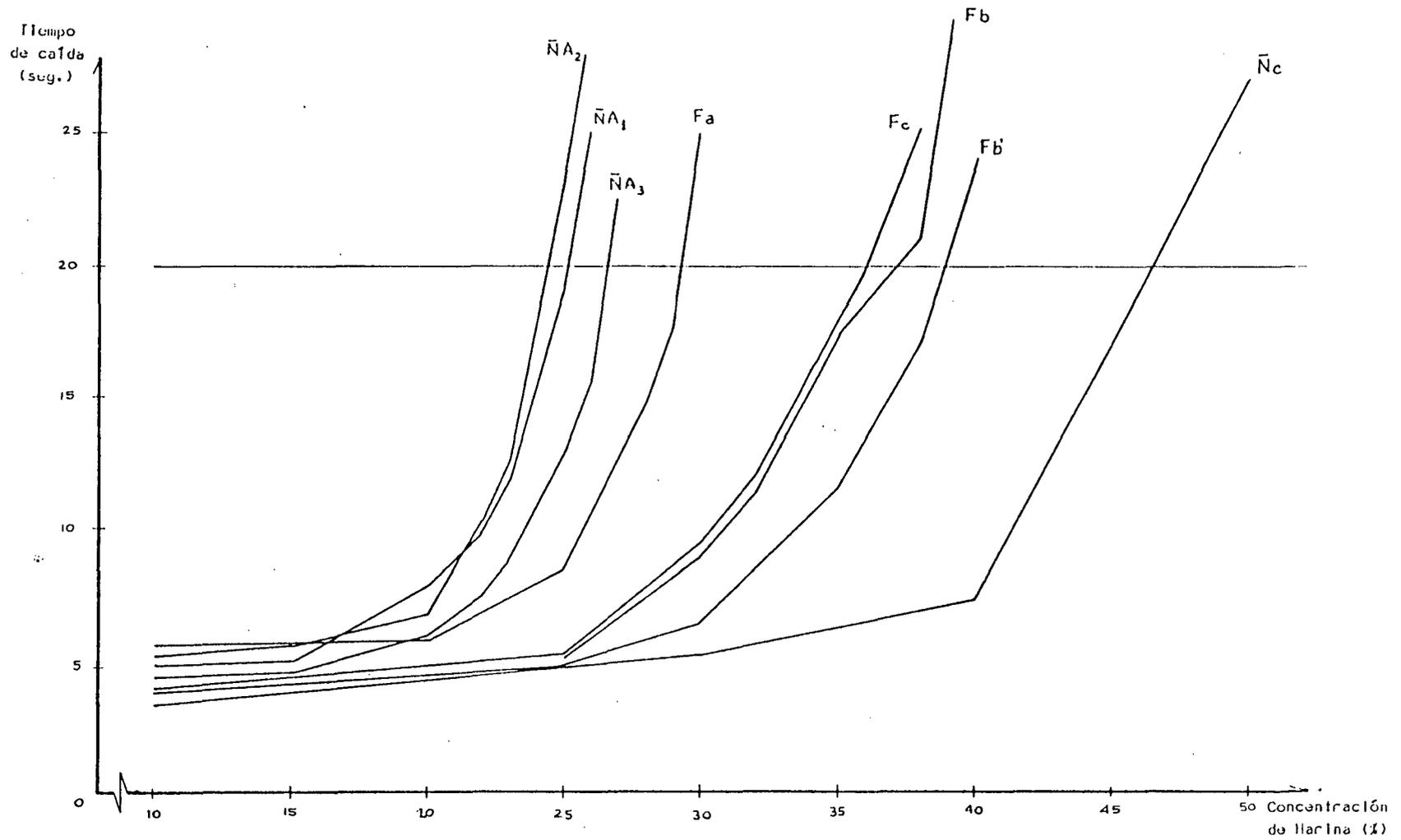


FIGURA 7: Características de Flujo de Suspensiones de harinas crudas y precocidas de Melén (var. Perú) y de frijol de palo.

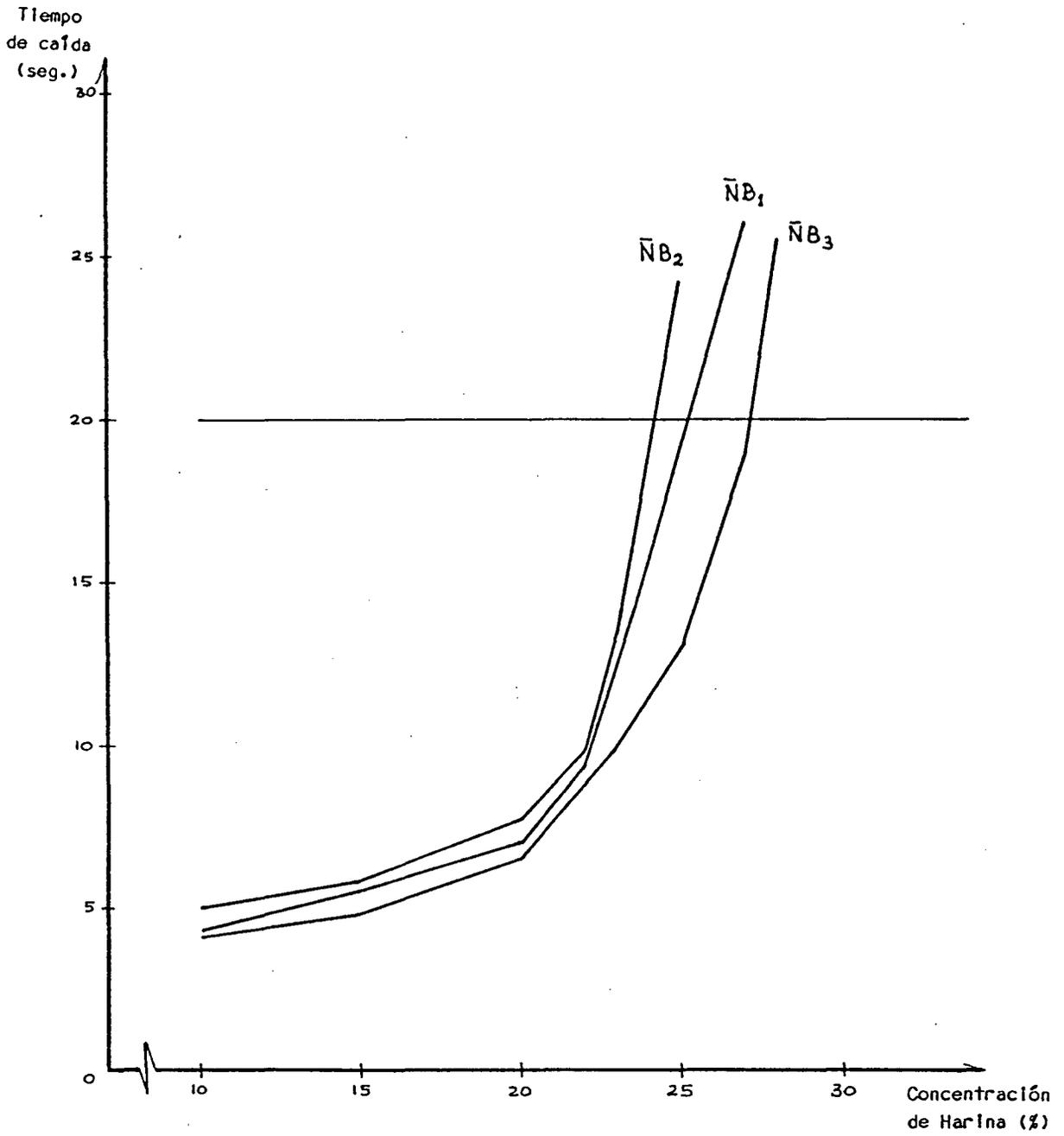


FIGURA 6: Características de Flujo de Suspensiones de harinas precocidas de Heián (mezcla de variedades de arroz).

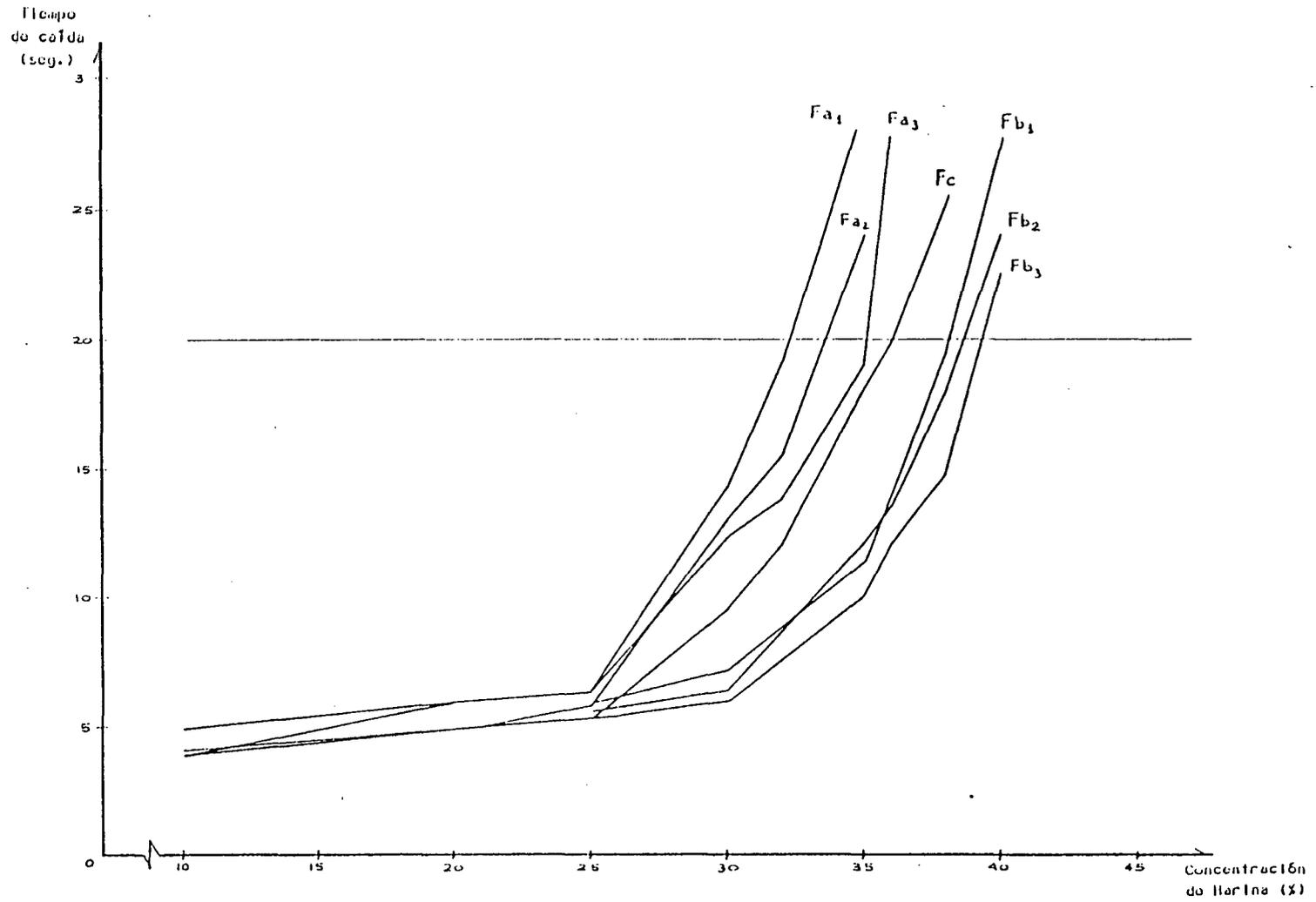


FIGURA 91 Características de Flujo de Suspensiones de harinas precocidas de frijol de palo con tratamiento térmico en exhauster.

LEYENDA.

FIGURA 7:

- ÑA : Harina precocida de ñelén, Var. Perú.
Ñc : Harina cruda de ñelén, Var. Perú.
1,2 y 3 : Tratamiento térmico en exhauster; 7, 10 y 14 minutos, respectivamente.
Fa : Harina precocida de frijol de palo con gritz lavados.
Fb : Harina precocida de frijol de palo con gritz sin lavado.
Fa y Fb, con 14 minutos de tratamiento térmico en autoclave.

FIGURA 8:

- ÑB : Harina precocida de ñelén, mezcla de Mars. de arroz.
1,2 y 3 : Idem Figura 7.

FIGURA 9:

- Fa : Harina precocida de frijol de palo con gritz lavados.
Fb : Harina precocida de frijol de palo con gritz sin lavado.
Fc : Harina cruda de frijol de palo.
1,2 y 3 : Tratamiento térmico en exhauster; 14, 21 y 28 minutos, respectivamente.

Ver Cuadro 27.

Con respecto a las muestras cuyos gritz no fueron lavados (Fb1, Fb2, Fb3, en Exhauster; Fb y Fb', en autoclave), con las mismas condiciones de tratamiento térmico, se nota claramente, que en ausencia de humedad los almidones sufren una menor modificación, por lo que requieren una mayor concentración de harinas para producir un flujo de 20 seg. Asimismo, se aprecia que con respecto a la concentración de harina cruda de frijol de palo (36,1%) las muestras sin lavado requieren mayor concentración que ésta, que se debe posiblemente al sobrecocimiento que ocasiona daño en el almidón.

h. Viscoamilografía. Prueba realizada con la finalidad de evaluar el comportamiento de las harinas precocidas de ñelén (Ñp) y frijol de palo (Fp), en función de la variación de la viscosidad, con la finalidad de averiguar y comparar la influencia que pudiera tener el comportamiento aislado de cada harina en las mezclas precocidas.

En el Cuadro 28 y en las Figuras 11 y 13 se presentan los resultados y las curvas de variación de la viscosidad en las harinas precocidas obtenidas en el presente estudio.

La harina precocida de ñelén presenta mayor viscosidad a 92°C (220 U.B.) que la del frijol de palo, Fp (120 U.B.) y mayor temperatura de gelificación (86°C) en comparación a Fp (76°C). Cuando se alcanza la temperatura

CUADRO 28: Variaciones en la viscosidad y temperatura de gelatinización, de suspensiones de harinas crudas, precocidas y mezclas precocidas a partir de frijol y frijol de palo.

MUESTRA (1)	TEMP. DE INICIO DE GELATINIZA CIÓN (Tg)	VISCOSIDAD (unidades Brabender)			
		Calentamiento (25° a 92°)		Temp. Cte. (92° x 15 min)	Enfriamiento (92° a 25°)
		Visc. Final U.B.	Visc. Máx. U.B.	Visc. Final U.B.	Visc. Final (25°) U.B.
1. Harinas Crudas.					
- Maíz (Mc) (80 g)	73	420	410	200	760
- Frijol p. (Fc) (80 g).	80	440	500	500	500
2. Harinas Precocidas.					
- Maíz (Mp) (80 g)	86	220	420	420	1,000 (50°)
- Frijol p (Fp) (80 g).	76	120	250	250	440
J. Harinas Mezclas Selecionadas.					
a. Crudas.					
- M'c (75:25) (65 g)	75	260	260	100	470
b. Precocidas.					
- M'p (75:25) (65 g)	85	360	460	450	1,000 (62°)
- Mp (55:45) (65 g)	84	450	510	470	1,000 (71°)

(1) Pesos de muestra regulada a 14% de humedad y puestas en suspensión con 460 ml. de agua.

(2) Porcentaje proteica de la mezcla (en 100 g. de proteína).

de 92°C y se mantiene durante 15 minutos, la viscosidad aumenta en ambos casos, para luego mantener la misma viscosidad hasta finalizar esta etapa siendo importante

notar que el tiempo que requiere cada harina para alcanzar la viscosidad máxima, así la harina precocida Ñp, requiere de aproximadamente 1,5 minutos, mientras que la harina precocida Fp requiere de 15 minutos.

En la etapa de enfriamiento (92 a 25°C) la viscosidad aumenta nuevamente, siendo mayor y más rápido para la harina precocida Ñp que para las 1.000 U.B. a los 23 minutos de enfriamiento, en comparación con la harina Fp que llega al final del enfriamiento (25°C) con 440 U.B. por lo tanto el fenómeno de retrogradación (aumento de la viscosidad en condiciones de enfriamiento) es muy marcado para el caso de la harina precocida de ñelén (Ñp).

Estos fenómenos se explican en parte por las modificaciones físico-químicas que surgen en los constituyentes del almidón y característica estructural de cada tipo de almidón, Cheftel (20).

En relación a las harinas crudas de ñelén (Ñc) y frijol de palo (Fc), Figuras 10 y 12, las viscosidades de éstas en la etapa de calentamiento son mayores que sus similares precocidas, y al final del enfriamiento (25°C), la muestra Ñc presenta mayor viscosidad (760 U.B.) que la de Fc (580 U.B.). La temperatura de inicio de gelatinización (Tg), es mayor en la Fc (80°C) y menor en Ñc (73°C).

Existe una variación muy amplia en las características de gelatinización y en el contenido de

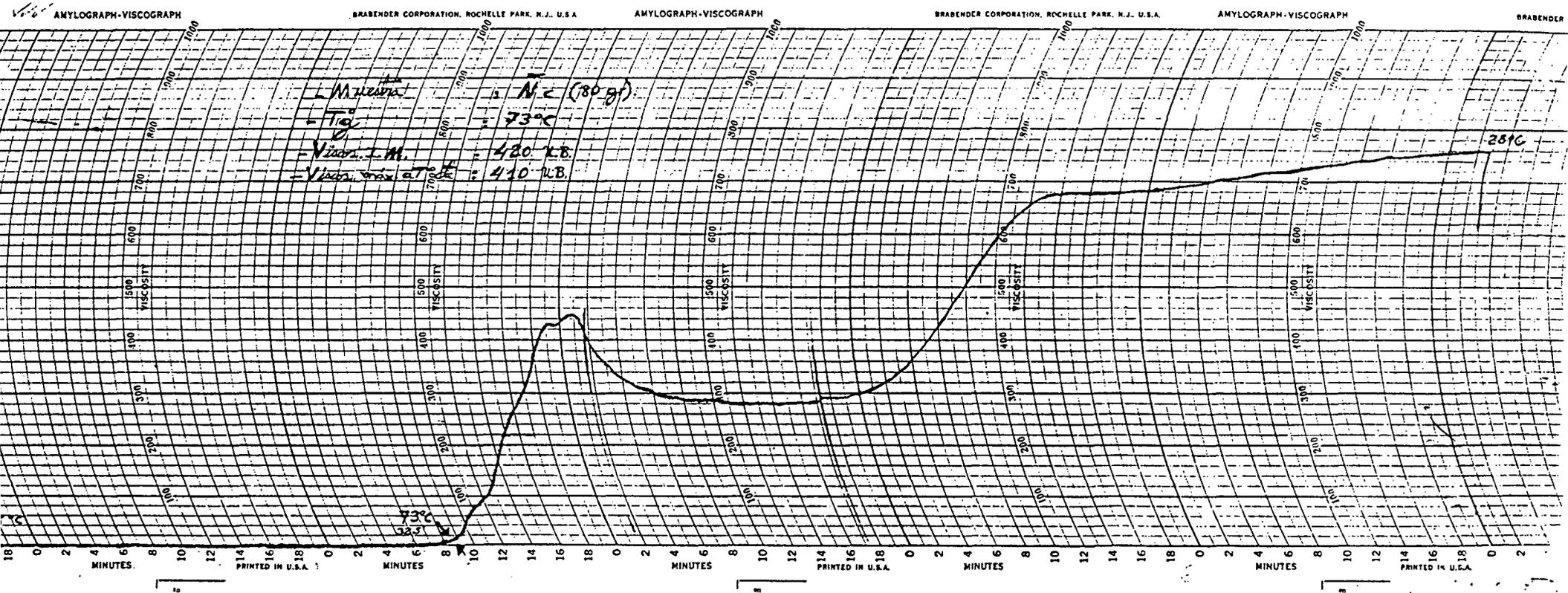


FIGURA 10: Variaciones de la viscosidad en las etapas de calentamiento, a temperatura constante y enfriamiento en la harina cruda de Neién (Var. Perú).

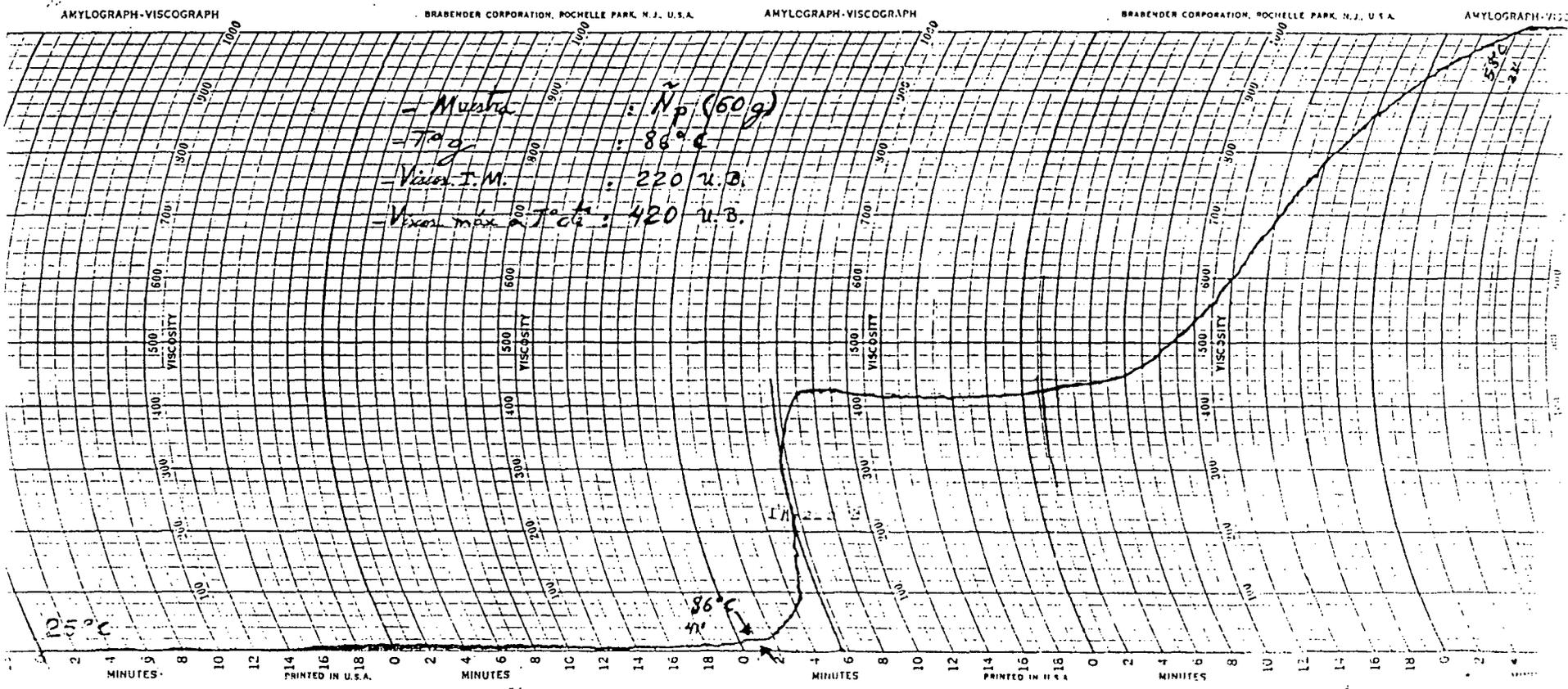


FIGURA 11: Variaciones de la viscosidad en las etapas de calentamiento, a temperatura constante y enfriamiento en la harina precoolada de Neien (var. Perú).

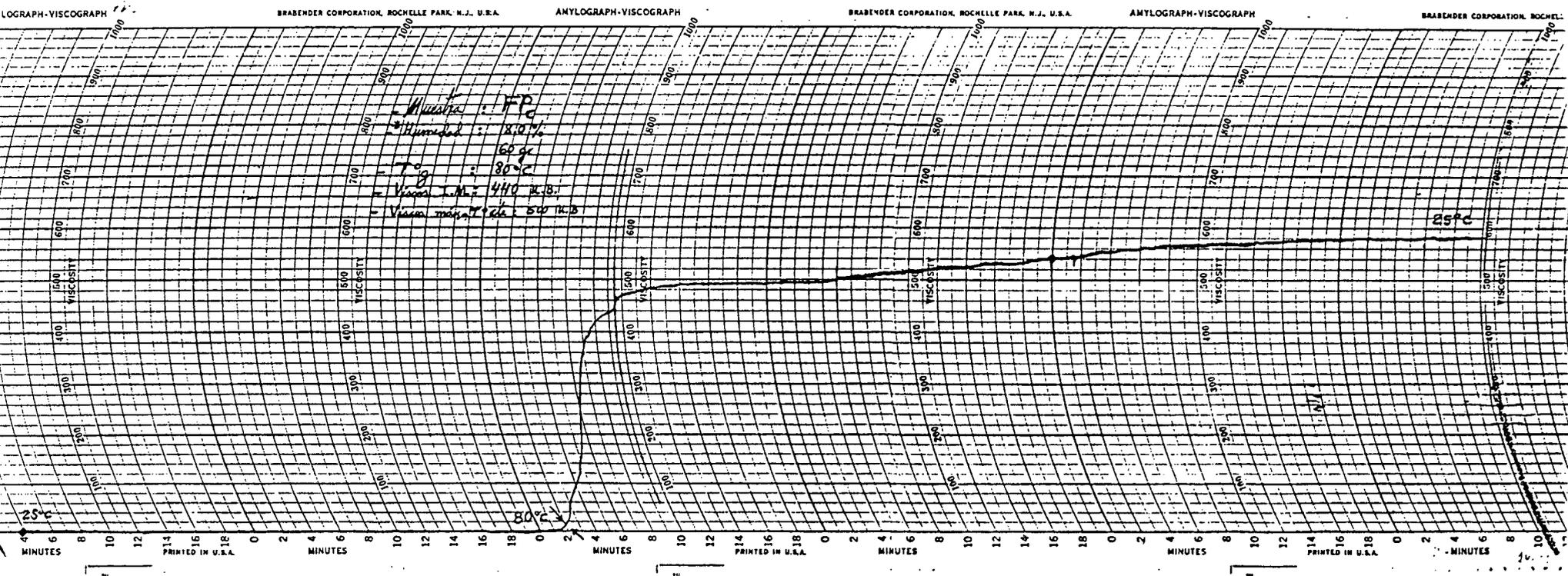


FIGURA 12: Variaciones de la viscosidad en las etapas de calentamiento, a temperatura constante y enfriamiento en la harina cruda de frijol de palo.

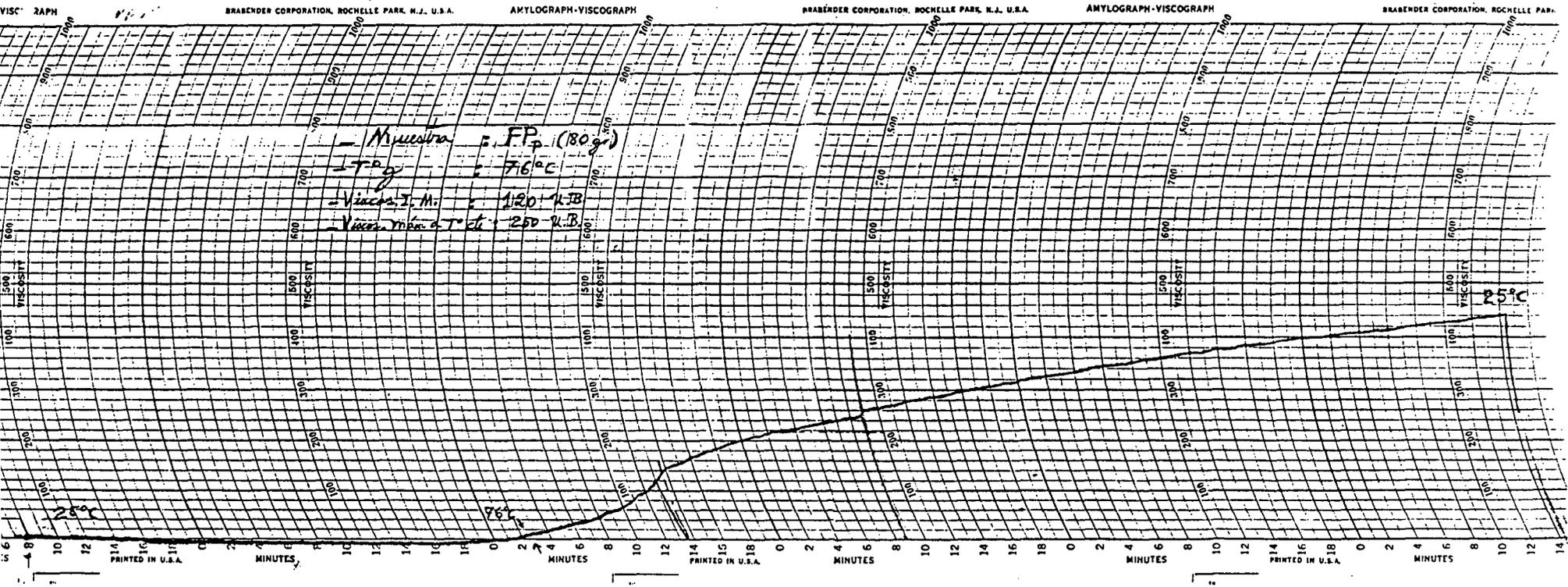


FIGURA 13: Variaciones de la viscosidad en las etapas de calentamiento, a temperatura constante y enfriamiento en la harina precocida de frijol de palo.

amilosa en las diversas variedades de arroz. Así los rangos de Tg varían desde 60 hasta 77°C, obtenidos por Halick y Kelly (1959) citado por Bengoa(12).

Vivas(66), reporta una temperatura de gelificación de 87°C para la harina cruda de arroz, una viscosidad a 70°C muy baja (100 U.B.) y viscosidad máxima 720 U.B, en el enfriamiento (30°C). Bengoa(12), obtiene temperaturas de inicio de gelatinización de 81,86; 88,10; 70,17 y 91,35°C, para harina de arroz con tratamiento térmico en autoclave (115°C), a 0, 5, 10 y 15 minutos, respectivamente temperaturas de gelificación superiores a las de harinas de fielen cruda y precocida. Asimismo, la viscosidad final de enfriamiento (30°C) que obtiene para el arroz precocido con 10 minutos de tratamiento térmico en autoclave, es menor (324 U.B.) a la de \bar{F}_p , que alcanza 1.000 U.B. a 23 minutos de enfriamiento (58°C). Asimismo, reporta para la harina precocida de frijol castilla (Vigna sinensis), sometida a cocción en agua a 100°C por 15 minutos, que su gelatinización se inicia a 60,7°C, menor que F_p (76°C); al final del enfriamiento (30°C) alcanza viscosidad final de 252 U.B., muy similar a la del frijol de palo (F_p) con 250 U.B.

Es importante mencionar que las diferencias de viscosidad entre las harinas de fielen y frijol de palo son de esperarse, ya que el comportamiento de cada harina depende básicamente del tipo y cantidad de almidón

presente en ella, así las harinas de ñelén contienen mayor porcentaje de almidón que sus similares del frijol de palo, presentando entonces mayor viscosidad. Esta característica depende también del tratamiento previo al que ha sido sometido y a la presencia de otras sustancias en el medio acuoso, Escobedo(27).

F. Obtención de mezclas de harinas precocidas.

1. Formulación de las Mezclas.

Las harinas precocidas de ñelén y frijol de palo para ser mezcladas a fin de lograr el mejor balance posible en el contenido de aminoácidos esenciales del producto final, así como el óptimo nivel de proteína, han tenido que someterse a una serie de combinaciones mediante el procedimiento del método del cómputo químico, fundamentado en el balance de aminoácidos esenciales.

a. Balance de Proteínas. Luego de ser establecido el contenido de aminoácidos esenciales de los alimentos que componen la mezcla, Cuadro 29, expresados en "gramos de aminoácidos esenciales contenidos en 100 g de proteína", se procedió a efectuar el balance de proteínas en 100 g. de proteína de la mezcla a partir de las harinas precocidas de ñelén y frijol de palo, como se muestra en el Cuadro 30.

2. Selección de las Mezclas.

a. Determinación del Cómputo Químico. En el Cuadro 30 se muestra el balance de aminoácidos esenciales de las

CUADRO 29: Contenido de aminoácidos esenciales de los alimentos que componen la mezcla alimenticia (1).

	NELEN A (NA)		NELEN B (NB)		FRIJOL DE PALO	
	10.38% prot.		9.5% prot.		23.48% prot.	
	(2)	(3)	(2)	(3)	(2)	(3)
Isoleucina	451	4,34	413	4,34	720	3,10
Leucina	929	9,95	850	9,95	1470	6,30
Lisina	369	3,55	330	3,55	1905	7,69
Metionina + Cistina	273	2,63	250	2,63	349	1,49
Fenilalanina + Tirosina	1893	18,53	1800	18,53	2413	10,28
Treonina	329	3,16	300	3,16	603	2,91
Triptófano	137	1,32	125	1,32	131	0,56
Valina	642	6,19	589	6,19	944	3,59

(1) Calculado en base a los Cuadros 14 y 22.

(2) mg. de AA. en 10.38 g. de proteína.

(3) Gramos de A.A. en 100 g. de proteína.

21 combinaciones. Comparando con la referencia, propuesta por la FAO/OMS, se fijó el porcentaje de cobertura para cada mezcla en base a la fórmula:

$$\text{Cálculo Químico} = \frac{\text{Concentración de aminoácido limitante en la mezcla}}{\text{Concentración del mismo aminoácido en el patrón}} \times 100$$

En el Cuadro 31, se da a conocer que el mejor resultado se obtuvo en la combinación proteica 75:25 (A), mezcla que reporta un cálculo químico de 66,90% deficiente en metionina y cistina. Asimismo se seleccionó la mezcla proteica 55:45 (A), por su mayor contenido de proteína de frijol de palo, resultando ser ésta mejor en contenido de

**CUADRO No. 35. - Valoración del contenido de aminoácidos en combinaciones
de proteínas de las mezclas Melén - Frijol de Palo.**

MELEN (Brewers rice)	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	REFER.
FRIJOL PALO	000	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	FAO 1970 (100%)
• ISOLEUCINA																						
• Melén	4,34	4,12	3,91	3,69	3,47	3,26	3,04	2,82	2,60	2,39	2,17	1,95	1,74	1,52	1,30	1,09	0,97	0,65	0,43	0,22	0,00	
• F. Palo	0,00	0,16	0,31	0,47	0,62	0,76	0,93	1,09	1,24	1,40	1,55	1,71	1,86	2,02	2,17	2,33	2,48	2,64	2,79	2,95	3,10	
• Total	4,34	4,28	4,22	4,16	4,09	4,02	3,97	3,91	3,84	3,79	3,72	3,66	3,60	3,54	3,47	3,42	3,35	3,29	3,22	3,17	3,10	4,0
• % FAO							99,2	97,8	96,1	94,7	93,0	91,6	89,9	88,5	86,8	85,4	83,7	82,3	80,6	79,2	77,50	
• LEUCINA																						
• Melén	8,95	8,50	8,06	7,61	7,16	6,71	6,27	5,82	5,37	4,92	4,48	4,03	3,58	3,13	2,69	2,24	1,79	1,34	0,90	0,45	0,00	
• F. Palo	0,00	0,32	0,63	0,95	1,26	1,58	1,89	2,21	2,52	2,84	3,15	3,47	3,78	4,10	4,41	4,73	5,04	5,36	5,67	5,99	6,30	
• Total	8,95	8,82	8,69	8,56	8,42	8,29	8,16	8,03	7,89	7,76	7,63	7,50	7,36	7,23	7,10	6,97	6,83	6,70	6,57	6,44	6,30	
• % FAO																99,5	97,6	95,8	93,8	92,0	90,0	7,0
• LISINA																						
• Melén	3,55	3,37	3,20	3,02	2,84	2,66	2,49	2,31	2,13	1,95	1,78	1,60	1,42	1,24	1,07	0,89	0,71	0,53	0,36	0,18	0,00	
• F. Palo	0,00	0,39	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	2,69	3,08	3,46	3,85	4,23	4,61	5,00	5,38	5,77	6,15	6,54	6,92	7,31	7,69	
• Total	3,55	3,76	3,97	4,17	4,38	4,58	4,80	5,00	5,21	5,41	5,63	5,83	6,03	6,24	6,45	6,66	6,86	7,07	7,28	7,49	7,69	5,5
• % FAO	64,6	68,4	72,1	75,8	79,6	83,3	87,2	90,9	94,7	98,4												
• METIONINA + CISTINA																						
• Melén	2,63	2,50	2,37	2,24	2,10	1,97	1,84	1,71	1,58	1,45	1,32	1,18	1,05	0,92	0,79	0,66	0,53	0,40	0,26	0,13	0,00	
• F. Palo	0,00	0,08	0,15	0,22	0,30	0,37	0,45	0,52	0,60	0,67	0,75	0,82	0,90	0,97	1,04	1,12	1,19	1,27	1,34	1,42	1,49	
• Total	2,63	2,58	2,52	2,46	2,40	2,34	2,29	2,23	2,18	2,12	2,07	2,00	1,95	1,89	1,83	1,78	1,72	1,67	1,60	1,55	1,49	3,5
• % FAO	75,1	73,7	71,9	70,2	68,7	66,9	65,5	63,7	62,23	60,5	59,0	57,2	55,8	54,0	52,3	50,8	49,03	47,6	45,3	44,3	42,57	
• FENILALANINA + TIROSINA																						
• Melén	10,53	10,00	9,48	8,95	8,42	7,90	7,37	6,84	6,32	5,79	5,27	4,74	4,21	3,69	3,16	2,63	2,11	1,58	1,05	0,53	0,00	
• F. Palo	0,00	0,51	1,03	1,54	2,06	2,57	3,08	3,60	4,11	4,63	5,14	5,65	6,17	6,68	7,20	7,71	8,22	8,74	9,25	9,77	10,28	
• Total	10,53	10,51	10,51	10,49	10,48	10,47	10,45	10,44	10,43	10,42	10,41	10,39	10,38	10,37	10,36	10,34	10,33	10,32	10,30	10,30	10,28	6,0
• % FAO																						
• TREONINA																						
• Melén	3,16	3,00	2,84	2,68	2,53	2,37	2,21	2,05	1,90	1,74	1,58	1,42	1,26	1,01	0,95	0,79	0,63	0,47	0,32	0,16	0,00	
• F. de Palo	0,00	0,15	0,29	0,44	0,58	0,73	0,87	1,02	1,16	1,31	1,46	1,60	1,75	1,89	2,04	2,18	2,33	2,47	2,62	2,77	2,91	
• Total	3,16	3,15	3,13	3,12	3,11	3,10	3,08	3,07	3,06	3,05	3,04	3,02	3,01	3,00	2,99	2,97	2,96	2,94	2,94	2,93	2,91	4,0
• % FAO	79,0	78,8	78,4	78,2	77,7	77,5	77,1	76,9	76,4	76,2	76,0	75,6	75,4	74,9	74,7	74,3	74,1	73,6	73,4	73,2	72,8	
• TRIPTOFANO																						
• Melén	1,32	1,25	1,19	1,12	1,06	0,99	0,92	0,86	0,79	0,73	0,66	0,59	0,53	0,46	0,40	0,33	0,26	0,20	0,13	0,07	0,00	
• F. de Palo	0,00	0,03	0,06	0,08	0,11	0,14	0,17	0,20	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,50	0,53	0,56	
• Total	1,32	1,28	1,25	1,20	1,17	1,13	1,09	1,06	1,01	0,98	0,94	0,90	0,87	0,82	0,79	0,75	0,71	0,68	0,63	0,60	0,56	1,0
• % FAO										98,0	94,0	90,0	87,0	82,0	79,0	75,0	71,0	68,0	63,0	60,0	56,0	
• VALINA																						
• Melén	6,18	5,87	5,56	5,25	4,94	4,64	4,33	4,02	3,71	3,40	3,09	2,78	2,47	2,16	1,85	1,55	1,24	0,93	0,62	0,31	0,00	
• F. de Palo	0,00	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62	1,80	1,98	2,15	2,33	2,51	2,69	2,87	3,05	3,23	3,41	3,59	
• Total	6,18	6,05	5,92	5,79	5,66	5,54	5,41	5,28	5,15	5,02	4,89	4,76	4,62	4,49	4,36	4,24	4,11	3,98	3,85	3,72	3,59	5,0
• % FAO											97,8	95,22	92,4	89,9	87,3	84,7	82,1	79,5	77,0	74,4	71,8	

(*) Mezcla con el verdadero valor del cómputo químico.

(**) Mezcla seleccionada, más deficiente en metionina y cistina.

(—) Los espacios ocupados por la línea corresponden a mezclas cuya cobertura alcance el 100% o más de aminoácido de la proteína de referencia de FAO

CUADRO 31: Contenido de aminoácidos esenciales 1/ de las mezclas alimenticias seleccionadas 2/.

COMPONENTES	MEZCLAS SELECCIONADAS			PATRON FAO
	A'	A	B	REFERENCIA
	(75:25)	(55:45)	(55:45)	(1973)
Isoleucina	4,0	3,79	3,79	4,0
Leucina	8,29	7,76	7,76	7,0
Lisina	4,58	5,41	5,41	5,5
Metionina + Cistina	2,34	2,12	2,12	3,5
Fenilalanina + Tirosina	10,47	10,42	10,42	6,0
Treonina	3,10	3,05	3,05	4,0
Triptófano	1,13	0,93	0,93	1,0
Valina	5,54	5,02	5,02	5,0
<u>Cóputo químico (%) 3/</u>	66,90	60,50	60,50	100,0
<u>Aminoácido Limitante 3/</u>	Metionina + Cistina	Idem	Idem	--

1/ Aminoácidos expresados en g/100 g. de proteína.

2/ Mezclas seleccionadas en base al Cuadro 30.

3/ Calculado en base a la fórmula FAO/OMS (29).

Lisina, aunque disminuyendo en Metionina y Cistina, en la que es más deficiente (60,50%) que A', obsérvese que el incremento de lisina es mayor (15,1%) que la disminución de metionina y cistina (6,4%) que se produce en el mismo intervalo protéico, también presenta una disminución con respecto a la treonina (1,3%), el segundo aminoácido limitante en ambas mezclas pero que es mucho menor que la que sufre la metionina y cistina.

Los resultados indican que la combinación en forma conveniente de ambas proteínas (ñelén y frijol de palo), originan otras (Mezclas A' y A) de mejor balance respecto al patrón FAO\OMS, que cuando están en forma aislada,

obsérvese el incremento de los aminoácidos esenciales en las mezclas protéicas seleccionadas, que son deficientes en los alimentos originales (ñelén en lisina y frijol de palo en metionina y cistina), Cuadros 29 y 31. Referente al balance de aminoácidos esenciales se puede decir que la mezcla A' (Cuadro 30), presenta un índice de calidad protéica aceptable para niños en edad escolar y para el poblador con deficiencias nutricionales.

3. Mezclado.

a. **Determinación de la fórmula de la mezcla en Porcentaje de harina.** Una vez seleccionadas las mezclas protéicas, se efectuó las relaciones en peso de harinas precocidas de ñelén y frijol de palo para realizar las mezclas respectivas en las proporciones determinadas, para lo cual se llevó a conversión las proteínas gramos a gramos de alimento en las mezclas, cálculos que se demuestran en el Cuadro 32. Procediéndose al mezclado manual y a su empacado y almacenamiento, con el fin de evitar contaminaciones y proseguir con los análisis físicos, químicos, biológicos y de aplicación experimental.

G. Análisis y Evaluaciones de las mezclas alimenticias.

Se realizó la evaluación de los productos finales en sus aspectos químicos, físicos, microbiológicos, nutricionales y sensoriales.

CUADRO 32: Conversión de gramos de proteína a gramos de alimento en las mezclas seleccionadas.

MEZCLAS SELECCIONADAS	GRAMOS DE PROT. EN 100 g DE MEZCLA PROTEICA	GRAMOS DE PROT. EN 100 g. DE ALIMENTO	g. DE ALIM. EN LA MEZCLA PROT.	g. DE ALIM. EN 100 g. DE MEZCLA DE ALIM.
- A'				
Nelén	75	10,39	723	97
Frijol de palo	25	23,49	187	13
- A				
Nelén	55	10,39	538	73
Frijol de palo	45	23,49	192	27
- 8^{1/2}				
Nelén	55	9,58	579	75
Frijol de palo	45	23,49	192	25

1/ Nelén obtenido del procesamiento de la mezcla de variedades de arroz, tal como se procesa en el molino.

1. Composición química proximal.

En el Cuadro 33 se puede apreciar la composición química de las mezclas seleccionadas A' y A, cuyos porcentajes de proteína, 11,78 y 12,75%, respectivamente, son aproximadamente similares a las mezclas: Arroz y quinua (25:75), 11,39 %, Arroz, Quinua y Maiz opaco-2 (12,5:12,5:75), 11,51% y quinua y maiz opaco-2 (75:25), 10,80%, obtenido por Vivas(66), y a las de Bengoa(12) a base de Arroz, Quinua y Frijol castilla (50:20:30) para niños, con 12,59% de proteínas y para adultos (50:40:10) con 11,09%, pero menor a las encontradas en mezclas seleccionadas de maiz y frijol de palo (56:44 y 34:66) cuyo porcentaje de proteínas está entre 14,25 y 17,72%,

CUADRO 33: Composición químico proximal de las mezclas alimenticias seleccionadas: A' y A.

HARINAS PRECOCIDAS	ANÁLISIS (%)						
	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CENIZA	FIBRA	NIFEXT	CALORIAS
Mezcla A'							
(75:25)	4,88	11,78	1,67	1,68	2,46	77,88	372,55
	-	12,37	1,75	1,76	2,58	81,51	391,27
Mezcla A							
(55:45)	5,22	12,75	1,47	1,74	1,67	77,15	372,83
	-	13,45	1,55	1,84	1,76	81,48	393,28
En 100 Calorías:							
A'	-	3,2	8,5	8,5	8,7	28,8	100,00
A	-	3,4	8,4	8,5	8,7	28,8	100,00
Mínimo Recomendado por CDN (1), en 100 Calorías	-	1,8	3,3	-	-	-	100,00

(1) CDN, Comité on Nutrition, U.S. 1976. Citado por Vargas(63), Bengoa(12).

Daza(23); y la mezcla de maíz, frijol de palo y leche en polvo Enci (40:40:20) con 15,03% de proteína en la mezcla, Tello(62). El mayor porcentaje de proteína se debe a la elevada proporción de frijol de palo que participa en las mezclas, y en la última, a la leche en polvo, tornándola más nutritiva. La mezcla precocida A presenta mayor cantidad de proteína que A', debido al mayor contenido de frijol de palo, y ambas son alimentos con aporte significativo de calorías.

Con respecto al mínimo recomendado por el Comité de

Nutrición (CDN), 1976, por 100 calorías de alimento se ve que satisface ampliamente el requerimiento de proteína en ambas mezclas mas no así con el contenido de grasa, el mismo que se puede cubrir fácilmente con la adición de grasa vegetal o mantequilla por tratarse de productos a rehidratarse tipo papilla. Todos los nutrientes deficientes en la mezcla alimenticia pueden agregarse en formas biológicamente disponibles, pero su adición no debe producir características organolépticas indeseables, ni aumentar indebidamente el costo del producto, OPS/OMS (1972) citado por Vargas(63).

Según las Normas Alimentarias del Programa Conjunto FAO/OMS (1972), citado por Tello(62) para alimentos elaborados a base de cereales y mezclas ricas en proteínas para su utilización como elemento de destete, las mezclas A' y A, se encuentran dentro del rango de fibra, ceniza que establece no mayor de 5%, y humedad de preferencia entre 5-10%; pero menores con respecto a proteínas, que establece por lo menos 20%, y grasa que especifica la mayor cantidad posible hasta 10%, pero las mezclas A' y A, consideradas como básicas, son susceptibles a la adición de otros alimentos como leche, concentrado de carne y/o grasa vegetal según se trate de papilla, sopa crema o puré, que harán que se incremente el contenido de proteínas y grasa.

2. Análisis Físicos y Químicos.

Los resultados de los análisis efectuados en las mezclas precocidas A y A', se muestran en el Cuadro 34.

a. Acidez titulable y pH. Los valores de acidez expresados en ácido sulfúrico están ligeramente por encima del máximo permitido para harina integral de trigo (0.22%); este incremento de acidez con respecto a la harina precocida de ñelén (NA), se debe a la participación en la mezcla de la harina precocida de frijol de palo (0,51% de acidez), siendo mayor en la mezcla A (0,32%).

La acidez de la mezcla A' (0,30%), es menor a 0,3125, para la mezcla de maíz y frijol de palo, Tello(62), y aún mucho menor a 0,3822; 0,4625 y 0,470 %, para mezclas a base de arroz, quinua y maíz opaco-2, Vivas(66), y cuyos pH están entre 5,4 a 5,7.

Con respecto al pH, ambas mezclas se encuentran dentro del rango establecido para alimentos del hombre (5,00 a 6,8), Desrosier(25).

b. Azúcares Reductores y Contenido de Almidón. La mezcla A' presenta los menores valores en ambas determinaciones; el mayor contenido de almidón en la mezcla A, se debe posiblemente al mayor contenido de frijol de palo, que por su alto contenido de proteína, éstas hayan interferido de alguna manera en la modificación de almidones, JUNAC(38). Los valores de

contenido de almidón, de las mezclas A y A' son mayores que los reportados para mezclas de maíz, frijol de palo y leche en polvo 53,82%, Tello(62), cuyo proceso es similar al presente estudio; y de 39,69 hasta 14,22% para mezclas de arroz, quinua y maíz opaco, cuyo tratamiento de cocción se llevó a cabo en secador de tambor, Vivas(66), y de hasta 12,23% en mezclas de maíz y frijol de palo, cuyo tratamiento térmico se realizó en extrusor, Daza(23); como puede apreciarse, la modificación de almidones, está también en función del equipo utilizado en el tratamiento térmico, pues es mayor en secador de tambor y aún más en extrusor, por las altas temperaturas con las que trabajan, como se pudo comprobar en las pruebas preliminares de precocción del frijol de palo en exhauster (100 °C) y en autoclave (121 °C), en el presente estudio, siendo la mayor modificación de almidones en el autoclave.

c. Actividad Ureásica. Determinada en la mezcla A' (75:25) con 0,01, Cuadro 34, valor muy por debajo del rango establecido para leguminosas (0,1 a 0,3), y menor a los reportados para mezclas de maíz y frijol de palo 0,03 y 0,04, Tello(62) y Daza(23), respectivamente.

d. Índice de Absorción y Solubilidad en agua. En el Cuadro 34 se muestran los resultados de estos análisis. El índice de absorción en la mezcla A' (4,22%) es mayor que en A (3,75%), lo que se debe a la presencia de mayor contenido de harina precocida de ñelen, ya que ésta

CUADRO 34: Controles físicos y químicos de las harinas mezclas precocidas A' y A.

ANÁLISIS	MEZCLAS PRECOCIDAS	
	A'	A
	(75:25)	(55:45)
- Acidez Titulable (expresado en ácido sulfúrico)	8,38	8,32
- pH	6,38	6,48
- Determinación de azúcares reductores	5,45	5,78
- Contenido de almidón	56,25	57,58
- Actividad ureásica	8,81	-
- Índice de absorción (g gel/g muestra)	4,22	3,75
- Índice de solubilidad	4,23	6,84

individualmente reportó mayor índice de absorción. Entonces se deduce que la mezcla A' se encuentra más gelatinizada; siendo este valor, mayor al encontrado por Tello(62) para la mezcla de maíz, frijol de palo y leche en polvo (4,12%), que posiblemente se debe al lavado de los griz de frijol de palo que fue realizado en el presente estudio, humedad que favorece la modificación de almidones. En mezclas de arroz, quinua y maíz opaco se obtiene valores de 5,79 a 8,24% de absorción, siendo los valores más altos para las mezclas que llevan arroz, lo que se debe a la cocción en secador de tambor, Vivas(66).

El porcentaje de solubilidad es menor en A' (4,23%) en relación a A (6,04%), existiendo una relación inversa entre el índice de absorción y el porcentaje de solubilidad.

e. Colorimetría. Como se mencionó, el fin principal de las mediciones de color es conseguir la comparación entre dos o más productos. En el cuadro 25, los valores reportados (en estándar 2 para harinas claras), indican que la mezcla A' (75:25) tiene un valor de 34,4% de remisión de color que es más clara que la A (55:45) con 19,3%, esto se debe a que la mezcla A tiene mayor contenido de harina precocida de frijol de palo, cuya remisión de color individualmente es de 16,5% menor a la de harina precocida de Melén (RA) con 37,5%. Comparando las mezclas A y B, de igual formulación protéica (55:45), se ve que la mezcla B presenta mayor remisión de color (21,2%), lo que se debe a que esta mezcla está conformada por la harina precocida de Melén de mezcla de variedades de arroz (RB), que tiene mayor remisión de color (56,1), que la harina precocida de Melén de Var. Perú (RA).

f. Característica de flujo. Este análisis fue determinado en las mezclas precocidas A', A y B, cuyos resultados y curvas pueden apreciarse en el Cuadro 27 y Figura 14. Todas las mezclas requirieron similar concentración para producir el flujo de 20 segundos, lo que indica que la modificación de almidones tiene un comportamiento similar para las mezclas estudiadas.

g. Viscoamilografía. En el Cuadro 28 se presentan los resultados, donde se aprecia en forma general que las mezclas precocidas presentan a 92 °C una viscosidad más

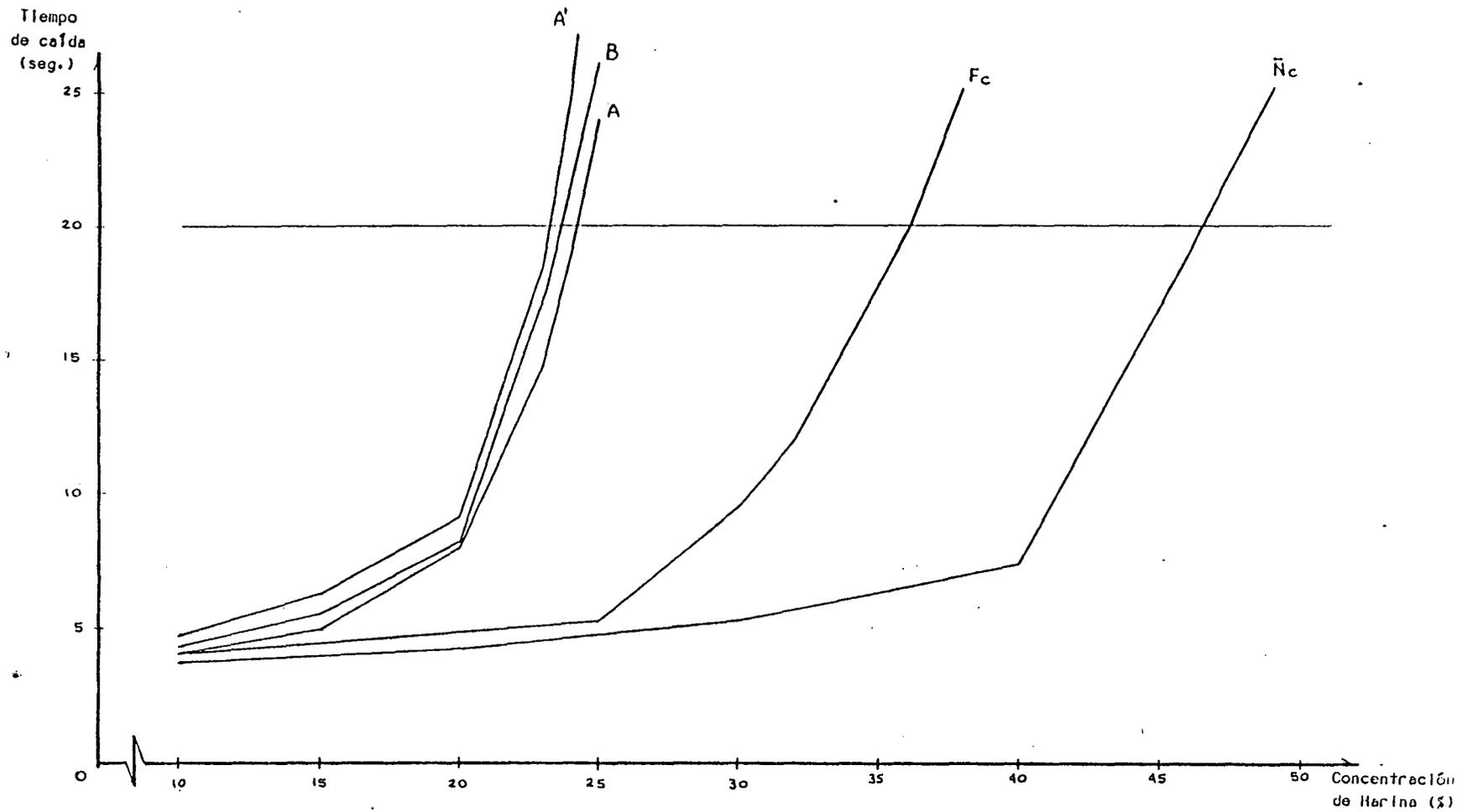


FIGURA 14: Características de Flujo de Suspensiones de harinas (mezclas precocidas).

LEYENDA

FIGURA 14:

- A' : Mezcla de harinas precocidas, formulación protéica 75:25, con ñelén Var. Perú.
- A : Mezcla de harinas precocidas, formulación protéica 55:45, con ñelén Var. Perú.
- B : Mezcla de harinas precocidas, formulación protéica 55:45, con ñelén mezcla de variedades de arroz.
- ñc : Harina cruda de ñelén Var. Perú.
- Fc : Harina cruda de frijol de palo.

Ver Cuadro 27.

alta (360 U.B.) que la mezcla (A'c) a partir de harinas crudas (260 U.B.) y en ambas mezclas precocidas se presenta el fenómeno de retrogradación (Figuras 15, 16, y 17). Observando la viscosidad máxima y final (a temperatura constante de 92 °C), se aprecia que ambas mezclas precocidas (A'p y Ap) presentan un pequeño descenso de viscosidad final, para luego incrementarse rápidamente en la etapa de enfriamiento hasta las 1.000 U.B., mucho antes del alcanzar los 25 °C (temperatura final de enfriamiento); este comportamiento se debe a la presencia del ñelén, pues la harina precocida de ñelén presenta este comportamiento muy marcadamente (Figura 11).

Con respecto a la temperatura de inicio de gelatinización (Tg), sigue el mismo comportamiento del ñelén, tanto crudo como precocido (Ñc y Ñp); pues la mezcla cruda (A'c), presenta menor Tg (75°C), mientras que las suspensiones precocidas, A'p y Ap, presentan mayor Tg (85 y 84 °C, respectivamente).

En mezclas de Arroz:Quinua (25:75) y Arroz:Quinua:Maiz opaco (12.5:12.5:75), Vivas(66), encuentra similar comportamiento, es decir viscosidad mayor en las mezclas precocidas que en las suspensiones crudas.

Durante la fase final, la viscosidad de la mezcla en suspensión es alta, debido al efecto de apilotamiento de los gránulos hinchados; el hinchamiento del gránulo es debido a la penetración del agua y a la subsecuente

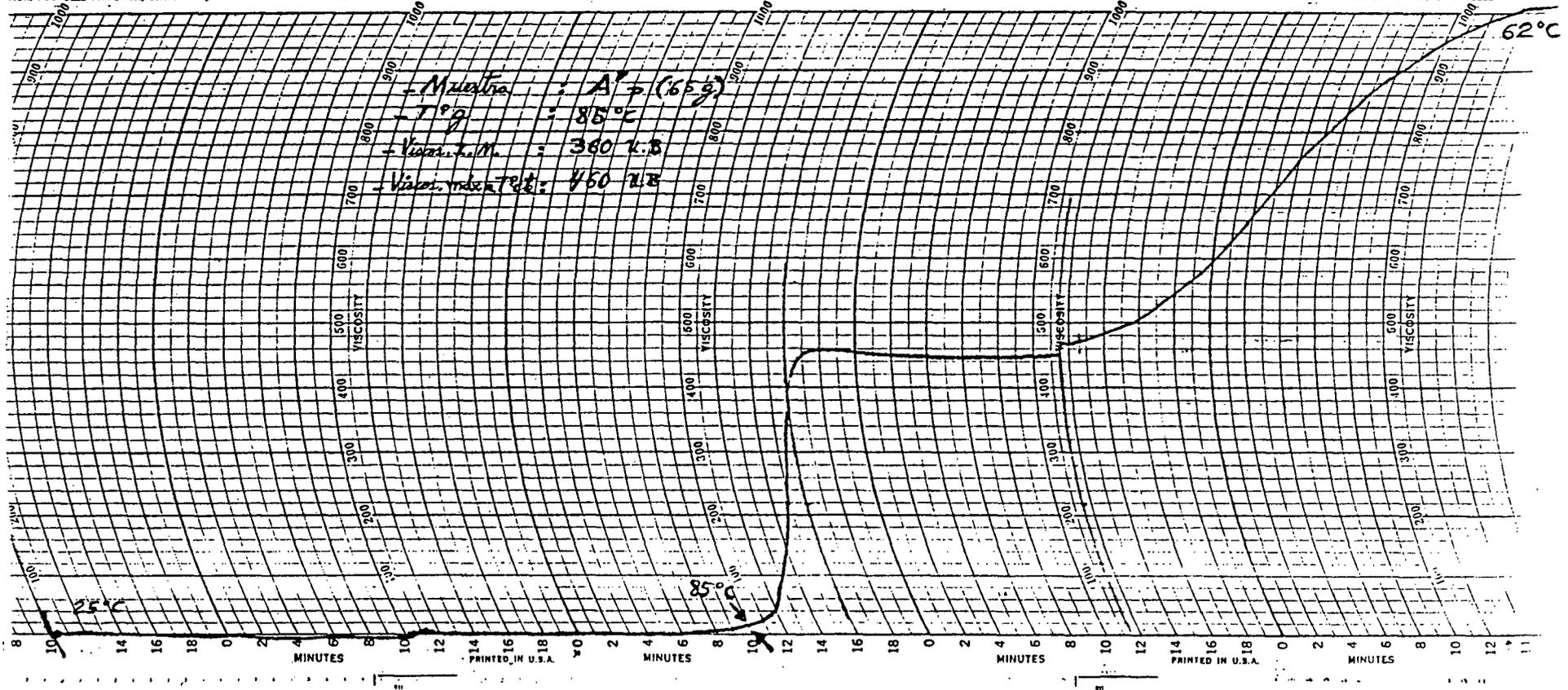


FIGURA 16: Variaciones de la viscosidad en las etapas de calentamiento,
 a temperatura constante y enfriamiento en la harina mezcla -
 preooida H.P.

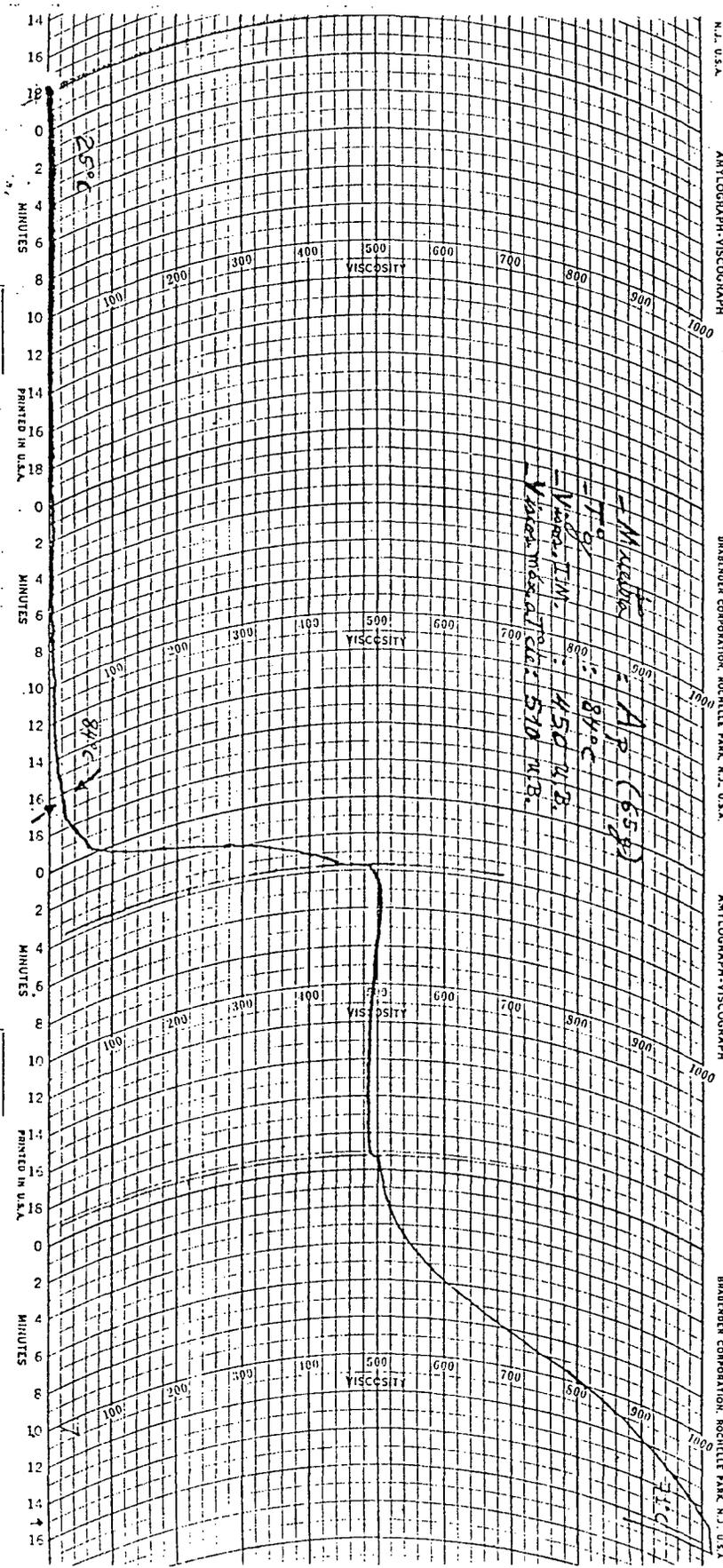


FIGURA 17: Variaciones de la viscosidad en las etapas de calentamiento, a temperatura constante y enfriamiento en la harina mezcla - Precocida HP.

hidratación de la molécula de almidón. En las mezclas precocidas la viscosidad es más alta, debido a que los almidones ya están modificados, y por lo tanto su capacidad de absorción de agua se ve aumentada, Vivas(66). Esta propiedad de flujo indica que la suspensión puede ser mantenida bajo agitación a altas temperaturas, sin perder su viscosidad, Night (1,966) citado por Vargas(63). Este comportamiento es conveniente para una gran variedad de alimentos, especialmente para los precocidos destinados a bebés.

h. Pruebas de dilución. Los resultados se muestran en el Cuadro 35, donde se puede apreciar que la mezcla precocida A' requiere de una menor cantidad de harina para un mismo volumen de agua que la mezcla A, en la preparación de un mismo plato (papilla) para obtener la misma consistencia, lo que concuerda con los resultados de la velocidad de flujo obtenidos, pues aquella harina que ha tenido la mayor modificación de almidones (A') necesita de menor concentración, para producir el flujo de 20 segundos.

Todas las mezclas precocidas son de fácil dilución, no se produce la formación de grumos o desaparecen con movimientos manuales. Es importante realizar la dilución, considerando las indicaciones comunes para cualquier harina a fin de evitar la formación de grumos, y durante la cocción, no debe dejar de moverse el contenido del recipiente.

CUADRO 35: Cantidades de harina mezcla precocida, para la preparación de papilla, puré y sopa crema.

ALIMENTO PREPARADO	CANTIDAD g	%	VECES DE CANTIDAD DE AGUA QUE REQUIERE LA HARINA
- Agua	2.000 ⁽¹⁾	100	
- Papilla:			
Mezcla N°	170	8,5	11,76
Mezcla N	190	9,5	10,53
- Puré:			
Mezcla N°	240	12,0	9,33
- Sopa-crema			
Mezcla N°	130	6,5	15,39

(1) Volumen de agua, igual para todas las muestras.

3. Análisis Microbiológicos.

En el Cuadro 36 se aprecian los resultados de los análisis microbiológicos, asimismo los standards de control microbiológico para harinas según ICMSF y APHA, 1976 citado por Tello(62).

Como se aprecia los valores están dentro de los límites microbiológicos, a excepción de los coliformes que es mayor a 10 col/g. Esto posiblemente se deba al manipuleo luego del tratamiento térmico, ocasionada durante la molienda; ya que la gran mayoría de esporas y mohos son destruidos fácilmente por el calor húmedo en corto tiempo. Este resultado no afecta la calidad final del producto, ya que trabajando en condiciones óptimas el índice sería menor, Rios y Kamishikiyoy(56).

CUADRO 36: Análisis microbiológico de las Mezclas precocidas seleccionadas (A' y A).

DIAGNOSTICO MICROBIOLOGICO	MEZCLAS PRECOCIDAS		LIMITE MINIMO Y MAXIMO	
	A' (75:25)	A (55:45)	EN HARINAS Cal/g (1)	
- Bacterias aerobios mesófilos viables	15×10^2	11×10^2	10^2	- 10^4
- Bacterias Coliformes	3×10	2×10	No mayor a 10^6 Col/g (2)	
- Coliformes origen fecal				
<u>E. coli</u>	10	10	3	10
- <u>Bacillus cereus</u>	10	10	10^3	- 10^5
- Hongos y Levaduras	10×10	9×10	No mayor a 10^2	
- Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
	en 25 g	en 25 g	en 25 g	

(1) Límites requeridos por harinas según ICMSF y APHA, 1976, citado por Tello(62).

(2) Según APHA, 1976 citado por Daza(23), establece como límite mínimo y máximo en mezclas de harinas para Coliformes 10^2 - 10^6 NMP/g.

Las dos mezclas alimenticias se encuentran en buenas condiciones y presentan buena calidad microbiológica.

4. Evaluación biológica.

El valor biológico de una proteína dietética depende en gran parte del patrón y concentración de aminoácidos esenciales que ésta provee para la síntesis de compuestos nitrogenados en el cuerpo.

El aminograma de cada una de las mezclas seleccionadas, Cuadro 31, da a conocer que el aminoácido

limitante en todas las mezclas son los aminoácidos azufrados metionina y cistina.

Como todo nuevo producto alimenticio desarrollado para consumo humano como fuente dietética de proteína debe ser previamente evaluado en animales de experimentación por los métodos biológicos, la mejor mezcla precocida seleccionada A' (75:25), se llevó a las siguientes determinaciones biológicas:

a. Índice de eficiencia protéica (PER). El valor PER se obtiene al dividir el incremento de peso ponderal por el peso de la proteína consumida, en ratas jóvenes alimentadas con una dieta isocalórica e isoproteica en que la proteína es la única fuente limitante para el crecimiento. La composición porcentual de las raciones formuladas, se muestra en el Cuadro 37.

En el Cuadro 38 se observa los resultados promedios para la determinación del PER, tanto para la caseína como para la mezcla seleccionada A', donde se aprecian que la mezcla en estudio posee una buena calidad proteica (2,58) con 94,4% si se compara con el PER de la caseína (2,73) al que se le da el valor de 100%.

En mezclas de harinas para uso infantil cuyo contenido de proteína fue mayor a 16% (según decreto oficial en Venezuela), a base de maíz, soya y salvado de arroz desgrasado, se obtubieron valores de eficiencia

CUADRO 37: Composición porcentual de las raciones formuladas para la determinación del índice de relación de eficiencia protéica (PER) en la mezcla precocida A'.

INGREDIENTES, g	MEZCLA PRECOCIDA A'	CASEINA (DETERMINACION DEL PER)	CASEINA (DETERMINACION DE DIGESTIBILIDAD)
Mezcla en ensayo	50,81	10,92	11,73
Vitaminas	2,00	2,00	5,00
Sales minerales	4,00	4,00	4,00
Fosfato de sodio Nonobásico	1,00	1,00	-
Cloruro de colina	0,10	0,10	-
Azúcar	7,09	63,93	15,00
Coronita molida	3,00	0,25	5,00
Manteca Vegetal	2,00	9,00	2,50
Malcena	-	-	56,77
TOTAL :	100,00	100,00	100,00

proteica de 2,07; 2,42 y 2,47, dos de ellas superiores a la de la caseina (2,4) y de 1,93 para el salvado desgrasado solo; asimismo encontraron que, los animales que no recibieron salvado de arroz crecieron mucho menos que los que no recibieron el suplemento de minerales, pero si recibieron salvado, y la omisión de vitaminas hidrosolubles tenia poco efecto, posiblemente por el gran aporte de salvado de arroz en estos nutrientes, Guerra y Jaffé(32).

Asimismo, el PER de la mezcla A', es superior al encontrado para la mezcla maiz, frijol de palo y leche

CUADRO 38: Resultados promedios de la determinación del índice de eficiencia protéica (PER) en la mezcla precocida A'.

PARAMETROS	MEZCLA PRECOCIDA A'	CASEINA (PROTEINA PATRON)
Número de animales	10	10
Peso inicial, g	45,19	46,35
Peso final, g	115,59	121,55
Ganancia de peso, g	70,40	75,20
Consumo de alimento, g	269,31	290,23
% proteína en la dieta, g	18,61	9,94
% humedad en la dieta, g	5,93	2,83
Consumo de proteína, g	27,26	27,57
PER	2,58 ± 0,9167	2,73 ± 0,9625
% del PER de caseína	94,50	100,00
PER corregido	2,36	2,50
% del PER de caseína corregido	94,40	100,00

en polvo Enci (40:40:20) con 2,38 de PER y con 94,10% respecto a la caseína, Tello(62), así como superior que las de mezclas maíz y frijol de palo sometidas a extrusión con 1,31 y 2,17 de PER, con 51,8 y 85,8% respecto a la caseína, y muy similar al PER de la mezcla sometida a doble extrusión (2,39 de PER) con 94,47% respecto a la caseína, Daza(23). Si se considera que las mezclas mencionadas poseen un mayor porcentaje de proteínas (14,21 a 17,7%) debido al mayor contenido de frijol de palo en sus formulaciones que la mezcla A' (con 11,78% de proteínas), los resultados indican que existe un buen aprovechamiento de las proteínas en la mezcla obtenida A',

ya que la proporción o balance de aminoácidos en la proteína dietética, es mayormente determinada por la eficiencia con que ésta es utilizada. Posiblemente se deba al alto contenido de harina precocida de ñelén en la mezcla A', ya que se sabe que en el producto (arroz pulido) su proteína, aunque escasa, es de buena calidad, Béhar y Bressani(11), como en el caso de la Incaparina blanca, con 68% de harina precocida de arroz y 30% de soya, el PER es de 2,8. Además el efecto térmico en presencia de humedad por el lavado que se realiza a los griz de frijol de palo y del ñelén en el presente estudio, debe haber aumentado la digestibilidad de la fracción almidón y obviamente la de la proteína.

Por otro lado, comparando el PER obtenido para la mezcla alimenticia A' con los reportados para mezclas proteicas desarrolladas en algunos países de Latinoamérica, Cuadro 10, se ve que el valor PER de la mezcla A' es superior a la Incaparina (2,27), la Colombiharina (2,21), y a la Maisoleche (2,48); no obstante que el contenido protéico de estas mezclas son mucho más altos (27; 19,2 y 18%, respectivamente) que el de la mezcla en estudio (11,78%), lo que también podría interpretarse, aparte del mejor aprovechamiento de las proteínas de la mezcla, como que la relación proteína utilizable/energía es bastante adecuada. Cabe señalar que por tratarse de una mezcla precocida, al ser cocida en su totalidad (5 minutos) se tornará aún más digestible y mejorará su eficiencia

proteica.

En el Cuadro 39, se da a conocer los resultados promedios de ganancia de peso durante las cuatro semanas que duró el experimento.

b. Valor Biológico (VB) y Digestibilidad (D). La composición porcentual de las raciones formuladas con la mezcla precocida A' fue igual a la utilizada para el PER, Cuadro 37, en el mismo se presenta la ración formulada para la caseína, para la determinación de la digestibilidad. Los resultados promedios para la determinación de la digestibilidad aparente (Dap) y valor biológico aparente (VBap) en la mezcla precocida A', Cuadro 40, fueron 77 y 67%, respectivamente.

Como se puede apreciar el porcentaje de la mezcla A' con respecto a la caseína en ambas determinaciones es elevado, lo que demuestra que la proteína de la mezcla precocida A', tiene buen valor nutritivo. Guerra y Jaffe(32) encontraron valores de digestibilidad de 78 a 89% para el salvado desgrasado, de diferentes variedades de arroz.

Asimismo comparando con valores de otros alimentos se puede apreciar que la mezcla A' es superior a la digestibilidad de algunos cereales como el maíz amarillo (54%), cebada (75%) y se aproxima a otros de mayor digestibilidad como el trigo en grano (78%), harina de sangre (78%), Crampton y Harris, 1974 citados por Peralta(52).

CUADRO 39: Ganancia de peso promedio durante el experimento (PER).

RACION	PESO	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
	INICIAL, g	SEMANA, g	SEMANA, g	SEMANA, g	SEMANA, g
Mezcla Precoc. A'	45,19	57,61	79,58	99,11	115,59
Caseína (testigo)	46,35	63,60	81,20	99,30	121,55

Con respecto al valor biológico, se ve que es muy superior al gluten de trigo (40%) y harina de mani (54%), y similar a la caseína y filete de buey (69%), esto indica que la proteína de la mezcla A' tiene un valor biológico tan alto que permite comparar con estos alimentos de origen animal, Mitchell, 1927 y Mitchell y Bradles, 1950 citados por Peralta(52).

1). Cálculo del balance nitrogenado (BN). El nitrógeno aparentemente absorbido es igual a la diferencia entre la ingesta de nitrógeno y el nitrógeno fecal, Béhar y Bressani(11).

$$BN = I - (F + U)$$

Tomando los valores del Cuadro 40 se encuentra que el balance nitrogenado (BN) es 0,2454 (+). El balance nitrogenado es positivo debido a que la ingesta de dicho elemento (I) es mayor que la suma del nitrógeno excretado en la orina y en las heces, lo que indica que hay una ganancia corporal neta de nitrógeno. Todos los animales en crecimiento bajo condiciones normales están en balance nitrogenado positivo, Béhar y Bressani(11).

CUADRO 40: Resultados promedios para la determinación de la digestibilidad y valor biológico del nitrógeno en la mezcla precocida A'.

PARÁMETROS	MEZCLA PRECOCIDA A'	CASEINA (TESTIGO)
Número de animales	6	6
Peso inicial, g	50,0200	52,9000
Peso final, g	51,2300	55,1650
Ganancia de peso, g	1,2100	6,1850
Consumo de alimento, g	30,6212	26,5157
% materia seca del alimento, g	93,0600	91,0000
% de nitrógeno de alimento, g	1,5560	1,5936
Consumo de nitrógeno, g (1)	0,4767	0,4226
Promedio heces excretadas, g	3,0770	1,9709
% materia seca en heces, g	85,1300	90,4000
% de nitrógeno en heces, g (F)	3,6056	1,9184
Promedio nitrógeno excretado, g	0,1110	0,0370 (a)
Promedio de orina excretada, g	21,7000	-
% de nitrógeno en orina, g (U)	0,5545	-
Promedio nitrógeno excretada en orina, g	0,1203	-
Digestibilidad aparente, %	77	91
% de digestibilidad de la caseína	84,60	100
Valor biológico aparente, %	67	69 ^(b)
% del valor biológico de la caseína	97,10	100

(a) No se determinó en el Laboratorio de Evaluación Biológico de la UNA, La Molina.

(b) Valor biológico de la caseína, citado por Peralta (52).

c. Utilización proteica neta (NPU).

En el Cuadro 41, se presenta la composición

CUADRO 41: Composición porcentual de las raciones formuladas para la determinación de la utilización protéica neta (NPU) en la mezcla precocida A'.

INGREDIENTES, g	MEZCLA PRECOCIDA A'	CASEINA (Testigo)
Mezcla de ensayo	88,81	11,73
Vitaminas	5,00	5,00
Sales minerales	4,00	4,00
Azúcar	6,00	15,00
Lechuga molida	3,00	5,00
Mantequilla vegetal	1,19	2,50
Malceína	-	56,77
TOTAL:	100,00	100,00

porcentual de las raciones formuladas para la determinación, de la Utilización Protéica Neta (NPU). Los resultados promedios para la determinación del NPU en los tratamientos mezcla precocida A', ración aprotéica y proteína patrón (caseína), se muestra en el Cuadro 42.

El valor NPU de la mezcla con 77% es alto, con respecto a la caseína, que se considera como 100%. El valor NPU de la mezcla A' (63%) es igual al de la dieta arroz + menestras y pescado, y superior a la de maíz más menestras y pescado (57%) de Gambia; papa + carne (55%), papa + pescado (47%); trigo más leche (44%), trigo + queso (51%); soya (61,4%) y muy similar al NPU de la carne de ternera (66,9%), Miller y Payne, 1961 citado por Peralta(52).

CUADRO 42: Resultados promedios para la determinación de la Utilización Protéica Neta (NPU) en las muestras: Mezclas precocidas A', ración aprotéica y proteína patrón.

PARAMETROS	MEZCLA PRECOCIDA A'	APROTEICA	CASEINA (TESTIGO)
Número de animales	8	8	8
Peso inicial, g	387,8000	387,2500	324,7500
Peso final, g	373,8000	247,7500	336,2000
Balanza de peso, g	+86,0000	-59,5000	+31,4500
Consumo de alimento, g	384,2860	144,3260	281,1650
% materia seca del alimento, g	93,9400	91,8000	91,1200
% de nitrógeno del alimento, g	1,5744	0,8720	1,6464
Consumo de nitrógeno, g	5,4822	0,1839	4,6291
Peso seco total carcasa, g	122,9000	76,7000	117,3000
% nitrógeno en carcasa	0,1216	0,0200	0,7792
% materia seca de carcasa, g	98,1200	96,5500	94,1300
Contenido de nitrógeno en carcasa, g	9,9814	6,6190	10,1300
NPU (%)	63		82
% DE NPU DE LA CASEINA	77		100

d. Hematocrito. La determinación de hematocrito viene a ser uno de los métodos más sencillos, más exactos y valioso en la hematología, Matthew, 1972 citado por Bengoa(12).

El valor promedio de hematocrito obtenido fue de 48,93%, lo que demuestra que no hubo anemia y en cierto modo indican el buen estado nutricional de los animales. Valor que se encuentra dentro del rango normal

entre 35-54%, Matthew, 1972, citado por Bengoa(12), y está de acuerdo con los obtenidos, trabajando con 120 ratas, de 48,8 y 45,77%, por Curacu y Faura, 1970 y Faura y Reynafarge, 1970, respectivamente, citados por Rivero(57).

e. Observación macroscópica. En el estudio macroscópico que se realizó de los órganos de las ratas al finalizar el experimento no se observó ninguna variación. Asimismo fueron abiertos los estómagos, encontrándose en condiciones normales.

H. Pruebas de Aplicación Experimental.

La mezcla precocida A' (75:25) a partir de Melén y frijol de palo seleccionada, se evaluó bajo la forma de sopa crema, puré y papilla (dulce). La mezcla A (55:45), se preparó sólo en papilla, que resultó ser la forma de mayor aceptación.

Los ingredientes, formulaciones y forma de preparación se indican en el Anexo 5.

I. Evaluación Sensorial.

Es esencial que las propiedades sensoriales sean aceptables en el producto formulado. El sabor es la característica más importante para determinar la aceptabilidad del producto, Kinsella, 1976 citado por Vargas(63).

Se evaluó las características organolépticas de los productos elaborados en base a las mezclas precocidas obtenidas mediante dos clases de panelistas.

a). Panel entrenado. Los resultados promedios del análisis sensorial del panel entrenado se muestran en el Cuadro 43, donde se observa que todas las formas de preparación han sido aceptadas, recibiendo la papilla (dulce) un calificativo mayor, "muy bueno" con un valor total promedio de 19,93 y las muestras sopa-crema y puré el calificativo "bueno" con valores totales promedio de 17,53 y 16,68, respectivamente; calificativos superiores a los obtenidos para la mezcla precocida de maíz amarillo, frijol de palo y leche en polvo (40:40:20), de: "bueno" para mazamorra y sopa-crema, y "regular" para puré, Tello(62).

La opinión de los panelistas no se sometieron a análisis de variancia (ANVA), debido a que se evaluó sólo la mezcla precocida A' seleccionada por cómputo químico, elaborada en tres diferentes preparaciones.

b. Panel no entrenado. Conformado por niños, ambos sexos, de 6, 8 y 10 años. Los resultados promedios de aceptabilidad para las muestras A' (75:25) y A (55:45), se muestran en el Cuadro 44, donde se aprecia la distribución de los valores promedios de aceptabilidad, según las edades y el sexo, de acuerdo a la escala hedónica facial considerada en el Anexo 4.

CUADRO 43: Valores promedios y calificativos obtenidos en la evaluación sensorial del panel entrenado.

ATRIBUTO EVALUADO	MUESTRAS					
	Nº 1 (Papilla)		Nº 2 (Sopa-crema)		Nº 3 (Puré)	
	VALOR PROMEDIO	CALIFICATIVO	VALOR PROMEDIO	CALIFICATIVO	VALOR PROMEDIO	CALIFICATIVO
Sabor	3,66	Agradable	3,33	Ligeramente agradable	2,99	Ligeramente agradable
Olor	3,55	Agradable	3,49	Regular-casi caracte- rístico	3,47	Regular, ligeramente agradable
Color	4,90	Crema claro, deseable	3,13	Ligeramente atractivo característico	3,29	Pálido
Consistencia	3,61	Suave-adecuado	3,68	Regularmente fluida	2,78	Ligeramente consis- tente suave
Grado de:						
Dulce	3,61	Normal a gusto	-	-	-	-
Sal	-	-	2,68	Normal a gusto	2,29	Casi normal
Sabor extraño	1,58	Ligero	1,47	No existe	2,85	Ligero apenas perceptible
TOTAL:	19,93	Muy bueno	17,53	Bueno	16,69	Bueno

CUADRO 44: Valores promedios de aceptabilidad obtenidos del panel no entrenado.

SEXO	Nº DE PANELISTAS	MUESTRA	EDAD PROMEDIO (años)			PROMEDIO TOTAL
			6	9	10	
Niñas	17	A'	4,55	4,56	4,30	4,47
	17	A	4,35	4,56	4,43	4,61
Niños	17	A'	4,30	4,60	3,94	4,31
	17	A	4,21	4,60	4,41	4,41
PROMEDIO		A'	4,47	4,50	4,12	4,39
TOTAL:		A	4,53	4,50	4,42	4,51

La opinión de los panelistas no entrenados, se sometieron a análisis de variancia (ANMA), cuyos resultados se indican en el Cuadro 45, donde se puede apreciar que no existe diferencias estadísticas significativas en el puntaje promedio dado por los niños de diferente sexo. Del mismo modo, no existe en la aceptabilidad de las papillas ni en las interacciones sexo por edad, sexo por papilla, edad por papilla y sexo por edad, por papilla; sin embargo existe diferencia estadística significativa (95% de seguridad) entre los puntajes promedios dados entre los niños de diferentes edades, reportando el menor puntaje promedio los niños de 10 años, lo cual se verificó en la prueba estadística de DUNCAN (5%).

En el Cuadro 46 se observa que los puntajes promedios dados por los niños de 6 y 8 años son los mayores y además estadísticamente iguales y menor el puntaje promedio dado por los niños de 10 años.

La no diferencia estadística significativa en las papillas (A' y A) se debe, a que la formulación de ambas se ha realizado con las mismas harinas precocidas de ñelén y frijol de palo, presentando diferencia de 14% en la cantidad de harina que interviene en cada formulación de ambas harinas mencionadas, Cuadro 32.

La diferencia estadística significativa con respecto a la edad, se debe, que los niños mayores, tienen

CUADRO 45: Análisis de variancia (ANVA) del puntaje obtenido para las papillas A' y A según escala hedónica facial.

FUENTE DE VARIACION	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F _o	F _t	SIG.
Sexo (A)	1	1,96	1,96	3,070	3,91	N.S. ^{1/}
Edad (B)	2	3,95	1,98	3,100	3,86	S. ^{2/}
Papilla (C)	1	0,71	0,75	1,170	3,91	N.S.
AB	2	1,39	0,95	1,490	3,86	N.S.
AC	1	0,82	0,82	0,830	3,91	N.S.
BC	2	0,91	0,46	0,872	3,86	N.S.
ABC	2	0,39	0,45	0,870	3,86	N.S.
Error experimental	192	122,69	0,64			
TOTAL	203	122,69				

^{1/} No significativo.

^{2/} Significativo.

un hábito de consumo más establecido en base a alimentos tradicionales para adultos y demuestran menor apetencia hacia las papillas.

Considerando los resultados promedios del Cuadro 44, se reporta similares valores y comportamiento en los niños, para la papilla a base de quinua y soya instantánea, Vargas(63), así como para mezclas a base de soya, quinua, maíz amarillo, leche en polvo y/o frijol negro, Ríos y Kamishikiriyo(56).

Es importante mencionar que las formas de preparación en estudio, tienen otros ingredientes tales

CUADRO 46: Resultados de significación de la prueba de DUNCAN para la fuente de variación de edad.

ORDEN	TRATAMIENTO	PROMEDIO	SIGNIFICACION
1	3 años	4,57	a
2	6 años	4,54	a
3	10 años	4,26	b

como leche, mantequilla, verduras, concentrado de carne, especias, etc. según cada plato elaborado, Anexo 5, que permiten mejorar la calidad sensorial y nutritiva de las mezclas.

Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial es un buen índice para nuestro objetivo, incentivando de esta manera posibilidades de mayores investigaciones.

V. CONCLUSIONES.

En base a las condiciones de trabajo existentes en el presente estudio y a los resultados obtenidos, se han establecido las siguientes conclusiones:

1. Es posible la obtención de mezclas precocidas de ñelén, subproducto de la industrialización del arroz y frijol de palo, con buenas características nutricionales y sensoriales.
2. El flujo adecuado para la elaboración de harina precocida de ñelén fue: Limpieza clasificación-selección ---> Lavado-escurrido ---> Precocción ---> Secado ---> Oreo ---> Molienda ---> Tamizado.
3. El rendimiento obtenido para harina precocida de ñelén fue de 50,54% y de 55,30% para harina precocida de frijol de palo, con respecto a las materias primas iniciales referido sólo a fracción fina.
4. La mezcla precocida obtenida a partir de ñelén y frijol de palo cuya formulación protéica fue de 75:25 logra complementarse satisfactoriamente, mejorando el contenido de aminoácidos esenciales en comparación con las harinas precocidas en forma individual, con un cómputo químico de 66,90% respecto a la metionina y cistina.
5. La mezcla óptima obtenida A' (75:25) tiene la siguiente

composición química proximal (en base seca): Proteína 12,37%, grasa 1,75, ceniza 1,76, fibra 2,58, carbohidratos 81,51% y 391.27 calorías. Las características físicas-reológicas de la mezcla precocida A' determinadas a través del índice de absorción y solubilidad en agua, velocidad de flujo y viscoamilografía, son consecuencia principalmente de la composición, intensidad y tiempo de precocción al que fueron sometidas cada materia prima, para la obtención de las harinas precocidas. Los análisis microbiológicos se encuentran dentro de los límites permitidos para consumo humano.

6. La evaluación biológica de la mezcla precocida A' (75:25), la define como un alimento bueno y nutritivo por encontrarse la calidad de su proteína superior a 70% de la calidad de la caseína en todos los parámetros estudiados (PER 94,4%, Valor biológico 97,1%, Digestibilidad 84,6% y la NPU de 77% relativos al valor de la caseína).
7. Desde el punto de vista sensorial es factible la aplicación de las mezclas precocidas obtenidas, en la preparación de papilla, sopa crema y puré.

VI. RECOMENDACIONES.

1. Efectuar estudios sobre la industrialización del arroz a fin de mejorar el procesamiento para la obtención de ñelén con mejores características de calidad. Es necesario la estandarización de este subproducto, logrando características granulométricas y de composición química proximal homogéneas en los diferentes molinos del país, con el fin de utilizarlo en la elaboración de diversos productos con mayor valor agregado.
2. Realizar el aminograma del ñelén estandarizado, para determinar con exactitud el contenido de aminoácidos, con la finalidad de llevarse a cabo estudios de formulación en mezclas con otros alimentos.
3. Efectuar estudios sobre la utilización de harinas precocidas de ñelén y frijol de palo para su formulación en mezclas enriquecidas, elevando la concentración de proteínas y el contenido de sus aminoácidos limitantes como son metionina y cistina.
4. Estudiar la elaboración de harinas precocidas de diversos productos: cereales, leguminosas, tubérculos, entre otros de la región de Selva con la finalidad de obtener mezclas precocidas o instantáneas de alto valor nutritivo en base a las características de sus componentes.

VII. RESUMEN.

El presente trabajo de investigación se efectuó con la finalidad de determinar el flujo de procesamiento adecuado para la obtención de harina precocida de ñelén, subproducto de la industrialización del arroz (Oryza sativa L.), para su posterior mezclado con la harina precocida de frijol de palo en base a la determinación de una formulación adecuada.

El flujo de procesamiento definitivo para la obtención de harina precocida de ñelén comprendió las siguientes operaciones: Limpieza clasificación-selección, lavado-escurrido, precocción, secado, oreo, molienda y tamizado; de las cuales la limpieza constituyó la operación de mayor estudio por tratarse de un subproducto destinado a alimentación animal, resultando óptimo, la limpieza combinada via seca (clasificación-selección) y via húmeda (mediante el lavado con agua en movimiento, rápido, sin previo remojo e inmediatamente escurrido); asimismo la precocción, cuyos parámetros óptimos se determinaron con vapor directo, en exhauster a 100°C, por 10 minutos.

El flujo de procesamiento definitivo seguido para la elaboración de harina precocida de frijol de palo, fue el recomendado por Ruiz(59), al mismo que se le practicó un cambio al incluir las operaciones de lavado, previo a

la precocción, y el secado, con la finalidad de producir la mayor modificación de almidones. Los parámetros óptimos de precocción seguidos fueron en autoclave a 121°C, 1,125 Kg/cm² de presión y 14 minutos.

El rendimiento encontrado para la harina precocida de ñelén y frijol de palo, respecto a las materias primas iniciales, referido sólo a la fracción fina fue de 50,54 y 55,30%, respectivamente, con un módulo de finura de 1,822 para el ñelén y 1,381 para el frijol de palo.

Luego se efectuó la formulación de las mezclas de ambas harinas, mediante la técnica del cómputo químico, basado en el balance de aminoácidos esenciales contenidos en las proteínas de ñelén y frijol de palo, realizándose el balance de proteínas en 100 gramos de proteína de la mezcla de dichos alimentos, seleccionándose las mezclas protéicas:

	A'	A
Ñelén :	75	55
Frijol de Palo :	25	45
Aminoácido limitante :	Met. + Cist.	Met. + Cist.
Cómputo Químico :	66,90%	60,50%

La composición química proximal de las mezclas precocidas presentan un nivel de proteína por 100 calorías de alimento, superior al recomendado por el Comité de Nutrición de EE.UU (1,8%), pero inferior con respecto al

contenido de grasa (3,3%), el cual es susceptible de mejorar, ya que por tratarse de mezclas precocidas básicas se pueden preparar con la inclusión de otros insumos como mantequilla, leche, verduras especias, etc. La mezcla A', a pesar de contener menor al 15% de proteína, presenta un buen valor nutricional debido a que todos los valores de los parámetros estudiados en la evaluación biológica son superiores, en todos los casos, a 70% del valor de la calidad de la caseína.

Se determinaron las características físicas-reológicas de las harinas precocidas y mezclas realizadas (A', A), a través del índice de absorción y solubilidad en agua, velocidad de flujo y viscoamilografía, cuyos resultados son consecuencia principal de la composición de cada harina, intensidad y tiempo de precocción al que fueron sometidas.

La mezcla precocida A' se aplicó en la preparación de papilla, sopa-crema y puré, las mismas que se sometieron a evaluación sensorial por medio de un panel entrenado, cuyos miembros aceptaron las preparaciones con el calificativo de "muy bueno" para la papilla y "bueno" para la sopa-crema y puré. Asimismo, las mezclas A' y A, se evaluaron sensorialmente, en forma de papilla, a través de un panel no entrenado, conformado por niños de diferente sexo y edad; no se encontraron diferencias estadísticas significativas con respecto a las

formulaciones estudiadas, la aceptación de la papilla es igual para el panel de ambos sexos; los niños mayores (10 años) dan un menor calificativo, comportamiento que es comprensible ya que a mayor edad tienen mayor influencia por los hábitos alimenticios de los adultos.

Finalmente, en base al estudio realizado, se puede concluir que el proceso de elaboración de harinas precocidas y su posterior mezclado, de acuerdo a su composición química, ofrece ventajas significativas desde el punto de vista nutritivo, sensorial y de aplicación.

VIII. BIBLIOGRAFIA.

1. ALVAREZ, F.H; ZARATE, O.R.; y GORRITI, G.A. 1986. Manual de farmacognosia y productos naturales terapéuticos. 3ed. Facultad Farmacia y Bioquímica, Univ. Nac. Mayor de San Marcos, Lima Perú. 180 p.
2. AMAT Y LEON, C. 1981. La alimentación en el Perú. Lima, Perú, Univ. Particular del Pacifico. 306 p.
3. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. 1967. Approved methods of the American Association of Cereal Chemmists. Washington . 2v. p.irr.
4. ANGLADETTE, A. 1969. El arroz, Barcelona, España, Blume. 867p.
5. ANTUNEZ DE MAYOLO, R. S.E. 1981. La nutrición en el antiguo Perú. Lima, Perú, Banco Central de Reserva, Oficina Numismática. 187p.
6. -----, 1984. Suscinta génesis del hambre en el Perú. Lima, Perú. 9 p.
7. ASSOCIATION OF AGRICULTURAL CHEMIST. 1975. Official methods of analysis. 9 ed. Washington, EE.UU. 950p.
8. ASSOCIATION OF CHEMICAL SCIENCE. 1969. Método tentativo BA-9-58. Washington, EE.UU., Board.
9. BARRERA, M.E.A. 1978. Diagnóstico de la industria

- arrocera en el Perú. Tesis Ing. Ind. Alimentarias. La Molina, Lima, Perú, Univ. Nac. Agraria. 160 p.
10. BEAL, V.A. 1983. Nutrición en el ciclo de vida. México, Limusa. 140 p.
 11. BEHAR, M. y BRESSANI, R. 1971. Recursos protéicos en América Latina. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. 620 p.
 12. BENGOA, H.G.M. 1981. Elaboración de sopas deshidratadas a partir de arroz (Oryza sativa), quinua (Chenopodium quinoa Willd) y frijol castilla (Vigna sinensis). Tesis Ing. Ind. Alimentarias. La Molina, Lima, Perú, Univ. Nac. Agraria. 180 p.
 13. BERG, A. 1987. Estudios sobre nutrición; su importancia en el desarrollo económico. Trad. por Guadalupe Becerra Perusquia. México, Limusa. 344 p.
 14. BRAVO, S.M. y CONTRERAS, S.T. 1989, Redacción Técnica; fuentes de información, el artículo científico o el informe técnico y otros. 2ed. Tingo Maria, Perú, Univ. Nac. Agraria de la Selva. 97 p.
 15. BOURGES, R.H. 1987. Las leguminosas en la alimentación humana. Cuadernos de nutrición (Méx.) 10(1):17-33.
 16. BOX, J.M. 1961. Leguminosas de grano. Barcelona, España, Salvat. 550 p.

17. CACERES, R.H. 1967. Utilización industrial de los residuos de arroz. *Tecnología (Col.)*. 9(49):19-30.
18. CASALINO, M. 1986. Entrevista al Presidente del Instituto Tecnológico Pesquero. *El Comercio*. Lima (Perú); Noviembre, 2.
19. CENTRO LATINOAMERICANO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION DE BACTERIOLOGIA ALIMENTARIA. (Perú). 1982. Guía de trabajos prácticos. Lima, Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 180 p.
20. CHEFTEL, J. y CHEFTEL, H. 1980. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Zaragoza, España, Acribia. 2v. p. irr.
21. CORDERO, V.; BENEDICTO DE BARBER; CLEMENTE G. Y PRIMO, E. 1985. Inactivación enzimática del salvado de arroz; relación entre los parámetros del proceso y la actividad de peroxidasa. *Revista Agroquímica y tecnología Alimentaria (España)*. 25(1):75-85.
22. COSTA, S.I.D.A. 1986. Oleo de arroz. *Boletín do Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos (Bra.)*. Nº 13:57-63.
23. DAZA, S.D.C. 1984. Ensayo experimental para la obtención de mezclas alimenticias a partir del frijol de palo (Cajanus Cajan L.) y maíz amarillo (Zea mays L.) y estudios de la aplicación. Tesis Ing. Ind.

- Alimentarias. Tingo María, Perú, Univ. Nac. Agraria de la Selva. 187 p.
24. DERRICK, B.J. 1985. Nutrición infantil en países en desarrollo. 2ed. México, Limusa. 263 p.
25. DESRROSIER, W.N. 1962. Conservación de alimentos. Zaragoza. España, Acribia. 190 p.
26. EL NELEN en la elaboración de cerveza. 1969. Arroz (Perú). 3(16): 16-22.
27. ESCOBEDO, A.G. 1985. Obtención de harina precocida de papa a nivel de planta piloto y su caracterización. Tesis Ing. Ind. Alimentarias. La Molina, Lima, Perú, Univ. Nac. Agraria. 180 p.
28. FAO (Italia). 1970. Contenido de aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas. Roma 30 p.
29. -----, 1973. Requerimientos de energía y Proteínas. Roma 150 p.
30. FAO/OMS (Italia). 1976. Normas Internacionales recomendadas para alimentos de niños de pecho y niños de corta edad. Roma. 35 p.
31. FUENTES, N. 1979. Elaboración de mezclas vegetales de alto valor nutricional. La Molina, Lima, Perú, Instituto de Investigaciones Agroindustriales. 110 p.

32. GUERRA, J.M. y JAFFE G.W. 1975. Estudios nutricionales en salvado de arroz. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. (Ven.). 15(4):401-417.
33. GUZMAN, B.; BLANCO, A.O. y AYALA, M. 1986. Nutrición humana. 2ed. Lima, Perú, Univ. Nac. Mayor de San Marcos, Tomo II. 150 p.
34. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS. 1977. Investigaciones realizadas en el Instituto de Investigaciones Tecnológicas de Colombia en el área de alimentos enriquecidos. Tecnología (Col.). Nº 109-110: 30 p.
35. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. 1986. Encuesta nacional de nutrición y salud 1984; informe general. Lima, Perú, Ministerio de Salud.
36. JAMIESON, M. y JOBBER, P. 1974. Manejo de los alimentos México, AID-PAX. 3v. p. irr.
37. JUNTA NACIONAL DEL ACUERDO DE CARTAGENA (PERU). 1983. El sector de alimentos infantiles en la Subregión andina. Lima, JUNAC. 161 p.
38. ----- . 1983. Industrialización de las leguminosas secas en la Subregión andina. Lima. JUNAC. 212 p.
39. KING, M. 1985. Alimentación su enseñanza a nivel familiar, 4ed. México, PAX. 266 p.
40. LEANDRO, M.A. 1981. Bromatología. 2ed. Buenos Aires,

- Argentina, EUDEBA. 2 tomos. p. irr.
41. MADRIGAL, F.H. 1986. Vigilancia de la nutrición en México; la embarazada adolescente. Cuadernos de nutrición (Méx.). 9(1):37-40.
42. MALDONADO, A.L. 1982. Variedades de arroz cultivadas en la Selva. Lima, Perú. ECASA. 8p.
43. ----- . 1985. El arroz. Lima, Perú, ECASA. 11 p.
44. MARTINEZ, R.N.M. 1986. Utilización del frijol Nuña (Phaseolus vulgaris) en la elaboración de confites y su evaluación biológica en ratas. Tesis Ing. Ind. Alimentaria. La Molina, Lima, Perú, Univ. Nac. Agraria. 130 p.
45. MENDOZA, B.T.T. 1978. Obtención de alcohol a partir de arroz (Oryza sativa) no apto para consumo humano y/o animal. Tesis Ing. Ind. Alimentarias. La molina, Lima, Perú, Univ. Nac. Agraria. 129 p.
46. MEZA, C.A. 1975. Comportamiento del frijol de palo (Cajanus cajan L.) en la zona de Tingo Maria. Tesis Ing. Agr. Tingo Maria, Perú, Univ. Nac. Agraria de la Selva. 64 p.
47. NATIONAL ACADEMY PRESS. 1982. United States-Canadian Tablas of feed composition. Ed. rev. National Research Council. Washington, United States of America. 148 p.

48. NO INGIERE suficiente energía el 40% de los latinoamericanos. 1989. Cuadernos de nutrición (Mex.). 11(3):12.
49. OMS (SUIZA). 1985. Necesidades de energía y de proteína. Informe. Ginebra, FAO/OMS. 120 p.
50. O'PHELAN, G.E. Y REVILLA, C.V. 1986. Funciones de oferta y demanda de arroz en el Perú. Lima, Perú, OIT/PND/INP. 150 p.
51. PELLET, P.; YOUNG, V. 1980. Evaluación nutricional de alimentos proteínicos. Tokyo, Japón. La Universidad de las Naciones Unidas. 177 p.
52. PERALTA, G.A. 1979. Influencia del lavado en la utilización de las proteínas del grano de quinua (Chenopodium quinoa Willd) por la rata. Tesis Ing. Zoot. La Molina, Lima, Perú, Univ.Nac. Agraria. 140 p.
53. PERU. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y ALIMENTACION. 1988. Estadística Agraria del Perú, 1979, 1980-1988. Oficina Sectorial de estadística. Lima, Perú.
54. POTTER, N.N. 1973. La ciencia de los alimentos. México, EDUTEX. 749 p.
55. RAFOLS, W.DE. 1964. Aprovechamiento industrial de los productos agrícolas. Barcelona, España, Salvat, 1016p.
56. RIOS, V.W.; KAMISHIKIRIYO, M.I. Estudio tecnológico

para la elaboración de mezclas enriquecidas. La Molina, Lima, Perú, Instituto Nac. de Desarrollo Agroind. 190p.

57. RIVERO, M.T.A. 1977 - Utilización de vísceras decomisadas por causas parasitológicas en dietas de crecimiento, de lechones destetados. Tesis Ing. Zoot. La Molina, Lima, Perú, Univ.Nac. Agraria. 55 p.
58. ROBINSON, C. 1984. Fundamentos de nutrición normal. México, CECSA. 600 p.
59. RUIZ, C.O. 1981. Obtención de harina precocida de frijol de palo (Cajanus cajan) su caracterización y aplicación. Tesis Ing. Ind. Alimentarias. Tingo María, Perú, Univ. Nac. Agraria de la Selva. 151 p.
60. SALAZAR, T. y PARDO, C. 1973. Estudio de seis métodos analíticos para la medida del grado de modificación del almidón en harinas precocidas. Tecnología (Col.). Nº 82; 7-20.
61. SUCCAR, K.J. 1977. Investigaciones tecnológicas y nutricionales sobre el uso de arroz en la elaboración de fideos y su enriquecimiento con soya. Tesis Ing. Ind. Alimentarias. La Molina, Lima, Perú, Univ. Nac. Agraria. 190 p.
62. TELLO, S.R. 1985. Estudio técnico para la obtención de una mezcla para consumo humano nutricionalmente

- balanceada. Tesis Ing. Ind. Alimentarias. Tingo María, Perú, Univ. Nac. Agraria de la Selva. 136 p.
63. VARGAS, S.R.E. 1978. Elaboración de una mezcla alimenticia a base de quinua (Chenopodium quinoa) y soya (Glycine max). Tesis Ing. Ind. Alimentarias. La Molina, Lima, Perú, Univ. Nac. Agraria. 146 p.
64. VERGARA, R. y AGUILAR, A. 1986. Hacia una industria alimentaria alternativa. Trabajo presentado en el I Encuentro Andino de Alimentación, 25-29 de Agosto de 1986. Lima, Perú. Univ. Nac. Agraria. 63 p.
65. VITTI, P. 1972. Aspectos da industrializacao do arroz em paises em desenvolvimento. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos (Bra.). Nº 30:67-89.
66. VIVAS, V.M. 1979. Estudio técnico para la obtención de una mezcla vegetal básica precocida para consumo humano. Tesis Ing. Ind. Alimentarias. La Molina, Lima, Perú, Univ. Nac. Agraria. 298 p.
67. WIGHT, J.A. 1986. Manual de nutrición para escuelas primarias. México, Limusa, 220 p.

IX. APENDICE.

ANEXO 1

Recepción del arroz paddy en el molino

↓ 100 %

Post-limpieza



Cáscara (--- Descascarado cara (27,3%)

↓ 72,7 %

Selección
Clasificación



Pulido



Arroz pulido	Ñelén	Polvillo
67%	0,7%	5%



Envasado-Pesado
y Cocido



Arroz pulido (Saco de 50 Kg)	Ñelén (Saco de 50 Kg)	Polvillo (Saco de 30 Kg)
---------------------------------	--------------------------	-----------------------------



Almacenado



Comercialización
y Consumo

- El arroz paddy acondicionado a 14% de humedad y sin impurezas, es trasladado mediante sopladores por tuberías al molino.

- En la sección de las ventiladoras limpiadoras provistas de tazas transportadoras donde se produce la última limpieza del arroz paddy seco.

- En la máquina descascaradora provista de rodillos de jebe, se elimina la cáscara de los granos.

- El arroz descascarado pasa a unas zarandas donde se selecciona los granos de arroz paddy que son retornados a la operación anterior.

- El arroz descascarado denominado arroz integral o moreno, pasa a través de la pulidora provista de rodillos y cepillos para eliminar la capa de aleurona del arroz. Esta operación da lugar a la obtención del arroz pilado y los subproductos ñelén y polvillo que la pulidora selecciona y clasifica internamente mediante sistemas de pequeñas zarandas y las descarga cada una por tuberías.

- El producto, arroz pilado y los sub-productos ñelén y polvillo se reciben en sacos, los cuales se van pesando y cociendo.

- Luego son llevados al almacén donde son controlados por un empleado de ECASA, según el rendimiento mínimo establecido en el Reglamento de comercialización del arroz para Selva.

- Del almacén son distribuidos para su comercialización y consumo.

FIGURA 01: Flujo de operaciones para la obtención de arroz pilado y sub productos en el molino de CECOAH.

ANEXO 2

Métodos analíticos para la medida del grado de modificación del almidón en harinas precocidas, Salazar de Buckle(64).

1. Método: Índice de absorción y solubilidad en agua.

En un tubo de centrifuga tarado, se suspende una muestra de 2,5 y de la harina en 30 ml. de agua, a 30°C se agita ocasionalmente durante 30 minutos, manteniendo la temperatura de la suspensión constante (30°C). Luego se centrifuga a 3.000 rpm, durante 10 minutos. Se decanta el sobrenadante, se mide el volumen de éste, se toma una alicuota de 25 ml. y se evapora a sequedad a 90°C.

Del peso de sólidos se calcula el porcentaje de solubles. El gel que queda dentro del tubo se pesa para determinar el índice de absorción (IA).

$$IA = \frac{\text{Gramos de gel}}{\text{Gramos de muestra}}$$

Del peso de muestra debe descontarse el peso de solubles que queda en el sobrenadante, y se expresa en porcentaje de los 2,5 g. de muestra.

2. Métodos: Determinación de características de flujo.

Se mezcla la harina en un vaso de 250 ml. con

agua a 30°C en las proporciones adecuadas para obtener la concentración deseada en un volumen de 100 ml. de agua. La mezcla se agita por cinco minutos con un agitador mecánico de acero inoxidable a una velocidad aproximada de 200 rpm.

Se transfiere la mezcla a un embudo estándar y se mide el tiempo para que fluya la totalidad de la suspensión.

Para el ensayo se usa un embudo con camisa de agua a 30°C de las siguientes características: diámetro interno 72 mm; diámetro interno del vástago 4 mm; longitud del vástago 140 mm y ángulo 60°.

Se determina el tiempo de flujo de suspensiones con diferente concentración de harina. Al graficar tiempo de flujo contra concentración de la suspensión de harina, se obtiene una curva, la cual es característico de cada harina.

Sobre la gráfica se lee la concentración necesaria para que el flujo de 100 ml. de suspensión sea de 20 segundos.

3. Método: Viscosidad Brabender.

Las determinaciones de viscosidad se hicieron en un viscoamilógrafo Brabender, tipo 801300, cabeza medida con torque de 700 cm/grs (del Laboratorio de Reología de la Estación Experimental Agroindustrial, La

Holina); método que permite ver los cambios de viscosidad que ocurren cuando se calienta bajo agitación una suspensión, Vargas(67).

Para esta prueba se realiza la corrección de humedad de las harinas a 14%, mediante el método AACC 82-23, seguido en el Laboratorio de Reología. Con la cantidad de harina correspondiente se hace una suspensión en 460 ml. de agua, en movimiento con un agitador de acero inoxidable. Luego se vierte la suspensión en el recipiente del viscoamilógrafo y se procede a hacer determinaciones de cambio de viscosidad por calentamiento, entre 25 y 92°C. Cuando el termómetro marca 92°C se mantiene constante por 15 minutos, luego se pasa a enfriamiento hasta volver a 25°C.

De la curva obtenida se lee la viscosidad al final del calentamiento (92°C), viscosidad después de 15 min. a temperatura constante, viscosidad al final del enfriamiento y la temperatura de gelificación.

ANEXO 3

MODELOS DE LOS TEST PARA LA EVALUACION SENSORIAL DE PAPILLA, PURE Y SOPA CREMA.

U.C.C. INDDA - SOPAS

Nº

Instrucciones : Pruebe el producto (s) y marque solo una de las alternativas en cada característica de calidad.

Producto Nombre Fecha

Características de calidad	Alternativas	MUESTRAS			
SABOR	1. Pobre-Muy débil-no agrada .....	.....	.....	.....	.....
	2. Débil-casi regular .....	.....	.....	.....	.....
	3. Ligeramente agradable .....	.....	.....	.....	.....
	4. Agradable atractivo .....	.....	.....	.....	.....
	5. Muy agradable - Excelente .....	.....	.....	.....	.....
OLOR O AROMA	1. Olor extraño - desagradable .....	.....	.....	.....	.....
	2. Muy débil apenas perceptible .....	.....	.....	.....	.....
	3. Regular-casi característico .....	.....	.....	.....	.....
	4. Normal-agradable característico .....	.....	.....	.....	.....
	5. Muy intenso - agradable .....	.....	.....	.....	.....
COLOR	1. Muy oscuro - no agrada .....	.....	.....	.....	.....
	2. Ligeramente pálido-disparejo .....	.....	.....	.....	.....
	3. Ligeramente atractivo-característico .....	.....	.....	.....	.....
	4. Característico-uniforme agradable .....	.....	.....	.....	.....
	5. Excelente-típico agradable .....	.....	.....	.....	.....
CONSISTENCIA	1. Excesivamente consistente .....	.....	.....	.....	.....
	2. Muy consistente .....	.....	.....	.....	.....
	3. Moderadamente consistente .....	.....	.....	.....	.....
	4. Regularmente fluida .....	.....	.....	.....	.....
	5. Normalmente fluida .....	.....	.....	.....	.....
SALADO	1. Le falta .....	.....	.....	.....	.....
	2. Casi normal .....	.....	.....	.....	.....
	3. Normal a gusto .....	.....	.....	.....	.....
	4. Ligeramente subido .....	.....	.....	.....	.....
	5. Muy subido .....	.....	.....	.....	.....
SABOR EXTRAÑO	1. No existe .....	.....	.....	.....	.....
	2. Ligero - apenas perceptible .....	.....	.....	.....	.....
	3. Regular .....	.....	.....	.....	.....
	4. Notable .....	.....	.....	.....	.....
	5. Pronunciado sabor extraño .....	.....	.....	.....	.....

OBSERVACIONES :

Instrucciones : Pruebe el producto (s) y marque sólo una de las alternativas en cada característica de calidad.

Producto Nombre Fecha

Características de calidad	Alternativas	MUESTRAS			
SABOR	1. Desagradable				
	2. Ligeramente desagradable				
	3. Ligeramente agradable				
	4. Agradable				
	5. Muy agradable				
OLOR	1. Desagradable				
	2. Débil				
	3. Regular				
	4. Agradable				
	5. Muy agradable				
COLOR	1. Oscuro, desagradable				
	2. Marrón				
	3. Crema oscuro				
	4. Crema claro, deseable				
	5. Crema encendido				
CONSISTENCIA	1. Pastoso, con grumas				
	2. Muy consistente				
	3. Moderadamente consistente				
	4. Suave, adecuado				
	5. Muy suave, excelente				
DULCE	1. Insípido				
	2. Le falta				
	3. Casi normal				
	4. Normal a gusto				
	5. Ligeramente subido				
SABOR EXTRAÑO	1. No existe				
	2. Ligero				
	3. Regular				
	4. Notable				
	5. Pronunciado sabor extraño				

OBSERVACIONES :

¿Qué muestra le agradó más?

Instrucciones : Pruebe el producto (s) y marque sólo una de las alternativas en cada característica de calidad.

Producto Nombre Fecha

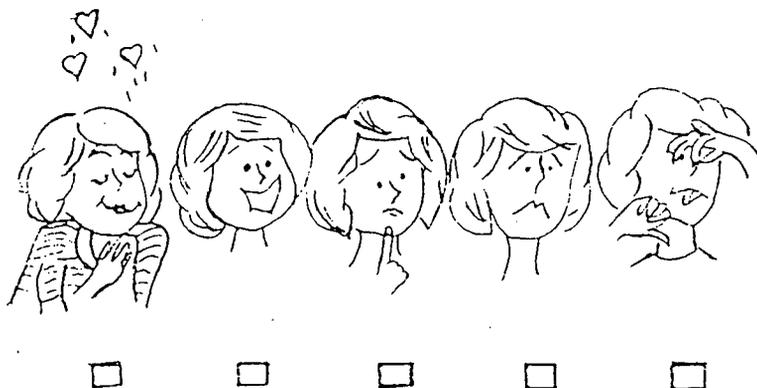
Características de calidad	Alternativas	MUESTRAS			
SABOR	1. Desagradable .....	.....	.....	.....	.....
	2. Ligeramente desagradable .....	.....	.....	.....	.....
	3. Ligeramente agradable .....	.....	.....	.....	.....
	4. Agradable - Típica .....	.....	.....	.....	.....
	5. Muy agradable - excelente .....	.....	.....	.....	.....
OLOR	1. Olor desagradable .....	.....	.....	.....	.....
	2. Débil apenas perceptible .....	.....	.....	.....	.....
	3. Regular - Ligeramente agradable .....	.....	.....	.....	.....
	4. Normal - Agradable .....	.....	.....	.....	.....
	5. Intenso - Característico - Agradable .....	.....	.....	.....	.....
COLOR	1. Oscuro - Ligeramente negro .....	.....	.....	.....	.....
	2. Plomizo - Ligeramente negro .....	.....	.....	.....	.....
	3. Verde -Pálido.....	.....	.....	.....	.....
	4. Verde - Normal .....	.....	.....	.....	.....
	5. Verde - Encendido .....	.....	.....	.....	.....
CONSISTENCIA	1. Muy consistente .....	.....	.....	.....	.....
	2. Moderadamente consistente .....	.....	.....	.....	.....
	3. Ligeramente consistente .....	.....	.....	.....	.....
	4. Suave, adecuado .....	.....	.....	.....	.....
	5. Muy suave, excelente .....	.....	.....	.....	.....
GRADO DE SAL	1. Le falta .....	.....	.....	.....	.....
	2. Casi normal .....	.....	.....	.....	.....
	3. Normal a gusto .....	.....	.....	.....	.....
	4. Ligeramente subido .....	.....	.....	.....	.....
	5. Muy subido .....	.....	.....	.....	.....
SABOR EXTRAÑO	1. No existe .....	.....	.....	.....	.....
	2. Ligero - apenas perceptible .....	.....	.....	.....	.....
	3. Regular .....	.....	.....	.....	.....
	4. Notable .....	.....	.....	.....	.....
	5. Pronunciado sabor extraño .....	.....	.....	.....	.....

OBSERVACIONES :

¿Cuál de las muestras le agrada más?.....

ANEXO 4

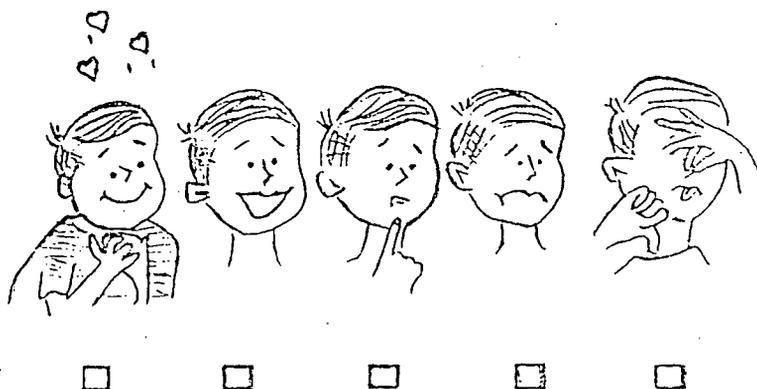
Nombre _____ Edad _____ Fecha _____



Por favor, marque con una X la figura que a su parecer describa mejor el grado de aceptación del producto.

(a)

Nombre _____ Edad _____ Fecha _____



Por favor, marque con una X la figura que a su parecer describa mejor el grado de aceptación del producto.

(b)

FUENTE: Wells, 1965, citado por Vargas (67).

FIGURA 2: Modelo del Test para la evaluación sensorial con niñas (a) y niños (b). Escala Hedónica Facial.

ANEXO 5

Formulación y forma de preparación de papilla, puré y sopa crema.

1. Papilla.

De sabor dulce forma tradicional de consumo por los niños.

<u>Ingredientes</u>	<u>cantidades</u>	<u>%</u>
- Harina Mezcla Precocida: A'	170	8,5
A	190	9,5
- Azúcar	120	6,0
- Escencia de canela	4 ml.	0,2
- Escencia de Vainilla	5 ml.	0,5
- Leche de polvo	100	0,5
- Agua	2.000 ml.	100,0

Preparación.

- Se disuelve la leche en polvo en un litro de agua tibia.
- En una cacerola provista de una cuchara de palo se disuelve la harina mezcla precocida en un litro de agua tibia y se lleva a cocción.
- La canela se hace hervir en 10 ml. de agua, reduciéndose 4 ml, a fin de obtener la escencia, que

se agrega a la leche, así como la vainilla.

- Se agrega la leche con la esencia de canela a la cacerola conteniendo la harina mezcla precocida luego de 3 minutos de cocción, dejándose hervir hasta completar los 5 minutos, sin dejar de remover el contenido. Se sirve caliente en los recipientes a presentarse al panel, con la finalidad que al enfriarse, presente una superficie uniforme.

2. Puré.

<u>Ingredientes</u>	<u>Cantidad g.</u>	<u>%</u>
- Harina mezcla precocida : A'	240	12,0
- Sal	10	0,5
- Mantequilla	30	1,5
- Leche en Polvo	100	5,0
- Agua	2.000 ml.	100,0

Preparación:

- La leche y la harina mezcla precocida se disuelven como se indicó en la preparación de la papilla.
- La sal y la mantequilla se disuelven en la leche tibia y se agrega a la cacerola a los 3 minutos de iniciada la cocción dejándose hervir hasta completar los 5 minutos, del mismo modo como en el caso anterior.

3. Sopa Crema.

<u>Ingredientes</u>	<u>Cantidad g.</u>	<u>%</u>
- Harina Mezcla Precocida A'	130	6,5
- Caldo de verduras:		
Poro	22	1,1
Apio	18	0,1
Cebolla	22	1,1
- Mantequilla	22	1,1
- Cubo de carne concentrado	12	0,6
- Sal	4	0,2
- Leche	100	5,0
- Agua	2.000	100,0

Preparación.

- La harina mezcla precocida se disuelve como se indicó en la preparación de papilla, de igual manera la leche en polvo pero en 500 ml. de agua tibia.
- En los 500 ml. restantes se hace hervir las verduras (poro, apio, cebolla), se cuele y en este caldo se disuelve el cubo de concentrado de carne, la mantequilla y la sal.
- Se agrera el caldo y la leche a la cacerola que contiene la mezcla con 3 minutos de cocción, se deja hervir, sin dejar de remover hasta completar los 5 minutos de cocción.