

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



“Elaboración de Fideos utilizando Puré de Frijol variedad Huasca Poroto (Phaseolus Vulgaris) como sustituto parcial de la harina de trigo”

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

ROBINSON GARCIA SAAVEDRA

TARAPOTO — PERU

1,995



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN - TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

"ELABORACION DE FIDEOS UTILIZANDO PURE DE FRIJOL VARIEDAD
HUASCA POROTO (Phaseolus vulgaris) COMO SUSTITUTO PARCIAL
DE LA HARINA DE TRIGO"


TESIS PRESENTADO POR:

ROBINSON GARCIA SAAVEDRA

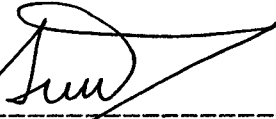
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL SIGUIENTE JURADO:



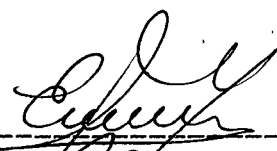
Ing. M.Sc. ALEJANDRO CRUZ R.
PRESIDENTE



Ing. ABNER OBREGON LUJERIO
SECRETARIO



Ing. ERNESTO SANTANDER RUIZ
MIEMBRO



Ing. M.Sc. OSCAR MENDIETA T.
PATROCINADOR

DEDICATORIA

A MIS PADRES : PEDRO Y ZELMIRA

A MIS HERMANOS : BETTY, PEDRO, LOYDITH Y EVER

A MI ESPOSA LUPITA Y A NUESTROS HIJOS: ERICK Y DANTE

CON TODO CARIÑO Y RECONOCIMIENTO IMPERECEDERO

AGRADECIMIENTO

- Al Centro de Desarrollo e Investigación de la Selva Alta (CEDISA) y al Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo (P.E.H.C.B.M.) por el apoyo financiero brindado.

- Al Ing. M.Sc. Oscar Mendieta Taboada, patrocinador del presente trabajo por sus valiosas sugerencias, consejos y apoyo en la ejecución del mismo.

- Al Ing. Enrique Terleira García , copatrocinador del presente trabajo por sus valiosos aportes y sugerencias en la ejecución del mismo.

- Al Ing. Angel Chávez Salazar , por haber dedicado parte de su tiempo en la orientación de esta tesis

- Mi reconocimiento y aprecio a todas aquellas personas que contribuyeron desinteresadamente y supieron brindarme estímulo y apoyo durante el desarrollo de la tesis.

INDICE GENERAL

	<u>Pág.</u>
RESUMEN	12
1. INTRODUCCION	14
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	16
2.1 Frijol Huasca	16
2.1.1 Generalidades	16
2.1.2 Origen	17
2.1.3 Estructura del grano del frijol	17
2.1.4 Producción del frijol	19
2.1.5 Composición química	19
2.1.6 Usos	23
2.2 Pastas Alimenticias	25
2.2.1 Definición y Origen	25
2.2.2 Situación fideera en el Perú	27
2.2.3 Normas de la calidad de los fideos	28
2.2.4 Clasificación de las pastas	29
2.2.5 Elaboración de los fideos	31
2.2.5.1 Harina de trigo y evaluación	31
2.2.5.2 El Agua	34
2.2.5.3 Aditivos	35
2.2.5.4 Procesamiento	36
2.2.5.5 Sustitución de la harina de trigo en fideería.	41
2.3 Evaluación Sensorial de los Alimentos.....	43
2.3.1 Selección de pruebas	44

	<u>Pág.</u>
2.4 Isoterma de Adsorción	49
3. MATERIALES Y METODOS	52
3.1 Materias Primas e Insumos	52
3.2 Materiales y Equipos	52
3.3 Esquema Experimental de la Investigación	53
3.3.1 Obtención del puré de frijol huasca	53
3.3.1.1 Pesado	53
3.3.1.2 Limpieza/selección	56
3.3.1.3 Remojo	56
3.3.1.4 Pelado químico	56
3.3.1.5 Lavado	56
3.3.1.6 Cocción	57
3.3.1.7 Escurrido/enfriado	57
3.3.1.8 Molienda	57
3.3.2 Elaboración de Fideos	57
3.3.2.1 Formulación	59
3.3.2.2 Mezclado/amasado	59
3.3.2.3 Cocción	59
3.3.2.4 Dreo	61
3.3.2.5 Trefilado/cortado	61
3.3.2.6 Secado	61
3.3.2.7 Embolsado/sellado	61
3.3.2.8 Almacenamiento	61
3.4 Métodos Analíticos de Control	62
3.4.1 Análisis proximal y físicos de la materia prima	62

3.4.1.1	Análisis proximal	62
3.4.1.2	Análisis físicos	62
3.4.2	Análisis químicos y físicos del producto final (fideos)	63
3.4.2.1	Pruebas de cocción de los fideos	63
3.4.2.2	Índice de absorción y solubilidad en agua ..	63
3.4.2.3	Determinación de las curvas de secado	63
3.4.2.4	Isoterma de adsorción.....	64
3.4.2.5	Determinación del valor monomolecular	65
3.4.2.6	Análisis químico durante el almacenamiento..	65
3.4.3	Análisis sensorial	65
3.4.3.1	Escala hedónica	65
3.4.4	Análisis Microbiológicos	67
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	68
4.1	Caracterización de la Materia Prima.....	68
4.1.1	Análisis químicos	68
4.1.2	Análisis físicos	68
4.2	Pruebas preliminares para la obtención del Puré de frijol huasca	70
4.2.1	Pesado	70
4.2.2	Remojo	70
4.2.3	Pelado químico	72
4.2.4	Lavado	74
4.2.5	Cocción	74
4.2.6	Escurredo/enfriado	74
4.2.7	Molienda	75

4.3	Elaboración de fideos	75
4.3.1	Formulación	75
4.3.2	Mezclado/amasado	76
4.3.3	Cocción	76
4.3.4	Oreo	79
4.3.5	Corte	81
4.3.6	Secado	81
4.3.7	Embolsado/Sellado	85
4.4	Análisis químicos y físicos de los fideos.....	88
4.4.1	Análisis químicos	88
4.4.1.1	Otros análisis	90
4.4.2	Análisis Sensorial	91
4.4.3	Análisis físicos	92
4.4.3.1	Isotermas de adsorción	92
4.4.3.2	Pruebas de cocción	97
4.4.3.3	Índice de adsorción y solubilidad de los fideos	97
4.4.4	Estabilidad del producto final durante el almacenamiento	99
4.4.5	Análisis Microbiológicos	99
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
5.1	CONCLUSIONES	101
5.2	RECOMENDACIONES	103
6.	BIBLIOGRAFIA.....	104
7.	ANEXOS	109

LISTA DE CUADROS

<u>Nº</u>	<u>TITULO</u>	<u>Pág.</u>
1:	Comportamiento mensual de las siembras De frijol huasca Nivel Regional por campaña anual (Has).....	20
2:	Comportamiento mensual de la producción de frijol huasca, según años 1985 - 1992 (t.m.).....	21
3:	Composición Química proximal del frijol huasca y la harina de trigo.....	22
4:	Clasificación de la dureza del agua	34
5:	Análisis químico proximal del fideo	43
6:	Guía de Información para la utilización de los Métodos de Evaluación Sensorial	47
7:	Aplicación de Pruebas Sensoriales en la Industria de alimentos	48
8:	Fórmula utilizada en la obtención de fideos ...	60
9:	Soluciones saturadas utilizadas en la fijación de isotermas de adsorción	64
10:	Análisis químico (g/100 g. b.h) de las materias primas (g/100 g. b.h).....	69
11:	Fórmula adecuada en la obtención de fideos.....	75
12:	Análisis de varianza empleado en la formulación de fideos	76

13:	Variación de humedad de la lámina gelificada durante el oreo	80
14:	Rendimiento de los fideos tipo cinta	85
15:	Análisis químico proximal de fideos (B.H.).....	89
16:	Análisis de pH y acidez en los fideos	91
17:	Valores de humedad de monocapa de fideos	94
18:	Valores de actividad de agua de fideos	95
19:	Indice de Aborción y solubilidad de los fideos	98
20:	Análisis químico del fideo con 35% de sustitución durante el almacenamiento	100
21:	Análisis Microbiológicos del producto final.....	100

LISTA DE FIGURAS

<u>Nº</u>	<u>TITULO</u>	<u>Pág.</u>
1:	Metodología para el análisis sensorial	45
2:	Esquema Experimental de la Investigación	54
3:	Flujo preliminar para la obtención del puré.....	55
4:	Flujo de Operaciones en la Obtención de fideos tipo cinta	58
5:	Flujo definitivo para la obtención del puré del frijol huasca	71
6:	Curva de Hidratación del frijol huasca (<u>Phaseolus Vulgaris</u>)	73
7:	Flujo definitivo para la elaboración de fideo tipo cinta	77
8:	Curva de secado solar de fideo con sustitución (35%) y fideo patrón (100% Harina de Trigo)	84
9:	Isoterma de adsorción de fideos tipo cinta patrón y con sustitución (35%) de frijol Huasca	93
10:	Curvas de deterioro en alimentos en función de la actividad de agua	96
11:	Variación de la estabilidad y/o elasticidad de la masa en función al tiempo	120

RESUMEN

La presente investigación busca reemplazar parcialmente el trigo por el frijol en la elaboración de fideos y de este modo impulsar la producción y consumo de pastas alimenticias elaboradas parcialmente con insumos regionales. En este sentido se trabajó con la variedad nacional de frijol huasca poroto (Phaseolus vulgaris), harina de trigo y demás ingredientes, adquiridos en los mercados de nuestra localidad.

Se procedió en primer lugar a analizar la materia prima a procesar (frijol huasca, harina de trigo) para conocer sus características físico-químico, considerando que las demás materias primas e insumos presentaron características estándares, por lo que no fue necesario caracterizarlos.

El puré de frijol fue obtenido siguiendo las etapas de: limpieza, selección, remojo, pelado químico, lavado, cocción, escurrido/enfriado y molienda.

El flujo definitivo de procesamiento de fideos, tipo cinta, está dado por las etapas de: formulación, mezclado/amasado, cocción, oreado, cortado y secado. Los fideos fueron secados utilizando un secador solar de cabina, durante 4 horas entre 35-50°C.

Se realizaron análisis físico - químicos y organolépticos del producto final y en su almacenamiento a condiciones ambientales durante 2 meses no observándose cambios en sus características.

La muestra con 35% de sustitución presentó el mayor contenido protéico, existiendo diferencia estadística significativa a un nivel de 0.05, respecto a las demás muestras con menor grado de sustitución.

El análisis organoléptico se hizo mediante la escala hedónica de 5 puntos, comparando la muestra que presentó las características químicas adecuadas y mayor grado de sustitución con la muestra testigo o patrón hecha a base de sólo harina de trigo.

Los fideos con sustitución de 35% de frijol presentaron mayor aceptación por los panelistas, así como mejores atributos de color, aroma, sabor, textura y aspecto general, respecto al fideo patrón a un nivel de $P > 0.05$.

Los fideos obtenidos con sustitución del 35%, mostraron un buen rendimiento en la elaboración. Asimismo, presentaron buen grado de frescura durante el almacenamiento y una carga microbiana con ausencia de microorganismos patógenos, siendo por lo tanto un producto apto para el consumo humano.

1. INTRODUCCION

Uno de los problemas nutricionales que aún deben solucionarse en el país, es la cobertura de las necesidades protéicas y energéticas de los diversos grupos poblacionales; para lograrlo es necesario desarrollar acciones de producción de diversos productos alimenticios estratégicos, a fin de lograr disminuir los déficits específicos señalados. Así, se ha reconocido que entre los cultivos alimenticios que son importantes fuentes protéicas y de energía están las leguminosas, pues ellos pueden fácilmente cubrir gran parte de las necesidades protéicas y hacer una contribución esencial a los requerimientos energéticos que se necesitan.

Un procesamiento normalmente usado, tanto a nivel mundial como en el Perú, es suministrar dentro de la ración complementaria los alimentos fortificados: productos formulados de alto valor nutricional resultantes de mezclas de cereales y leguminosas para obtener productos tales como panes, fideos, galletas y mezclas enriquecidas, que resulten aceptables para el consumidor. Entre los años 1977 y 1989 se llevaron a cabo diversos ensayos con cereales, raíces, tubérculos y semillas de oleaginosas, demostrándose factible la sustitución de trigo, en la elaboración de pastas y productos de panificación.

Mediante este trabajo de investigación se busca

promover en corto plazo una mayor producción de frijol huasca (Phaseolus vulgaris), que contribuiría a la disminución del consumo del trigo, sustituyéndolo parcialmente por frijol en la elaboración de fideos y otros productos alimenticios de buen valor nutricional y proteínico, de buena aceptabilidad por parte del consumidor, bajo costo, alta estabilidad durante el almacenamiento y de fácil proceso para el consumo.

Los objetivos de la presente investigación fueron los siguientes:

1. Formular y realizar pruebas tecnológicas, a nivel de laboratorio, de diferentes niveles de sustitución de la harina de trigo por puré de frijol en la elaboración de fideos.
2. Realizar la evaluación físico-químico y organoléptica del producto final y durante el almacenamiento.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Frijol Huasca

2.1.1 Generalidades

El frijol común (Phaseolus vulgaris), es entre las leguminosas de grano alimenticio la especie más importante para el consumo humano. Su producción abarca áreas diversas, pudiéndose decir con propiedad que prácticamente se cultiva en todo el mundo. América Latina es en particular, la zona de mayor producción y consumo, estimándose que el 30% de la producción total mundial proviene de esta área (Voysesst, 1983).

Los frijoles (Phaseolus vulgaris), frijol común, habichuela, judía, huasca poroto, se cultiva en todo el mundo, considerado como una especie anual con un período de maduración de dos a tres meses, es susceptible a temperaturas elevadas, a la helada y a la sequía; comprende muchas variedades que varían en color y tamaño. Es más productiva en climas frescos donde la planta madura lentamente, con rendimientos de 400-2,500 kg/Ha aproximadamente.

Según (Bocanegra, 1972), las variedades más difundidas en el Oriente Peruano (San Martín, Iquitos, Ucayali y Pucallpa) son los frijoles Huasca Poroto (Phaseolus vulgaris), conocido también como frijol "Ucayalino" o "Huallaguino".

Según (Bocanegra, 1972), la clasificación botánica es como sigue:

Reino	:	Vegetal
División	:	Spermatophyta
Sub división	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotiledoneas
Sub clase	:	Arquiclamideas
Orden	:	Rosales
Familia	:	Leguminosas
Sub familia	:	Papilionáceas
Genero	:	Phaseolus
Especie	:	vulgaris

2.1.2 Origen

En general se acepta que todas las especies del género *Phaseolus* se originaron en la América Tropical (México, Guatemala, Perú).

Las principales evidencias de su origen son la diversidad genética de los materiales que existen en esta región, y los hallazgos arqueológicos prueban la antigüedad de su cultivo en México y Perú (Voysesst, 1983).

2.1.3 Estructura del grano del frijol

Según (Zimmermann, 1988), la semilla del frijol es una leguminosa que se origina de un óvulo campilótropo.

Se compone de un tegumento que envuelve un embrión bien desarrollado. La estructura externa de la semilla presenta:

- Tegumento
- Rafe
- Micrópila
- Hilo
- Halo

- Tegumento

Tegumento o Testa, que corresponde a la membrana secundaria del óvulo y la capa de protección de la semilla donde se localizan los pigmentos.

Externamente el Tegumento presenta:

- Hilo:

Cicatriz dejada por el funículo, el cual conecta la semilla con la placenta. Anatómicamente se caracteriza por un tejido vascularizado y permeable.

- Micrópila:

Abertura próxima al hilo a través del cual se realiza principalmente la absorción de agua. Señala el lugar que ocupa interiormente la radícula.

Internamente la semilla presenta:

- Cotiledón
- Radícula
- Hipocótilo
- Plúmula

La semilla puede tener varias formas: cilíndricas, arriñonada, esférica u otras.

Calculado en base a la materia seca, la testa representa el 90%, los cotiledones un 9% y 1% del embrión.

El peso de la semilla puede ser:

Pequeñas	: 20-30 g/100 semillas
Medianas	: 30-40 g/100 semillas
Normal	: 40-50 g/100 semillas
Grandes	: > 60 g/100 semillas

2.1.4 Producción del frijol

Según la Oficina de Información Agraria del Ministerio de Agricultura (1994), entre 1988 a 1993 las siembras por campañas han disminuído en 2244 Has. Siendo el mes de Febrero el de mayor siembra, alcanzando un porcentaje de 40.0 % y el mes de Abril de más baja siembra con un 0.32% según el Cuadro 1.

Los meses de Mayo y Julio son los de mayor producción de frijol huasca, según el Cuadro 2.

2.1.5 Composición química

2.1.5.1 Del grano de frijol huasca:

El frijol huasca contiene carbohidratos, proteínas y sustancias minerales, encontrándose las primeras en mayor proporción (Cuadro 3).

La humedad de los granos está en función de las condiciones de cosecha y puede variar de 11 a 12 %,

CUADRO 1: COMPORTAMIENTO MENSUAL DE LAS SIEMBRAS DE FRIJOL HUASCA
NIVEL REGIONAL POR CAMPAÑA ANUAL (Has)

CAMPAÑA	TOTAL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
88/89	3,748	18	16	226	26	62	691	1,622	36	--	197	457	397
89/90	1,195	45	157	22	--	7	517	1,658	55	15	193	448	1,078
90/91	2,486	55	57	543	45	53	178	972	51	11	153	231	131
91/92	1,462	8	106	141	19	28	107	504	252	12	123	88	78
92/93	1,504	20	158	2	3	27	107	250	200	50	68	447	172
PROMEDIO	2,973	32	84	233	23	38	373	1,189	99	10	167	306	422
PORCENTAJE	100	1.06	2.83	7.84	0.76	1.26	12.56	40.00	3.31	0.32	5.60	10.29	14.18

Fuente: Ministerio de Agricultura (1994)

CUADRO 2: COMPORTAMIENTO MENSUAL DE LA PRODUCCION DE FRIJOL HUASCA
SEGUN AÑOS 1985 - 1992 (t.m.).

AÑO	TOTAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1,985	5,397	----	4	16	118	747	1,067	717	625	348	759	406	590
1,986	4,077	----	--	22	157	1,043	761	349	225	1592	385	455	519
1,987	3,393	53	33	5	12	135	295	1,381	276	279	494	430	---
1,988	3,453	10	12	12	260	767	622	533	246	432	457	102	---
1,989	2,856	13	174	17	60	516	507	829	123	286	183	148	---
1,990	3,354	36	139	6	398	1,326	59	12	18	256	884	177	43
1,991	1,942	87	435	64	54	105	267	505	9	122	158	112	24
1,992	1,171	155	41	20	22	276	207	224	35	129	23	24	15
PROMEDIO	3,205	44	105	20	135	614	473	569	195	251	418	232	149
PORCENTAJE	100.00	1.38	3.27	0.63	4.22	19.17	14.76	17.75	6.07	7.84	13.04	7.23	4.64

Fuente: Ministerio de Agricultura (1994)

mientras que los contenidos de proteínas, grasas y carbohidratos, varían en función del suelo y variedades de frijol. El frijol huasca poroto contiene aproximadamente dos a tres veces más proteína que el trigo (Aykroyd, 1964).

Aykroyd (1964), indica que los antinutrientes presentes en las leguminosas limitan el consumo de estas especies, o de aquellas cuya toxicidad puede eliminarse o reducirse a límites seguros mediante una preparación y cocción adecuada.

Entre estos antinutrientes se encuentran los glucósidos cianogénicos, las saponinas, los alcaloides, los factores causantes del bocio. (las fitohemaglutininas, sustancias que aglutinan los glóbulos rojos y los destruyen) y el latirismo. La mayor parte de ellas se encuentran en el grano crudo y son eliminados mediante un

CUADRO 3: COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DEL FRIJOL HUASCA Y LA HARINA DE TRIGO

COMPONENTES (%)	FRIJOL HUASCA (1)	H. TRIGO (2)
Humedad	11.51	10.80
Proteína (%Nx6.25)	21.15	10.50
Grasa	1.60	2.0
Fibra	3.21	1.50
Ceniza	2.21	0.40
Carbohidratos	60.32	74.80
Materia seca	88.49	89.20

Fuente: (1) Aykroyd (1964)

(2) Collazos (1975)

remojo y cocido convenientemente. Asimismo, uno de los más comunes es el inhibidor de la tripsina, enzima que se encuentra en el intestino del hombre y de otros animales e interviene en la descomposición y digestión de las proteínas; afortunadamente esta fracción inhibidora en muchos casos es destruida por la acción térmica (Aykroyd, 1964).

Sin embargo parece que existen efectos inhibitorios residuales que no son destruidos, probablemente se deba a lo sustentado por (Ordoñez, 1976), quien indica que la inhibición de la tripsina se debe al consumo de dos tipos de sustancias, uno de naturaleza proteínica y otra no proteínica, siendo probable que la inhibición residual se deba a la acción de esta última fracción.

Bresanni (1969), afirma que existen cuatro factores que influyen en la baja digestibilidad protéica, estas fracciones son: los inhibidores de la tripsina, el procesamiento a que son sometidos ciertas fracciones protéicas resistentes a la hidrólisis, y quizás la presencia de sustancias como los fenoles que reaccionan con las proteínas.

2.1.6 Usos

En la Costa del Perú se consume principalmente tres tipos de frijol: los de grano amarillo intenso (canarios), grandes o medianos; los de grano crema o café claro (bayos), también grandes o medianos, y los blancos,

pequeños y grandes (panamito, pallar). Hay además un consumo restringido de un frijol de grano rojo muy oscuro, casi morado, al que impropriadamente denominan frijol negro. En la Sierra se consumen frijoles de diferentes tipos pero generalmente de color claro y tamaño grande, y en la Selva se prefiere al grano amarillo rojizo de tamaño mediano y pequeño (huasca poroto). El consumo del frijol huasca en el Departamento de San Martín es de 3.814 kg/per/año, según el Ministerio de Agricultura (1994).

El frijol huasca es la base de la alimentación de las poblaciones rurales y por esta razón su cultivo es de mayor importancia. Es cultivado por sus vainas, que pueden consumirse al estado verde, y por sus granos que son utilizados ya maduros y secos. Además representa un alimento constituyente de la estructura de la dieta habitual y usualmente se consume con cereales especialmente con arroz, y en muchos casos no sólo en una misma proporción sino en diferentes, pero en un mismo tipo de comida, lo que no varía su condición de complementariedad (Cabieses, 1978).

La importancia del frijol, como cultivo, proviene del enorme uso que se le hace de él como alimento. En lo que se refiere a sus cualidades nutritivas es de la mayor importancia, debido a la gran cantidad de proteínas que contiene. Esto último es de especial interés en nuestra zona de montaña, en donde en la gran mayoría de los casos la dieta alimenticia es deficiente en proteínas. Si el poblador de la montaña no consumiera frijol, serían

deficientes su alimentación en proteínas que en otras zonas son suministradas por medio de la carne, queso, mantequilla y huevos (Visscher, 1952).

2.2 Pastas Alimenticias

2.2.1 Definición y Origen

Las pastas o fideos, se definen como los productos resultantes del amasado y moldeado de mezclas no fermentadas de harina de trigo o semolina con agua potable.

Los fideos fueron elaborados y consumidos por primera vez en el siglo XV por los italianos en razón que estos aprendieron de los alemanes a elaborar pastas, convirtiéndose pronto la producción de pastas en una industria casera. Luego fueron conocidos en Francia, al firmarse la Alianza de la Casa Real Francesa con la familia de los Medicis y por otras razones políticas entre las dos naciones (Pizzorni, 1959).

Las primeras pastas fueron elaboradas amasando la harina o sémola procedente de la molturación de trigos duros con agua potable, en la proporción de 70% a 80% de harina y 20% a 30% de agua, adicionando además productos varios para mejorar su valor alimenticio, presentación y almacenamiento. La técnica seguida se basaba en el mezclado de los ingredientes amasándolos en inmensas artesas de madera, reforzadas con tirantes de hierro forjado. Para el prensado se utilizaban dos grandes troncos horizontales de

madera dura, fijado en uno, un cilindro de bronce conocido como "campana" y en el otro una tuerca con un tornillo sin fin, en cuya cabeza enrejaba un volante, para maniobrarlo con una palanca de madera impulsada por cuatro hombres. Con movimiento alternativo de un cuarto de circunferencia, arrastraban el tornillo sin fin y con este a su vez a un émbolo que penetraba a la "campana", conteniendo cierta cantidad de pasta ya amasada. De esta manera, la presión ejercida por una plataforma sobre la masa preparada la obligaba a salir por pequeños orificios que tenían la forma ideada de la pasta (Morales, 1969). A este tipo de sistema se le llama producción por prensa vertical.

Para incrementar la capacidad productiva, se construyeron máquinas de doble y triple depósito de masa operados por un solo émbolo ya que mientras trabajaba uno, los otros se iban cargando o sacando los últimos vestigios de fideos.

Pero este sistema con los años fue dejado de lado ante la aparición de la fuerza motriz y la técnica de extrusión de masas. Fue la primera vez que se producía un producto extruido, diferente al fideo cortado a partir de una masa extendida.

En 1860, se introdujeron más máquinas y plantas de manufactura de fideos; alrededor de 1900 se empezaron a utilizar las mezcladoras, tamices, prensas hidráulicas y cabinas de secado, cambiando muy poco en las tres siguientes décadas.

En 1934, los Franceses, Suizos e Italianos, introdujeron diversos extrusores continuos. El método tradicional del "batch" fue remplazado por el método continuo. El moderno sistema continuo trata de introducir la semolina a la pasta lista para el empaque y fue llevado a cabo en 1946 por una firma Suiza.

La última etapa del sistema automático fue conocida en los inicios de 1950 cuando las balanzas automáticas y equipos de empaque fueron introducidos al mercado.

2.2.2 Situación fideera en el Perú

Estadísticas actuales refieren que tanto la producción como la demanda interna de fideos se vienen incrementando día tras día. Desde 1985 a 1989 la producción aumentó unos 13,882 TM para el caso de los fideos corrientes, mientras que disminuyó la de los fideos envasados en unos 3,674 TM. Para el mismo período, la venta de fideos corrientes ascendió unos 14,973 TM, disminuyendo en unos 3,438 TM la venta de los fideos envasados (estadística del Ministerio de Agricultura, 1993). Para la producción de fideos se destina de 24 al 28% de la producción de harina de trigo; concentrándose básicamente en Lima, donde se produce el 80% y el cual ocupa también el 80% de la capacidad instalada. El mayor consumo de fideos tendría lugar en las áreas rurales de la costa, centro y sur, además de los sectores acomodados y de clase media de Lima metropolitana (Cerrate, 1989).

2.2.3 Normas de la calidad de los fideos

Las actuales normas establecidas por el Instituto de Investigación Tecnológico Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC), señalan los requisitos que deben cumplir las pastas alimenticias y fideos destinados a la alimentación humana (Anexo 1).

La calidad de las pastas alimenticias depende directamente de las clases de harina que se utilice de la potabilidad del agua, del proceso seguido en su elaboración, secado y conservación (Nogara, 1964).

Si se utiliza una harina de alta extracción, los fideos adoptan un color oscuro debido a la presencia de fragmentos de cáscara y componentes enzimáticos, obteniéndose por lo tanto, productos de poca aceptación.

El valor nutritivo de los fideos por unidad de peso es mucho más elevado que el pan, ya que 1 kilogramo de pasta equivale a 1.5 kilogramo de pan blanco de buena calidad.

El color de las pastas debe ser uniforme, semitranslucido, con fractura semividriosa y con sabor especial característico de la pasta cruda no fermentada.

Se considera que un buen fideo o pasta alimenticia de buena calidad debe tener la siguiente composición en porcentaje: almidón y azúcares 74.0%, materias nitrogenadas 14.0%, agua 10.0%, grasa 0.5%, celulosa 0.5%, materias minerales 1.0% (Nogara, 1964).

2.2.4 Clasificación de las Pastas

Las pastas alimenticias se clasifican del modo siguiente:

2.2.4.1 Por su contenido de humedad:

- Fideos secos:

Cuando el fideo posee un contenido de humedad menor o igual a 15%.

- Fideos frescos:

Cuando el fideo tiene una humedad mayor al 15% .

2.2.4.2 Por el Proceso Tecnológico durante su Elaboración:

- Fideo prensado:

Cuando se trata del fideo obtenido por extrusión, pudiendo adquirir diversas formas. También se le conoce como fideo tipo Nápoles.

- Fideo laminado:

Aquel fideo obtenido mediante un proceso de laminación. También es conocido como fideo Tipo Bologna.

- Fideo especial o enriquecido:

Aquel que presenta adición de cantidades variables de gluten, huevo, leche, vitaminas, minerales, verduras u

otros, con el fin de mejorar su calidad.

2.2.4.3 Según su Forma:

- Largos:

Será el fideo tipo Nápoles o Bologna de grosor variable, con o sin huevo, de sección redonda, ovalada, rectangular u otras. Su dimensión fundamental es la longitud, ejemplo: los tallarines.

- Cortos:

Son más pequeños que los anteriores. Pueden ser fideo tipo Nápoles o Bologna de tamaño y forma variable, sin características definidas de dimensión.

- Fideo Pastina:

Es aquel fideo tipo Nápoles que se caracteriza por su aspecto menudo.

- Fideo Rosca y Nido:

Se refiere a fideos largos que adoptan forma de madejas.

Los fideos en general, pueden presentarse a granel o envasados (Nogara, 1964).

2.2.5 Elaboración de los Fideos

2.2.5.1 Harina de trigo y evaluación

El control de las harinas empleadas en la elaboración de los fideos alimenticios tiene por finalidad determinar las características sensoriales, físico químicas, biológicas y del producto a consumir con relación a las normas sanitarias y características cualitativas del producto (Pizzorni, 1959).

Se define a la harina como un conjunto de partículas libres de pigmentos de salvado obtenido por molienda gradual del cereal trigo (Triticum durum, Triticum vulgare) técnicamente limpio (INDDA, 1987). Con relación a los componentes químicos de la harina de trigo, ésta tendría las mismas características que las del grano de trigo en la siguiente proporción: agua 12-16%, almidón 55-67%, celulosa 1.3-1.9%, dextrosa 5-9%, gluten 11-21%, materias grasas 1-2% y sales minerales 1.4-2% (Millot, in INDDA, 1987).

La fuerza de una harina depende en gran parte de la naturaleza y cantidad de gluten presente, necesario para dar a la masa la tenacidad requerida para la elaboración de fideos (Pearson, 1976).

Una harina preparada combinando todas las corrientes de harina es una harina completa, tipo normal, lo cual representa aproximadamente el 75% de trigo (Pizzorni, 1959).

La harina de trigo a utilizar dependerá del lugar donde se ha cultivado (clima, suelo, etc.); de la calidad y del tipo de grano. Para la industria fideera, los granos de trigo durum son las mejores, por ser más duros, pesados y grandes; además, córneos, semitransparentes y sin aparición de almidón en la fractura; rico en sustancias nitrogenadas. Sin embargo, por su alto costo, solo se le emplea en la elaboración de fideos especiales.

En cuanto a los granos de trigo semiduro, éstos son de fractura blanda, aspecto córneo y menos ricos en sustancias nitrogenadas que el anterior, pero produce buenas harinas para fideos.

En la elaboración de pastas, es necesario considerar la extracción de harina, el porcentaje de cenizas, proteínas y germen para obtener un producto final de buena calidad. La extracción indica la cantidad de la harina del grano de trigo, libre de cáscara, afrecho y germen; por otro lado, un alto porcentaje de cenizas indicará que se ha obtenido una harina con alta extracción.

Una harina es más valiosa cuando mayor sea su poder de hidratación, disminuyendo este valor a medida que aumenta el tenor de extracción. Las pastas alimenticias elaboradas con trigo duro tienen mayor estabilidad, lo cual se comprueba cuando éstas son sometidas a un hervido manteniendo su forma, no desintegrándose y no se vuelven pegajosas al dejarlas en agua después de cocidas, observándose que el agua de cocción está relativamente libre de turbidez causado por partículas de almidón

(Queretaro, 1986).

Según Morales (1969), el trigo duro contiene un promedio de 15.5% de proteínas, mientras que el trigo blando 10.2% .

Los componentes básicos de la harina lo conforman el almidón y las sustancias protéicas. Sin embargo, la calidad del primero parece no influir directamente en la calidad de los fideos mientras que si influye la calidad del gluten que tiene la harina empleada.

Como gluten se conoce a aquella mezcla protéica proveniente del trigo, la cual tiende a formar una red elástica que atrapa los gases del dióxido de carbono expandiéndose por último con este.

Está constituida por 25 a 40% de glutenina, en forma de materia pulverulenta, soluble en alcohol y del 65% a 80% de gliadina, sustancia viscosa soluble en alcohol que conforma una red pegajosa reteniendo a la glutenina y formando una masa completa. Cuanto mayor sea el contenido de gliadina, tanto mejor la calidad del gluten.

Durante el secado de fideos ocurre una desnaturalización del gluten por efecto del calor.

Si se somete a ebullición en agua o se calienta prolongadamente a 100°C, el gluten también es desnaturalizado. La capacidad de hidratación permanece inalterada si el secado es al vacío y a baja temperatura. Sin embargo, ésta disminuye a medida que se incrementa la temperatura (Morales, 1969).

2.2.5.2 El agua

Es un componente básico de la elaboración de pastas, ya que mantiene un íntimo contacto los ingredientes entre sí. El agua y la harina desarrollan al gluten, matriz de la masa, produciéndose el proceso de hidratación de los gránulos de almidón y desarrollándose las propiedades fideeras.

Normalmente se prefiere para la industria fideera, agua de mediana dureza entre 50 a 100 ppm, con un pH neutro o ligeramente ácido.

Las aguas demasiadas duras o blandas contribuyen a la fermentación de la masa. Las duras tienden a retardar la fermentación, mientras que las aguas excesivamente blandas producen una masa pegajosa.

Las aguas excesivamente alcalinas incidirían en la fermentación elevando su pH por encima del óptimo (4 - 5) en la cual se desarrollan las levaduras y actúan las enzimas en las harinas.

CUADRO 4: CLASIFICACION DE LA DUREZA DEL AGUA

DUREZA (PPM)	CLASIFICACION
0 - 15	Muy blanda
15 - 50	Blanda
50 - 100	Ligeramente dura
100 - 200	Dura
Más de 200	Muy dura

Fuente: Cerrate, 1989.

En general, el agua constituye un ingrediente esencial en las formulaciones y en el costo de los productos porque el gluten absorbe agua por tres veces su peso y el resto de la absorción lo realizan los granos de almidón.

Según (Queretaro, 1986), el agua cumple las siguientes funciones:

- Determinar la consistencia de la masa.
- Conduce y controla la temperatura de la masa.
- Hace posible la formación del gluten y el acondicionamiento de los almidones.
- Disuelve las sales y hace al fideo agradable.
- Hidrata los almidones tornándolos digestivos.
- Permite y crea el ambiente para que actúen las enzimas.
- Hace posible la limpieza en el local y de los equipos.

2.2.5.3 Aditivos

El cloruro de sodio es un ingrediente empleado en cantidades pequeñas (menor de 2.8%); proporciona sabor al producto y actúa como agente estabilizador del gluten mejorando la granulación y el color de la masa.

Para la industria fideera, La sal deberá tener las las siguientes características (Queretaro, 1986):

- Debe ser completamente soluble en agua debiendo ser previamente molida para facilitar su disolución y estar libre de elementos contaminantes.
- La solución preparada ha de ser clara.
- Debe tener un 98% de pureza y estar libre de sabores

extraños.

- Debe tener un color blanco.

El cloruro de sodio es un excelente conservador de las pastas secas, debiéndose preferir la sal de gema pulverizada finamente ya que las salinas no son aptas por contener sales de magnesio. Con una dosis de 1 g. por cada litro de agua añadida a la masa en el amasado, se obtiene una pasta brillante y cristalina por su acción estimulante ante la cristalización del almidón (Pizzorni, 1959).

Se permite la adición de colorantes naturales autorizados como el azafrán (Crocus sativus) en proporción de 15 a 20 g. por cada 100 kg. de harina (Queretaro, 1986). Se emplea además agentes preservantes, así como aquellos que favorecen un mejor secado, tal es el caso del carbonato de magnesio o el bicarbonato de potasio, los mismos que son inocuos para la salud humana, utilizados normalmente en la proporción de 2.5 a 3 kg por cada 100 kg de harina (Pizzorni, 1959). Los colorantes deben ser disueltos en agua caliente a fin de preparar una solución concentrada que luego será añadida a la masa.

2.2.5.4 Procesamiento

En la fabricación de pastas alimenticias es importante la calidad de las materias primas así como realizar el proceso siguiendo los parámetros establecidos en cada una de las etapas del flujo y la experiencia del fabricante.

Durante el procesamiento de las pastas alimenticias se lleva a cabo una transformación netamente mecánica (con la masa) de la harina de trigo en fideos (Nogara, 1964).

* Mezclado

Consiste en obtener una mezcla homogénea de harina con agua. Es decir, se añade agua a la harina hasta obtener una masa que contenga aproximadamente 31% de humedad.

Durante esta etapa será necesario tomar en cuenta la cantidad de agua a añadir, la temperatura de la masa y el tiempo de mezclado.

La cantidad de agua varía con la cantidad de harina o sémola a emplear, así como la calidad del gluten, la cual deberá estar en relación con el tipo de pasta a obtener y el diseño de los equipos destinados a darle forma. Es decir, los equipos deben estar aptos para trabajar con pastas duras o blandas.

En el caso de la temperatura, a mayor temperatura del agua la pasta tiende a ser más blanda; es decir que para una misma consistencia de las pastas se requerirá menos agua en la medida que la temperatura se incrementa.

Referente al tiempo de mezclado, cuando éste es prolongado (por ejemplo después de 20 a 25 minutos) se perjudica la calidad de las pastas y produce flacidez a la masa volviéndose opaca con estrias blancas y débiles.

El mezclado se realiza en una mezcladora - amasadora horizontal de potentes brazos o aletas accionados por la

fuerza trifásica, de revoluciones variables que mezclan la harina y el agua con un simple revoloteo de paletas.

En esta etapa de mezclado se adicionan aditivos, los mismos que son disueltos en una solución de sal o en forma de emulsión (Nogara, 1964).

*** Amasado**

La operación del amasado debe ser inmediatamente después del mezclado evitándose el reposo de la mezcla porque podría causar mayor acidez en la masa por acción de la temperatura. El amasado permite una íntima incorporación de los ingredientes de los fideos de tal forma de obtener una masa más homogénea y bien amalgamada (Nogara, 1964). Un buen amasado permite un mejor aspecto a la pasta; en promedio tiene una duración de 10 a 15 minutos, durante el cual la masa debe ser revuelta continuamente de modo de evitar la formación de la costra superficial y tratando que ésta sea lisa y libre de estrías (Morales, 1969).

El uso de la mezcladora a fuerza motriz, constituye un gran adelanto en la fabricación fideera, por la rapidéz con que se logra trabajar con agua caliente.

*** Trefilado o prensado**

Aquí se deben tomar en cuenta dos puntos de vista sobre la forma de moldeo que ha de dársele a la pasta:

- Pastas laminadas

Para la elaboración de fideos laminados, una vez

finalizada la etapa del amasado, se refina la pasta a través de un par de cilindros lisos en una extensa y homogénea lamina. Durante los varios procesos de laminación, la masa laminada tiende a ser cada vez más delgada y blanda. Sin embargo, puede conservar ciertos grumos los que podrían originar fermentaciones y acidificar la masa adquiriendo un sabor ligeramente ácido (Nogara, 1964).

- Pastas prensadas

También conocidas como pastas extruidas o sistema de tornillo horizontal. Después del amasado, la mezcla pasa al tornillo sin fin de compresión para compactar la masa en estado plástico y forzarla a salir por los orificios previamente diseñados en los moldes de bronce, teflón., etc.

Las presiones son de aproximadamente 120 kg/cm^2 y la humedad con que sale el producto es de 30 a 33% .

* Secado

Es la etapa más difícil y crítica para el control de proceso de pastas alimenticias; su objetivo principal es el disminuir el contenido de humedad del producto de 31% a 12 - 13% de tal manera que el fideo sea duro, mantenga su forma y no se altere durante el almacenamiento (Queretaro, 1986).

La pasta es sometida a una corriente de aire caliente, la misma que en su recorrido se carga de humedad, liberándose poco a poco el agua incorporada a la pasta. A su vez, ésta

absorbe cierto porcentaje de calor del aire caliente (Queretaro, 1986).

Si se secan demasiado rápido, las gradientes de humedad causan pastas crocantes (con agrietamientos) debido a que el núcleo se deseca y no puede contraerse libremente porque el envoltente externo se ha solidificado produciendo tensiones. La fractura (ruptura) puede ocurrir inclusive durante el período de secado o varias semanas después de que el producto a dejado el secador (Queretaro, 1986).

Los dos enemigos más notorios en las pastas alimenticias son la acidez y el enmohecimiento. La fermentación ácida suele llevarse a cabo al prolongarse excesivamente el proceso de elaboración o si la desecación ha sido lo insuficiente por la aglomeración de las pastas en las cámaras de desecación, con deficiencias en la ventilación provocándose entonces el enmohecimiento total o parcial.

A su vez suceden procesos químicos y enzimáticos durante la desecación que son poco conocidos, cualquier error en esta operación provoca el desarrollo de enzimas que atacan al gluten, transformando a la gliadina en una materia pulverulenta azoada, permaneciendo el contenido total del azoe sensiblemente invariable. De ahí que se pueda deducir la capacidad nutritiva de la pasta alimenticia.

La pasta alimenticia conteniendo gluten que haya sufrido estos ataques enzimáticos, se resquebraja durante la cocción, volviéndose pegajosa y enturbiando el líquido en que se hierve. En cambio, si el gluten se halla intacto se hidrata con suma abundancia, lo que resulta ventajoso

(Morales, 1969).

Se considera que la pasta está seca cuando contiene 13% de humedad. La pasta de la harina se deseca con mayor facilidad que la elaborada con sémola ya que ésta retiene mayor cantidad de agua por ser más rica en materias azoadas y realizarse una hidratación intensa de almidón.

De esta etapa depende la resistencia, elasticidad, pulido y brillo que obtenga el producto final y por lo tanto la apariencia para el público consumidor. De ahí que la calidad y forma del producto son los resultados del cuidado con que se trabaje durante la desecación.

La desecación natural de las pastas es posible, aunque estará en función de los cambios de los agentes climatológicos (lluvia, niebla, variaciones en la presión barométrica, etc.); impurezas del aire y gérmenes con posibles fermentaciones; si en caso contrario, esta desecación superficial tarda, la pasta tenderá a alargarse y deformarse, recurriéndose a su necesario recorte y produciendo desperdicios.

En la desecación artificial en cambio, se pueden controlar con cierta precisión los dos parámetros elementales del proceso, como son el calor y el aire logrando una desecación homogénea y constante (Pizzorni, 1959).

2.2.5.5 Sustituciones de la harina de trigo en fideería

Según Beltran (1975), desde el punto de vista técnico, es factible sustituir parcialmente la harina de trigo y la sémola de trigo en panadería y productos de

pastas por otros productos farináceos adicionales, si se desea de concentrados proteínicos. Ello llevaría a una disminución del consumo de trigo y generaría interés por otros cultivos alternativos a economías diversas que dependen en gran proporción de la importación.

Succar (1977), elaboró fideos de ñelén con harina de soya integral a niveles de 20% de sustitución, presentando buenas características organolépticas. Al respecto el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas, mencionados por INDDA, (1987) refiere que el grano de soya puede contribuir a la solución del problema de deficiencia protéica debido a su alto contenido de proteína.

Asimismo, INDDA (1987), trabajó con harinas crudas y harinas precocidas de maíz amiláceo, amarillo vítreo y opaco 2 con fines fideeros, resultando sensorialmente aceptables los fideos con 30% de sustitución de harinas crudas ya sea de maíz amiláceo, opaco 2 o de amarillo vítreo, y con 30% de sustitución con harinas precocidas de maíz amiláceo presentando buenas características de sabor, textura, color y pegajosidad.

A su vez, Marchetti (1957) y Scheuch (1972), mencionados por Segami (1980), también elaboraron fideos con 30, 40 y 50% de sustitución de trigo por quinua, concluyendo que los de 30 y 40% eran de excelente calidad por su buena cocción y agradable sabor.

Buendia (1981), menciona que los niveles de sustitución en panificación y fideería de harinas, cuando

son debidamente precocidos, alcanzan niveles de sustitución de hasta 20% y 50% respectivamente.

Por su parte Segami (1980), señala que los fideos elaborados a partir de trigo con sustituciones parciales (5, 10, 15 y 20%) de cebada M - 79 tuvieron buena apariencia general, no hallando cambios perceptibles en cuanto al color del fideo, aunque ante mayores sustituciones, éstos se hacían notorios por la alta extracción de la harina empleada.

En el Cuadro 5, se muestra el análisis químico proximal del fideo, según Collazos (1975).

2.3 Evaluación Sensorial de los Alimentos

El análisis o evaluación sensorial se define como la ciencia que permite evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas de las características de los alimentos por los sentidos de la vista, olfato, tacto y oído (IFT, mencionado por Cerrate, 1989).

De ahí que los exámenes sensoriales cobran cada vez mayor importancia en la industria alimentaria para

CUADRO 5: ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DEL FIDEO

C O M P O N E N T E S (%)					
HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CARBOHIDRATO	FIBRA	CENIZA
12.1	9.4	0.2	78.2	0.5	0.6

garantizar la calidad de los productos tanto en el desarrollo y/o mejoramiento de las mismas, o mantenimiento del estandar establecido.

Como muestra la Figura 1, el primer paso a dar para su realización adecuada es concretar el objetivo del trabajo, especificar el tipo de información que se necesita y el uso que se va a hacer de ella.

Se procede posteriormente a definir la intensidad de la sensación que se desea evaluar, ya sea si se trata de calidad sensorial total, de uno o más de los atributos básicos o sólo se pretende analizar alguno o algunos de los parámetros que integran un atributo determinado. Por último se define el número y característica de las muestras a evaluar como también la cantidad que de cada una se dispone.

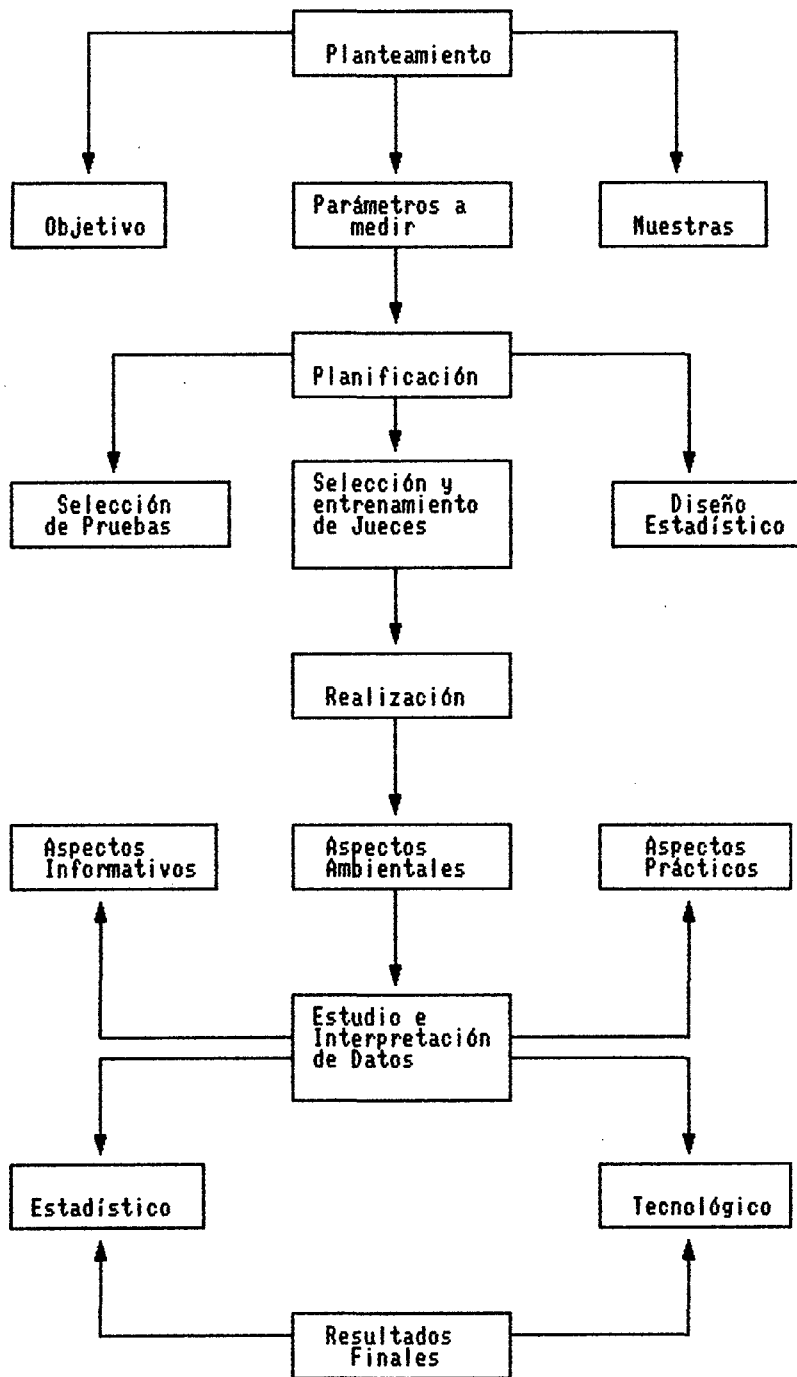
2.3.1 Selección de Pruebas.

Hay una gran variedad de pruebas sensoriales de distintas características con diferente aplicación (como lo muestran los Cuadros 6 y 7). Según la División de Evaluación Sensorial del Instituto de Tecnología de Alimentos (IFT, in Cerrate, 1989), las clasifica en dos grupos esenciales: Pruebas Analíticas y Pruebas Afectivas.

Las primeras se refieren a que si existe diferencia o similitud en la identificación y cuantificación de las características sensoriales. En estas pruebas pueden reconocerse dos tipos: las discriminativas y las descriptivas, en las que se usan panelistas experimentados



Figura 1: METODOLOGIA PARA EL ANALISIS SENSORIAL



Fuente: Cerrates, 1989.

y/o entrenados. En caso de entrenamiento de panelistas, al personal se selecciona, evalúa y capacita a discriminar diferencias (reconocer e indentificar las características sensoriales).

Las pruebas discriminativas permiten encontrar diferencias entre dos o más muestras sin determinar la magnitud y sentido de las mismas (Mackey, 1984).

Su aplicación se vincula al desarrollo o descubrimiento de nuevos productos o variedades, perfeccionamiento del producto para formular uno mejor, reducción del costo de producción sin afectar la calidad del mismo, selección de nuevas fuentes de materias primas para elaborar un producto de buena calidad (similar o superior al del referencia), mantenimiento de la calidad para asegurar su uniformidad durante su producción y comercialización y medir cambios de la calidad durante el procesamiento.

Existen dos tipos de pruebas discriminativas:

1. Pruebas de diferencia: Se distingue las pruebas de Comparación de pares (Simple o Direccional), Dúo-Trío, Trío, Triángulo, Ranking, Diferencia del Rating/ Diferencia Escalar de Control.
2. Pruebas de Sensibilidad: Se encuentra dos pruebas que son Umbral y Dilución

En cuanto a las pruebas descriptivas no sólo reportan la diferencia que existe entre las muestras confrontadas sino que también incluyen la magnitud y sentido de las mismas.

CUADRO 6 : GUIA DE INFORMACION PARA LA UTILIZACION DE LOS
METODOS DE EVALUACION SENSORIAL.

METODO	Nº DE MUESTRAS POR PRUEBA	ANALISIS DE DATOS
1. Comparación pareada	2 (1)	Distrib. Binomial
2. Dúo-Trío	3 (1)	Distrib. Binomial
3. Triángulo	3	Distrib. Binomial
4. Ranking	2-7	Análisis del Ran- king Anva
5. Diferencia de Puntuación /diferencia esca- lar del control	1-18	Anva Análisis del Ranking
6. Umbral	5-15	Análisis Secuencial
7. Dilución	5-15	Análisis Secuencial
8. Atribución de Puntaje	5-15	Anva Análisis del Ranking. Análisis de Regresión. Aná- lisis del factor. Represen. gráfica.
9. Análisis del perfil del sabor	1	Represen. gráfica de componentes --- principales. Anva multivariado.
10. Análisis del perfil	1-5	Anva multivariado.
11. Análisis descriptivo	1-5	Anva. Análisis del factor y de regre- sión. Repres. gráf.
12. Escala Hedónica (verbal o facial)	1-18	Anva. Análisis del Ranking.
13. Escala de graduación de acción del alimen.	1-18	Anva. Análisis del Ranking.

(1) = dos idénticas, una diferente.

Fuente: Cerrate, 1989

CUADRO 7 : APLICACION DE PRUEBAS SENSORIALES EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

TIPO DE APLICACION	PRUEBA APROPIADA (ver cuadro anterior)
Para el desarrollo de nuevos productos	1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,13
Producto de competencia	1,2,3,5,8,9,10,11,12,13
Mejoramiento del producto	1,2,3,5,8,9,10,11,12,13
Cambio del proceso	1,2,3,5,8,9,10,11,12,13
Reducción del costo y/o reelección de una nueva fuente de abastecimiento	1,2,3,5,8,9,10,11,12,13
Control de calidad	1,2,3,5,8,9,10,11
Estabilidad del producto almacenado	1,2,3,4,5,8,9,10,11,12,13
Aceptación del consumidor y/o determinar su opinión	12,13

Fuente : Cerrate, 1989.

Se aplican para el desarrollo de nuevos productos, de uno ya existente, evaluación de los cambios de calidad durante el almacenaje, entre otros (Mackey, 1984).

Las pruebas afectivas o de preferencia-aceptación se basan en una medición de preferencia la que puede ser difundida como: (A) expresión de un alto grado del gusto; (B) elección de un objetivo sobre otro y/o; (C) sensibilidad psicológica continua sobre la cual están basados muchas elecciones. La medición de la preferencia puede incluir la elección de una muestra en vez de otra, un orden categorizado (graduado), o una expresión de opinión

sobre una escala hedónica (gusto/disgusto). La preferencia de comparación de pares o pruebas de calificación (graduación), es directa, mientras que la preferencia de graduación hedónica es implícita (ingerida).

La aceptación puede ser difundida como: (A) experiencia o semejanza de experiencia caracterizada por una actitud positiva, y/o ; (B) la utilización verdadera (real). La aceptación puede ser medida por la preferencia o gusto de un alimento específico.

Las pruebas de preferencia-aceptación son aplicables en el desarrollo de nuevos productos, mejoramiento de un producto para la obtención de uno de mejor calidad, medición de cambios en la calidad durante su procesamiento, elaboración de un producto al menor costo sin variar la calidad original, selección de la muestra más apropiada para ser aplicada en un caso específico, aceptación del consumidor frente a productos nuevos o mejorados y preferencia del consumidor por un determinado producto.

Las pruebas que pertenecen a este tipo de análisis sensorial son: muestras simples, comparación por pares, prueba de Ranking o Rangos y escala hedónica.

2.4 Isoterma de adsorción

La isoterma de adsorción de vapor de agua es la curva que indica, en el equilibrio y para una determinada temperatura, la cantidad de agua retenida por un alimento en función de la humedad relativa de la atmósfera que lo

rodea (Cheftel, 1980). Las isothermas pueden ser utilizadas como guía para el almacenamiento, procesamiento y empaquetado con la consiguiente mejora en la calidad de los productos alimenticios procesados.

El valor monomolecular o humedad de monocapa puede determinarse, a partir de la isoterma respectiva a través de diferentes modelos teóricos.

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

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

La ecuación de G.A.B. tiene la ventaja al compararla con el modelo B.E.T., que describe en forma objetiva las isothermas de sorción hasta valores de A_w de 0.9, mientras que el modelo B.E.T. está limitado a A_w de 0.45 (Labuza, 1985).

Un importante factor que afecta la estabilidad de los alimentos es la actividad de agua (A_w). Tanto la velocidad de las reacciones químicas como la actividad microbiana están directamente controladas por A_w (Cheftel, 1980). El

crecimiento de la mayoría de hongos se inhibe si la Aw es menor de 0.7; en cambio las levaduras y bacterias son más sensibles, requiriendo para su desarrollo un valor mínimo de 0.95 (Ingran citado por Martinez, 1967).

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

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

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

Las reacciones enzimáticas están condicionadas muy íntimamente por la Aw. Cuando la Aw tiene valores de 0.25 a 0.30, la actividad enzimática cesa por completo.

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

3. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales (ANACOMPA) Y Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, durante el período de Mayo a Noviembre del año 1993.

3.1 Materias primas e insumos

Para el presente trabajo; se empleó harina de trigo, granos de frijol huasca, agua potable y sal de mesa, los que fueron adquiridos en los mercados de la ciudad de Tarapoto.

3.2 Materiales y equipos

- Balanza analítica digital, marca SARTORIUS, MOD.1601 cap. máx. 110 g.
- Balanza de precisión, 0.1 mg. MODEL AC-2KD.
- Estufa Universal-Automática marca MEMMERT MOD V-30.
- Determinador digital de humedad marca OHAUS MOD MB-200.
- Equipo SOXHLET.
- Psicrómetros de 0-60°C.
- Termómetros de mercurio de 0 a 100°C.
- Equipo semi-micro Kjeldahl, J.P. Selecta S.A-Pro Nitro CD.
- Molino de disco corona, tolva baja.
- Probetas graduadas de 50 - 500 ml.

- Autoclave vertical, con regulador de presión hasta 4.0 kg/cm² MOD HL 3030E.
- Canastillas metálicas de 30 cm de diámetro.
- Recipientes plásticos.
- Máquina de fideos, marca MARCATO, MOD ATLAS 150 Italia.
- PH-metro MOD. HI 8417 de Rango: ph 0.00-14.00.
- Horno mufla, marca Thermolyne 500.
- Selladora de bolsas plásticas.
- Bolsas de polipropileno, de espesor 0.02 mm.
- Centrífuga.
- Cocinillas eléctricas, marca Fisher Theemis, MOD 200 M.
- Otros. Materiales y Equipos de laboratorios necesarios para la realización de las diferentes pruebas de control y evaluación físico-químicas y organolépticas.

3.3 Esquema experimental de la investigación

En la Figura 2, se muestra el esquema experimental que se siguió en el trabajo de investigación.

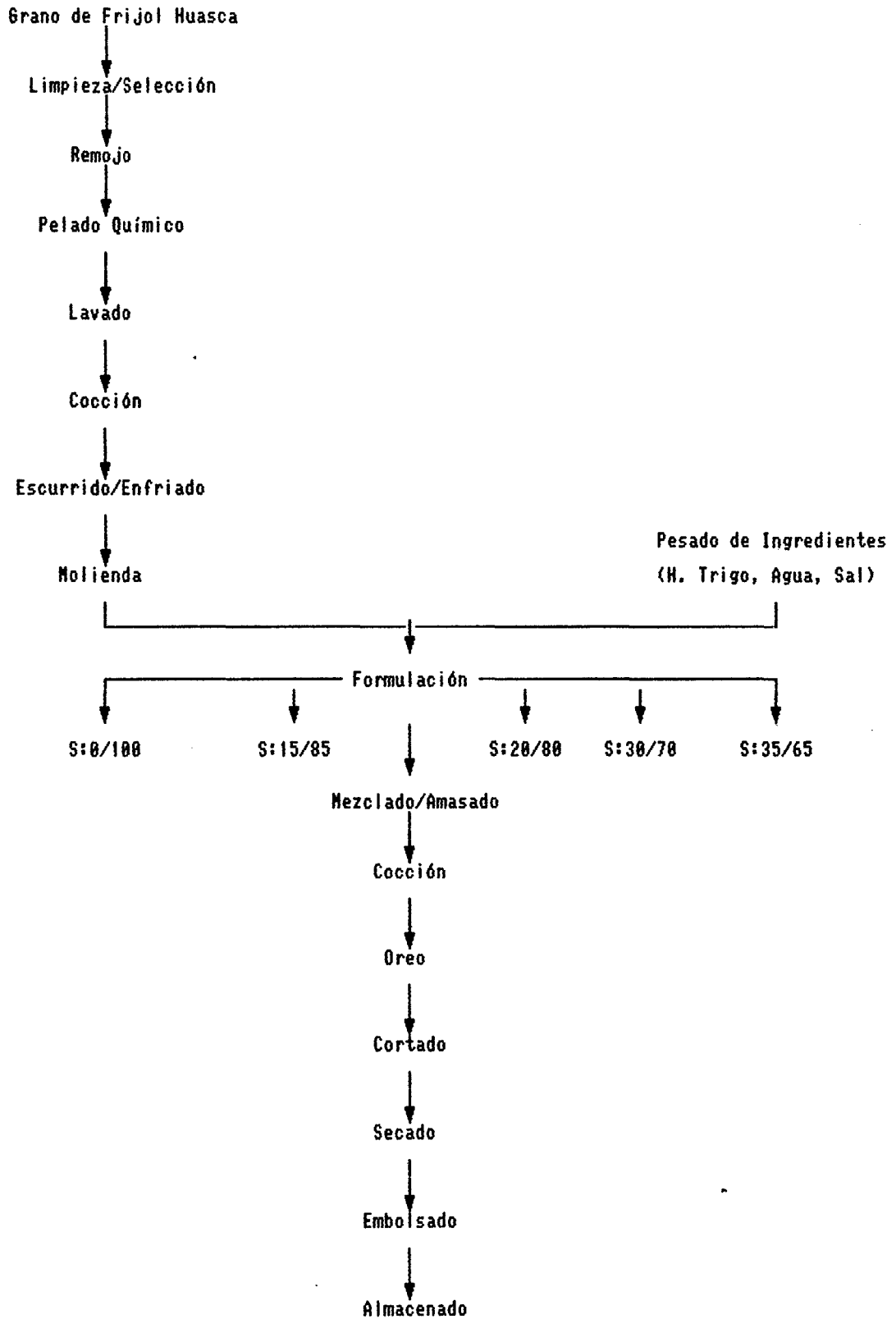
3.3.1 Obtención del puré de frijol Huasca

En la Figura 3, se muestra el flujo de operaciones seguido para la obtención del puré del frijol huasca.

3.3.1.1 Pesado

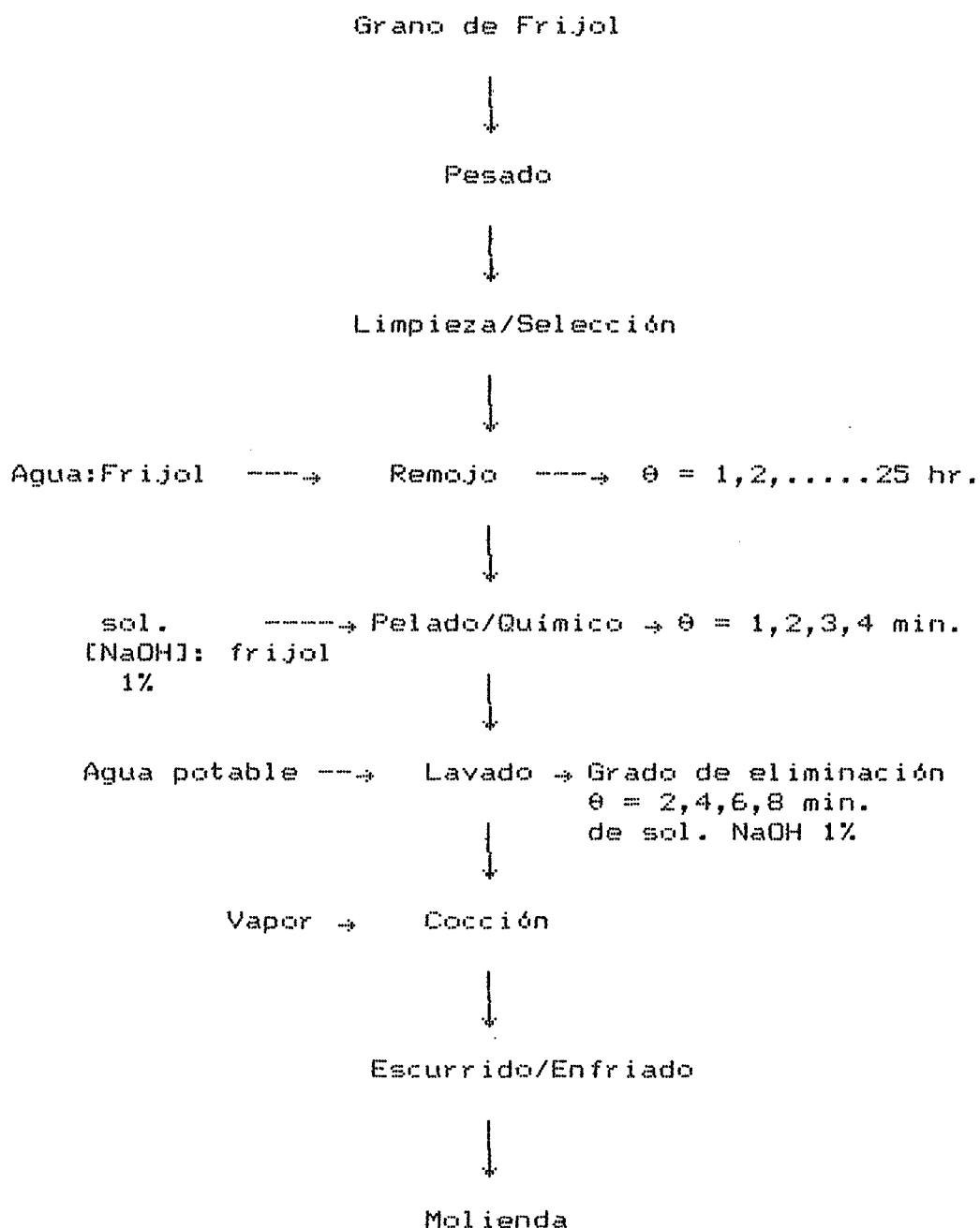
Utilizando una balanza de precisión con la finalidad de evaluar rendimiento.

FIGURA 2: ESQUEMA EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACION



Legenda: S: Niveles de Sustitución

FIGURA 3: FLUJO PRELIMINAR PARA LA OBTENCION DEL PURE



3.3.1.2 Limpieza/selección

Se hizo en forma manual, extrayendo las partículas extrañas a los granos, tales como piedras, palos, residuos de tierra, entre otros; etc.

3.3.1.3 Remojo

El remojo fue realizado a temperatura ambiente. Con el objeto de determinar el tiempo óptimo se procedió a evaluar la absorción de agua de 500 g. de frijol dejado en un recipiente con agua hasta 25 horas, en la proporción 5:1, agua: frijol; que acondiciona al grano para su posterior pelado.

El agua potable utilizado en todas las operaciones de procesamiento tuvo una dureza de 60 pp.mm.

3.3.1.4 Pelado químico

En esta etapa se utilizó Hidróxido de Sodio en solución al 1%, en una proporción 5:1 de solución NaOH: frijol, durante 1, 2, 3, y 4 minutos hasta poder obtener un pelado óptimo; según lo recomendado por (Chávez, 1992).

3.3.1.5 Lavado

El lavado se realizó bajo un chorro de agua potable y friccionando unos a otros los granos en forma manual, eliminándose los restos de cáscaras, el color oscuro y los restos del Hidróxido de Sodio impregnados en el grano. El grado de eliminación del NaOH en función al

tiempo de lavado (2,4,6,8 min), fue controlado mediante el indicador fenoltaleína.

3.3.1.6 Cocción

Se realizó utilizando autoclave vertical; los cotiledones después de colocados en una canastilla metálica, de aproximadamente 0.3 m. de diámetro, fueron sometidos a una cocción con vapor saturado a 1 atm., temperatura 100 °C por un tiempo de 10 minutos (Molina et. al., 1972).

3.3.1.7 Escurrido/enfriado

Evacuado el vapor del autoclave, se procedió a extraer la canastilla metálica con los cotiledones dentro y enfriar al ambiente de 10 - 15 minutos (tiempo de espera hasta la molienda y mezclado posterior), para drenar el caldo de cocción, (Chávez, 1992).

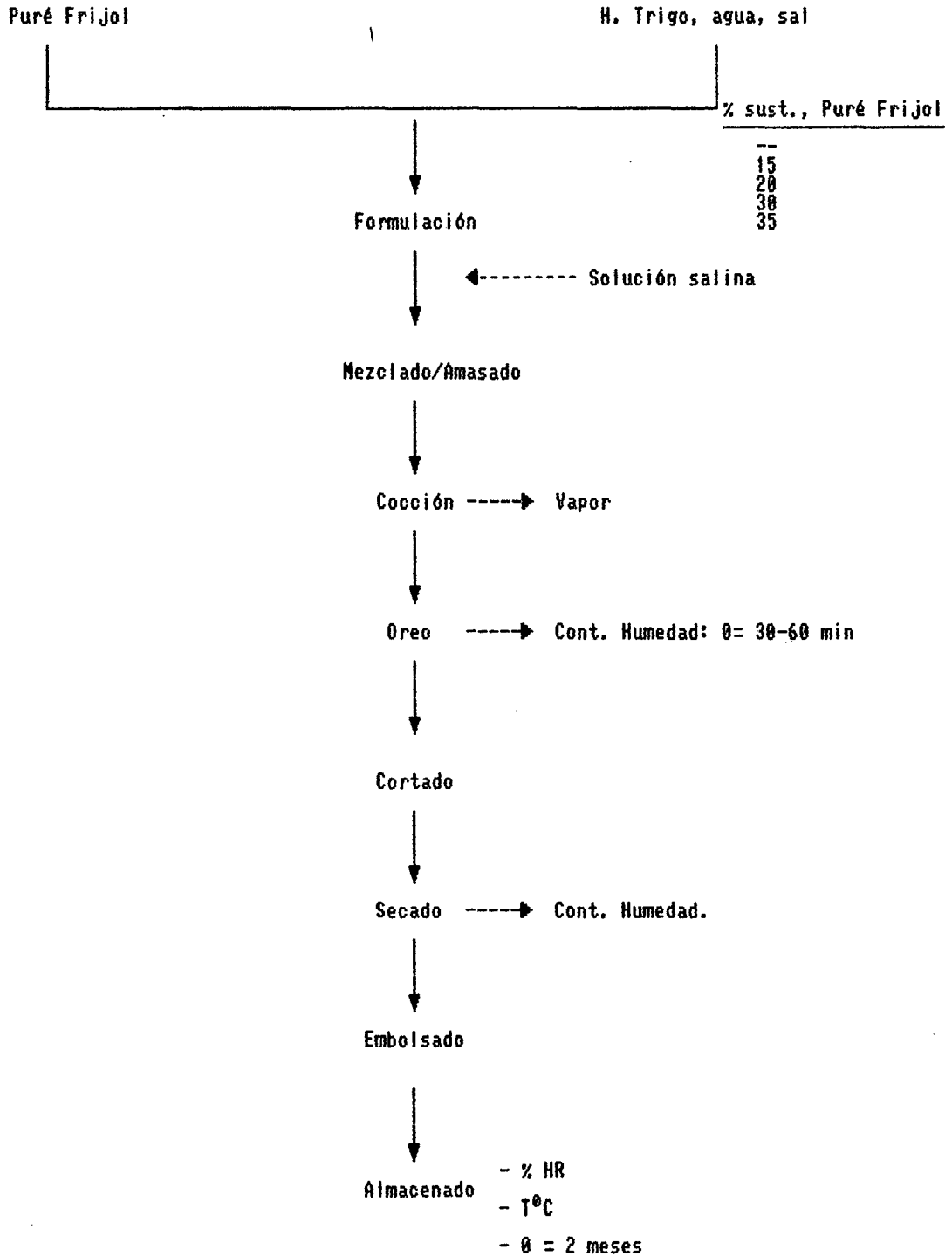
3.3.1.8 Molienda

La molienda se realizó en molino de disco corona, hasta obtener el puré, para luego mezclarlo con los demás ingredientes para la elaboración de fideos.

3.3.2 Elaboración de Fideos

El flujo de operaciones seguido en la elaboración de fideos, se muestra en la Figura 4. Se inició con las etapas de:

FIGURA 4: FLUJO DE OPERACIONES EN LA OBTENCION DE FIDEOS TIPO CINTA



3.3.2.1 Formulación

Se ensayaron diferentes formulaciones, harina de trigo: puré de frijol, para la elaboración de fideos, considerando niveles de sustitución de 15, 20, 30, 35% de puré de frijol, empleando un Diseño Completamente Aleatorizado (D.C.A.).

Cabe señalar que los niveles de sustitución de 15,20, 30, y 35% fueron tomados en base a las pruebas preliminares que establecieron un comportamiento poco funcional de la masa a mayor porcentaje de sustitución.

La fórmula utilizada en la obtención de fideos se presenta en el Cuadro 8.

3.3.2.2 Mezclado/amasado

Una vez pesados los componentes de la fórmula (Cuadro 8), se procedió a disolver la sal en agua a temperatura ambiente, enseguida fueron colocados en un recipiente plástico iniciándose el mezclado manual. Se añadió luego la solución salina continuándose con el amasado manual y mecánico por un tiempo de media hora; según lo recomendado por (Cerrate, 1989).

3.3.2.3 Cocción

Una vez obtenida la lámina elástica y homogénea, fue introducida en el autoclave por espacio de 3 minutos, (Succar, 1977).

CUADRO 8: FORMULA UTILIZADA EN LA OBTENCION DE FIDEOS

FORMULACION (%)

Harina de Trigo	:	100	85	80	70	65
Puré de Frijol Huasca	:	0	15	20	30	35
Agua	:	42	40	39	37	36
sal	:	1	1	1	1	1

FORMULACION (g): BASE 500 g.

Harina de Trigo	:	500	425	400	350	325
Puré de Frijol Huasca	:	0	75	100	150	175
Agua	:	210	200	195	187	180
Sal	:	5	5	5	5	5

La evaluación estadística se hizo mediante un ANVA y prueba de Duncan al 0.05.

3.3.2.4 Oreo

Luego de extraída la lámina del autoclave, fue oreada por espacio de 30 a 60 min., de modo que se afirme más el gel y se facilite el cortado, permitiendo obtener cortes más uniformes, (Succar, 1977).

3.3.2.5 Trefilado/cortado

El procedimiento consiste en poner en movimiento a la máquina trefiladora manual, y dejar pasar la lámina a través de ella.

La lámina cortada en cintas es depositada sobre las bandejas del secador solar, para el secado respectivo.

3.3.2.6 Secado

Se llevó a cabo en un secador solar indirecto de cabina hasta lograr un contenido de humedad recomendado por la Norma ITINTEC, (1980).

3.3.2.7 Embolsado/sellado

Se utilizó bolsas de polipropileno, sellándose éstas mediante selladora eléctrica pedestal.

3.3.2.8 Almacenamiento

El almacenado de los fideos se realizó a condiciones ambientales, siendo los valores promedio de humedad relativa y temperatura, 78% y 26°C respectivamente. El almacenamiento tuvo una duración de 60 días realizándose controles físico químicos durante el mismo.

3.4 Métodos Analíticos de Control

3.4.1 Análisis Proximal y Físicos de la Materia Prima

3.4.1.1 Análisis Proximal

Los granos de frijol huasca después de una limpieza y selección fueron sometidos a un análisis químico proximal siguiendo los métodos de la (A.O.A.C., 1989); para:

La determinación de proteína total se realizó en base al método semi-micro Kjeldahl utilizando como factor 6.25 para la harina de Trigo y 5.7 para el frijol Huasca.

La ceniza a través de la incineración de la materia orgánica a 600°C en mufla.

En el caso de la grasa total se empleó el equipo Soxhlet con eter de petróleo como solvente.

La fibra cruda se determinó después de una hidrólisis ácida y luego una hidrólisis alcalina.

Los carbohidratos se obtuvieron por diferencia.

3.4.1.2 Análisis físicos

Se determinó la calidad del grano del frijol utilizando la Norma de Calidad de Menestras del Ministerio de Agricultura (1982).

3.4.2 Análisis Químicos y Físicos del Producto

Final (Fideos)

Los análisis químicos se llevó a cabo según los métodos mencionados en la sección 3.4.1.1

La determinación del pH y acidez de los fideos se realizó en base a la metodología recomendada por la Norma ITINTEC (1980), expresando los resultados de la acidez en porcentaje de ácido láctico.

Los análisis físicos evaluados fueron:

3.4.2.1 Pruebas de cocción de los fideos

La prueba de cocción se realizó durante 7, 10, 13 y 15 minutos en vasos precipitados. La prueba consistió en someter a cocción 50 g. de fideos en 500 ml. de agua y 5.0 g. de sal. Las pruebas se evaluaron utilizando el método Ranking, (Cerrate, 1989).

3.4.2.2 Índice de absorción y solubilidad en agua

En un tubo de centrifuga tarado se suspendió una muestra de 2.5 g. de harina de fideo en 30 ml. de agua a 30°C, se agitó ocasionalmente durante 30 minutos, manteniendo la temperatura de la suspensión constante (30°C). Luego se centrifugó a 3000 RPM; durante 10 minutos. Se decantó el sobrenadante, se midió el volumen de éste, se tomó una alícuota de 25 ml. y se evaporó a sequedad a 90°C, (Salazar, 1975).

3.4.2.3 Determinación de las curvas de secado

Se realizó en bandejas provistas de mallas de acero inoxidable en los que se depositó el producto a secar utilizando un secador solar de cabina.

A intervalos de tiempo de sesenta minutos se determinó la pérdida de agua hasta peso constante.

3.4.2.4 Isotherma de adsorción

La determinación de las isotermas de adsorción se realizó empleando soluciones saturadas como se muestra en el Cuadro 9; para lograr la humedad relativa adecuada en cada ambiente, mediante el método Stitt, (1958); mencionado por (Martínez, 1967).

CUADRO 9: SOLUCIONES SATURADAS UTILIZADAS EN LA FIJACION DE ISOTERMAS DE ADSORCION

SOLUCION SATURADA	AW	HUMEDAD RELATIVA
		25%
Acido Sulfúrico	0.0	0.0
Cloruro de Litio	0.11	11.0
Acetato de Potasio	0.23	23.0
Cloruro de Magnesio	0.33	33.0
Bicromato de Sodio	0.50	50.0
Nitrato de Sodio	0.64	64.0
Cromato de Potasio	0.87	87.0
Nitrato de Potasio	0.93	93.0
Agua	1.00	100.0

FUENTE: Martínez (1,967).

3.4.2.5 Determinación del valor monomolecular

Para determinar el valor de la cobertura monomolecular del alimento y predecir la humedad más adecuada para lograr una máxima estabilidad en el mismo, se utilizaron las ecuaciones de Guggenheim-Anderson-de Boer (G.A.B.) y Brunauer-Emmett-Teller (B.E.T.).

3.4.2.6 Análisis químico durante el almacenamiento

Estos análisis fueron realizados en la mejor muestra con sustitución, durante el almacenamiento (60 días), a intervalos de 15 días; que fueron los siguientes:

- Índice de Iodo, según el método modificado de WIJ'S. (Pearson, 1976).
- Índice de peróxido, según el método modificado de LEA. (Pearson, 1976).
- Índice de acidez, método (A.O.A.C., 1989).
- pH, método (A.O.A.C. 1989).

3.4.3 Análisis sensorial

El análisis sensorial de los fideos en estudio se efectuó de acuerdo a los métodos de escala hedónica.

3.4.3.1 Escala hedónica

La prueba de escala hedónica se realizó con un panel de degustación conformado por 10 panelistas semientrenados a fin de conocer el grado de aceptación de los fideos elaborados, con la muestra que resultó mejor en

las anteriores pruebas y la muestra patrón. De esta forma se calificaron los atributos de aroma, sabor, textura, color y aspecto general. En el Anexo 5, se muestra el formato aplicado para esta prueba.

Las 02 muestras de fideos, después de codificadas en forma randomizada, fueron cocidos simultáneamente con salsa de carne y demás ingredientes secundarios, acompañado de dos cucharadas de aceite, a fin de evitar que los fideos se peguen unos a otros.

Los productos y panelistas fueron distribuidos al azar, empleándose la siguiente escala de calificación:

Excelente	5	(ptos)
Muy bueno	4	
Bueno	3	
Regular	2	
Malo	1	

La evaluación sensorial del producto se hizo mediante un Diseño Completo al Azar (D.C.A), en la cual se evaluó dos muestras (Tratamientos); la muestra patrón, elaborado con harina de trigo sin sustitución y una muestra con la sustitución adecuada obtenida, teniendo en cuenta las características físico químicas evaluadas anteriormente.

A los resultados obtenidos se les efectuó el análisis de varianza (ANVA), para una significación al 0.05 y con la finalidad de encontrar las diferencias entre las dos muestras, se hizo uso de la prueba de Duncan al 0.05 de probabilidad.

3.4.4 Análisis microbiológicos

Al producto final con mejores características químicas y sensoriales luego del almacenamiento a condiciones ambientales se efectuaron los siguientes análisis según los métodos y recomendaciones dados por (Mossel y Quevedo, 1986):

- Recuento total
- Numeración de Mohos
- Numeración de Levaduras
- Numeración de Coliformes Totales.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Caracterización de la materia prima

4.1.1 Análisis químicos

Los resultados del análisis químico proximal se presentan en el Cuadro 10.

En el Aykroyd (1964), Cuadro 3, menciona que el contenido de proteína del frijol huasca es del 21.15% en base húmeda, el resultado mostrado en el Cuadro 10, indica que el contenido de proteína se encuentra cercano a este valor.

Con respecto a los demás constituyentes, todos se encuentran en el rango citado por Aykroyd (1964), alguna mínima variación en cuanto al contenido de humedad puede deberse a las condiciones climáticas durante la cosecha, así como también al tiempo de almacenamiento.

La composición químico proximal de la harina de trigo es similar a lo indicado por Collazos (1975).

4.1.2 Análisis físicos

En el análisis efectuado a los granos de frijol huasca correspondió 16 g. a materias extrañas, de 1000 g. de frijol, lo que equivale al 1.6%; este valor comparado con la Norma de calidad de menestras del Ministerio de Agricultura (1982), se clasifica en el grado 2 por no tener más del 2% de materias extrañas.

Asimismo se evaluaron características físicas del grano como: color del tegumento (amarillo), color del hilio

CUADRO 10: ANALISIS QUIMICO DE LAS MATERIAS PRIMAS (g/100 g. b.h.)

PRODUCTOS	COMPONENTES (%)						
	HUMEDAD	FIBRA	CENIZA	GRASA	PROTEINA	CARBOHIDRATOS	MATERIA SECA
FRIJOL HUASCA	11.48	3.35	2.18	1.60	20.96	60.43	88.52
HARINA DE TRIGO	10.80	1.50	0.40	2.00	10.50	74.80	89.20

o cicatriz de la semilla (marrón), clasificación por tamaño (normal) y tamaño de las semillas (peso de 100 semillas en g.), correspondiendo 50 g.

4.2. Pruebas Preliminares para la Obtención del puré de frijol huasca

En la Figura 5, se encuentra el flujo de operaciones seguidos para la obtención del puré de frijol.

4.2.1 Pesado

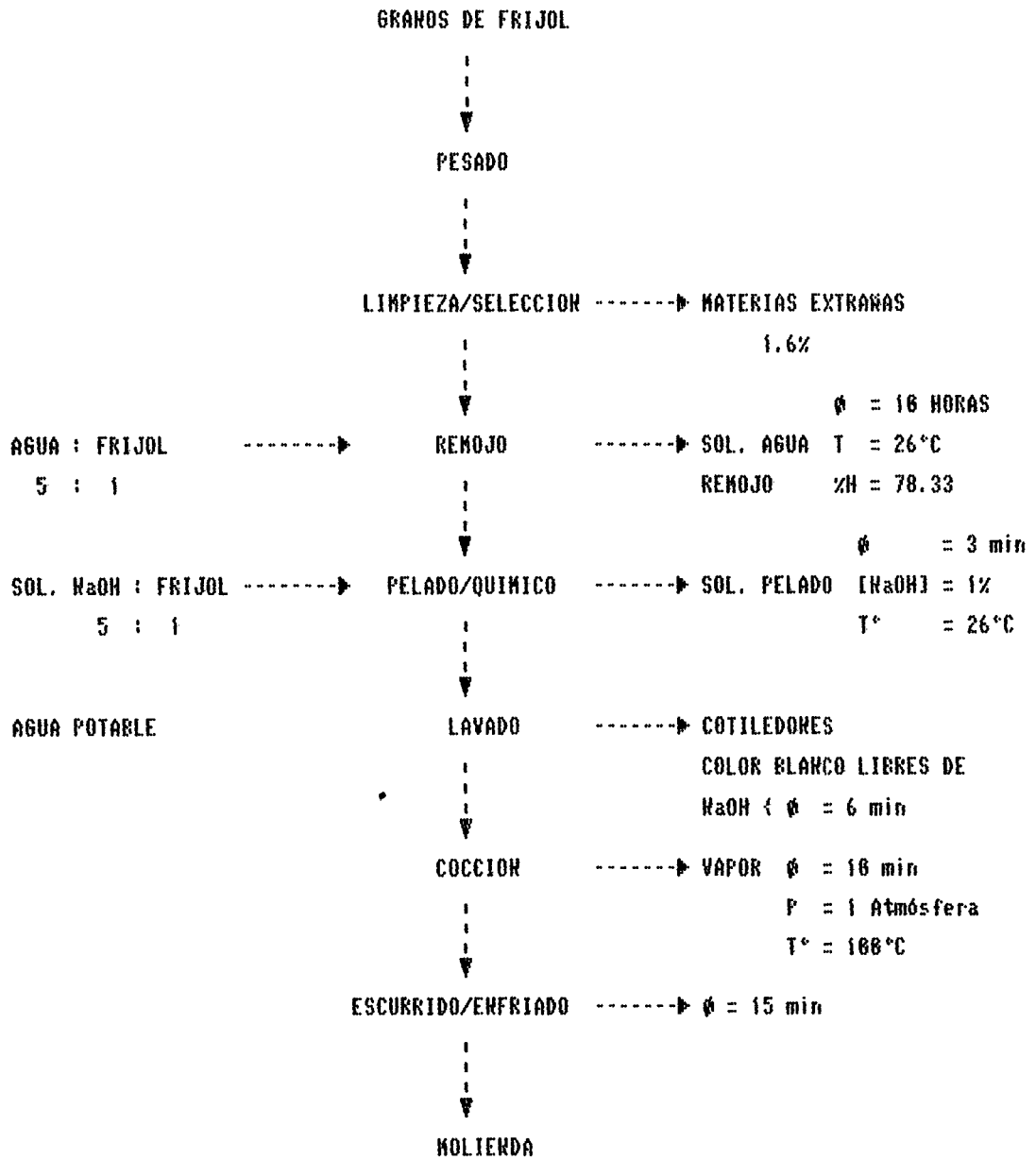
El frijol se pesó en una balanza de precisión para determinar el peso de la materia prima y obtener los rendimientos.

4.2.2 Remojo

En la Figura 6, se aprecia el comportamiento de hidratación de los frijoles huasca, sometidos a remojo en agua a temperatura ambiente (26°C), alcanzando su máxima hidratación en aproximadamente 10 horas de remojo, (Elias, 1982), que indica que la absorción de agua por el grano de frijol depende de las características físicas (dureza, grosor de la testa, tiempo de almacenamiento, etc.), y morfológicas de la cáscara y el hilio respectivamente.

El tiempo óptimo de remojo para nuestro caso fue de 10 horas, al presentar mayor facilidad de separación de cáscara y alcanzando una hidratación de 78.33%. De 10 horas para adelante el porcentaje de ganancia de agua es mínimo

FIGURA 5: FLUJO DEFINITIVO PARA LA OBTENCION DEL PURE DEL FRIJOL HUASCA



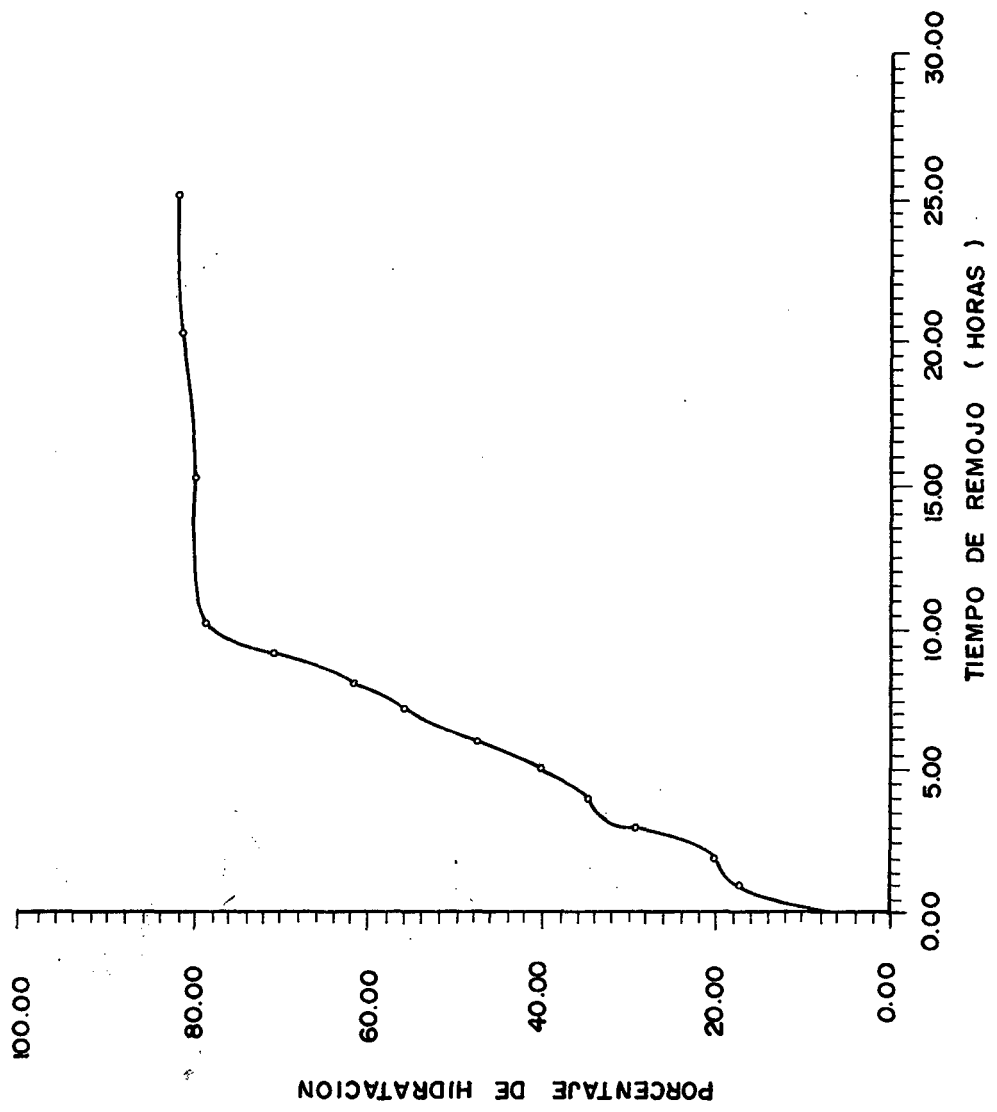
variando respecto a los resultados reportados por (Chávez, 1992), y (Molina, 1974) quienes determinaron un tiempo de remojo de 16 - 18 horas para estos frijoles; esta diferencia puede deberse a, que el frijol utilizado por estos investigadores podría haber estado almacenado durante algún tiempo y la muestra utilizada en el presente trabajo era de cosecha reciente (15 días de almacenamiento).

4.2.3 Pelado químico

Para el pelado químico se siguió con lo recomendado por (Chávez, 1992), obteniéndose un pelado óptimo de los frijoles huasca utilizando una solución de NaOH al 1% por el tiempo de 3 minutos; a temperatura ambiente (26°C), la proporción empleada fue de 5:1; solución de NaOH : frijol; obteniendo fácil separación de la cáscara, con el lavado con agua a presión obteniéndose buenas características de los cotiledones (inalterables), con mínima penetración de NaOH en los tejidos; mientras que a menores tiempos de tratamiento bajo las mismas condiciones termoquímicas, no se logró degradar la testa por efecto deficiente del tratamiento.

Candiotti (1977), determinó que el tiempo óptimo de tratamiento termoquímico para el pelado es de 3 a 4 minutos, con 1% de [NaOH]. Esta ligera diferencia puede depender de las características morfológicas y composición de la testa del grano (contenido de fibra); es decir que a mayor contenido de fibra mayor será el tiempo de pelado.

FIGURA 6: CURVA DE HIDRATACION DEL FRIJOL HUASCA
(*Phaseolus vulgaris*)



4.2.4 Lavado

La operación del lavado facilitó la máxima eliminación posible del producto químico y color adherido por efecto de la degradación de los taninos de la cáscara.

Se consideró por finalizada esta operación, cuando los cotiledones quedaron de color blanco y no había cambio de color cuando se agregaba fenoltaleína, siendo el tiempo óptimo de 6 minutos.

4.2.5 Cocción

La cocción a vapor óptima lograda en el autoclave fué durante un tiempo de 10 minutos a presión atmosférica (temperatura de 100°C) según lo señalado por Molina et al (1972), citado por Jaffe (1955), quienes determinaron que 10 minutos de tratamiento en autoclave era el tiempo óptimo para lograr buena digestibilidad y valor nutritivo elevado al trabajar con frijol negro (Ph. vulgaris), recién cosechados a un tiempo de remojo de 16 horas.

Además, por método de cocción en autoclave se logra una mejor eficiencia de la misma.

4.2.6 Escurrido/enfriado

En esta etapa los cotiledones se colocaron en una canastilla metálica y dejados en reposo por un tiempo de 15 minutos, es decir cuando la temperatura del cotiledón era cercana a la del medio ambiente (26°C); se drenó todo el caldo de cocción, permitiendo el enfriamiento total para pasar luego a la etapa de molienda.

4.2.7 Molienda

La molienda uniformizó el tamaño de las partículas (0.230 mm de diámetro); obteniendo de esta forma el puré con un contenido de humedad de 58.4% ; y un rendimiento de 70.35%.

El puré presentó color blanquecino (Ver Foto 1).

4.3 Elaboración de fideos

El flujo definitivo de operaciones seguido en la elaboración de fideos tipo cinta se muestra en en la Figura 7, Se inició con la etapa de:

4.3.1 Formulación

Podemos señalar que la formulación más adecuada fue la de sustitución del 35% , tal como se muestra en el Cuadro 11; elevando el contenido protéico del fideo sin alterar sus características.

La evaluación estadística se hizo mediante un ANVA y prueba de Duncan al 0.05.

CUADRO 11 : FORMULA ADECUADA EN LA OBTENCION DE FIDEOS

FORCENTAJE DE SUSTITUCION DE PURE DE FRIJOL (%)	CONTENIDO DE PROTEINA (%) b.s
35	16.19
30	15.93
20	14.67
15	14.49
0	10.66

CUADRO 12: ANALISIS DE VARIANZA EMPLEADO EN LA FORMULACION DE FIDEOS

FUENTES DE VARIACION	G.L	S.C	C.M	Fcal
Tratamiento	t-1	SCT	CMT	CMT/CME
Error Exp.	r.-t	SCE	CME	
Total	r.-1	SCTot		

4.3.2 Mezclado y amasado

El mezclado y amasado se realizó manualmente, durante 20 minutos para la obtención de pastas homogéneas, requiriendo un tiempo adicional de 10 minutos para el afinado de la masa, en la máquina trefiladora, hasta obtener una lámina fuerte, flexible y fácilmente manipulable, concluyendo que el 35% es el límite máximo de sustitución, como lo podemos apreciar en la Figura 11 (Anexo 6). Las láminas con 40% de sustitución fueron muy difíciles de trabajar por ser excesivamente débiles; existiendo mínima diferencia con lo investigado por Succar (1977), quien trabajó con sustituciones de 20% de harina de frijol de soya en ñelén, por considerar que este nivel es adecuado porque eleva significativamente el contenido proteico del producto final y permite trabajar la mezcla con relativa facilidad.

4.3.3 Cocción

El tratamiento térmico fue realizado en el autoclave a presión atmosférica, temperatura 100°C y durante un tiempo de 3 minutos, según lo recomendado por Succar (1977).

FIGURA 7: FLUJO DEFINITIVO PARA LA ELABORACION DE FIDEO TIPO CINTA

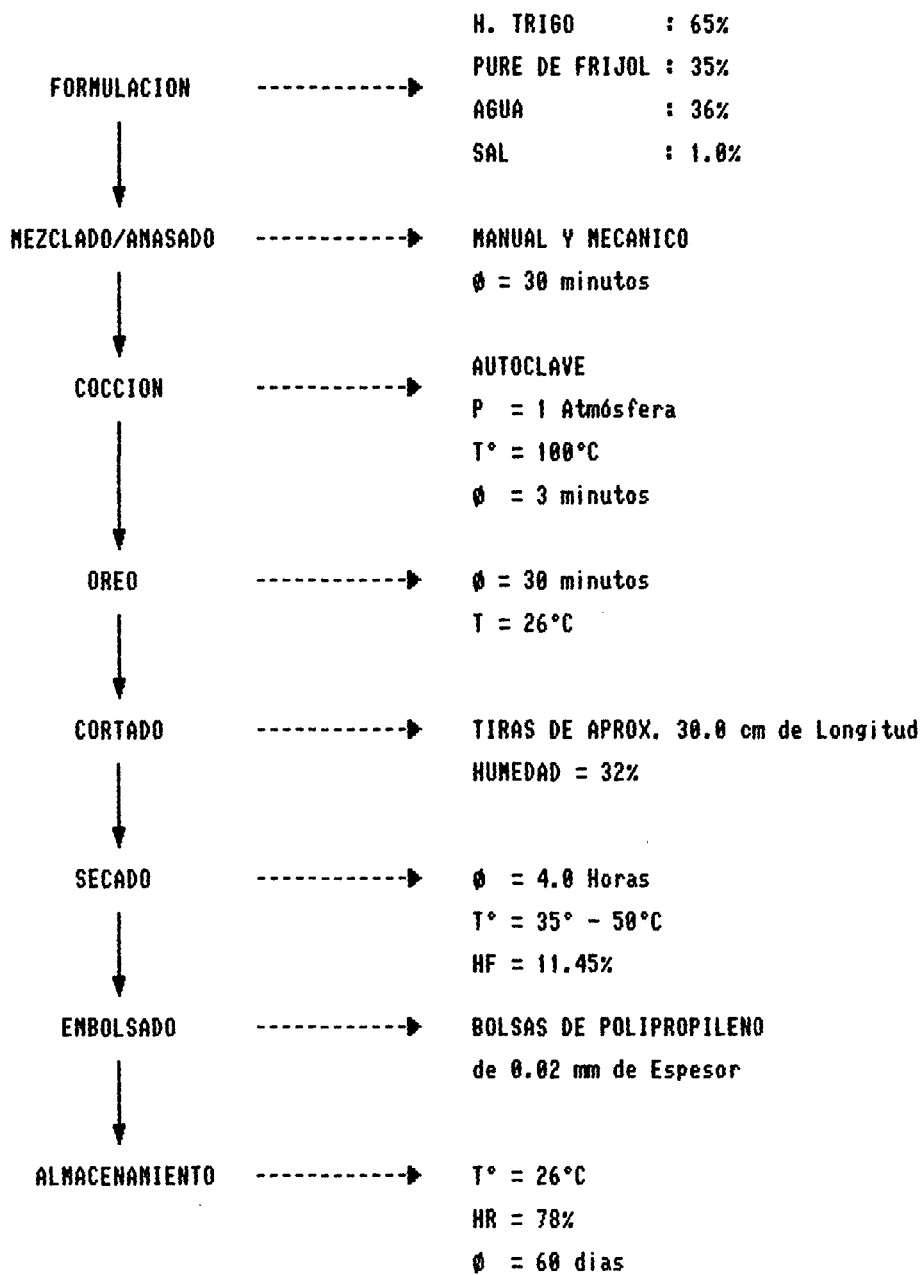


FOTO 1



4.3.4 Oreo

El oreo de las láminas se realizó durante 30 minutos hasta lograr un enfriamiento total de la lámina. Se observó que no existió pérdida significativa de humedad de la lámina durante el oreo, como se aprecia en el Cuadro 13. (Ver Foto 2).

De lo expuesto se deduce que la operación de oreo tiene dos funciones principales:

- Aumentar la fuerza del gel. Se conoce que durante el enfriamiento (en reposo), la fuerza de unión entre las moléculas de almidón aumenta considerablemente (White, 1964).
- Disminuir la adherencia o pegajosidad de la lámina en la superficie, debido probablemente a una evaporación muy ligera del agua existente en estas áreas en contacto con el aire.

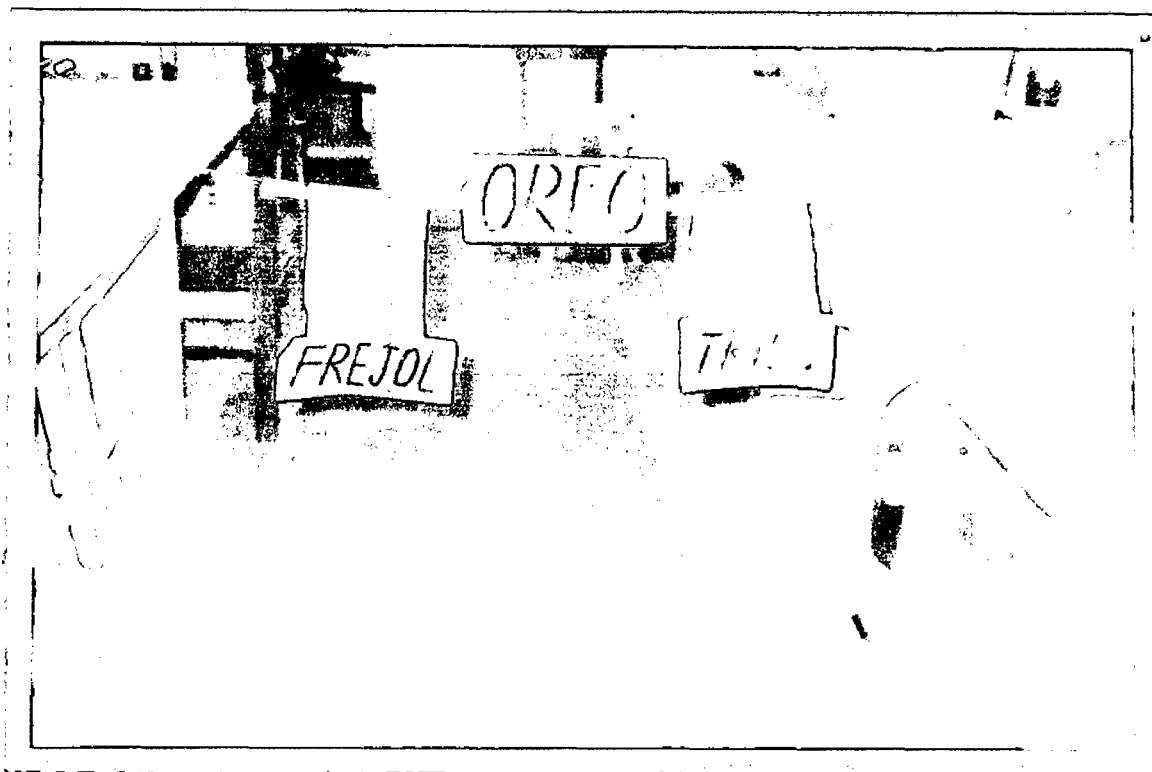
Por los motivos mencionados, esta operación permitió obtener cortes más uniformes en las láminas oreadas, lo que no ocurrió con aquellas recientemente extraídas, coincidiendo con (Succar, 1977).

Además, se observó que los fideos tipo cinta obtenido de láminas oreadas, son de fácil manipuleo durante el secado (son resistentes y no se pegan unos a otros); en cambio los fideos sin oreo se pegan unos a otros, dificultando el manipuleo y acomodo antes del secado.

CUADRO 13 : VARIACION DE HUMEDAD DE LA LAMINA
GELIFICADA DURANTE EL OREO

TIEMPO (min.)	HUMEDAD (%)
10	34
20	33
30	32
60	32

FOTO 2



4.3.5 Corte

En esta etapa se pudo observar que el corte de la lámina depende del tamaño y tipo del fideo a obtener; para este trabajo la longitud promedio fué de 30 cm. Se pudo notar asimismo, que los fideos presentaban una elasticidad normal y una humedad de 32%; lo cual favorecía su manipuleo durante el secado (Ver foto 3).

4.3.6 Secado

En la elaboración de fideos, la etapa del secado es la más importante; asimismo es necesario tener en cuenta la humedad antes y después del secado, así como la temperatura y el tiempo de secado.

Las humedades iniciales obtenidas para cada una de las sustituciones de los fideos húmedos fueron variando desde 34 a 32% . Los fideos, después de secos, presentaban buena apariencia general, sin cambios perceptibles en el color.

La humedad de los fideos secos varió de 11.45 a 12.10 (Cuadro 15), lo que demuestra que los fideos en estudio cumplen con la Norma ITINTEC 206.010 (Anexo 1), que indica humedades máximas de 15% para fideos secos. El tiempo de secado fue de 4 horas a temperatura de 35-50°C, temperaturas mayores a 50°C producían fideos secos bastante frágiles, trayendo dificultades durante el manipuleo para el embolsado.

FOTO 3



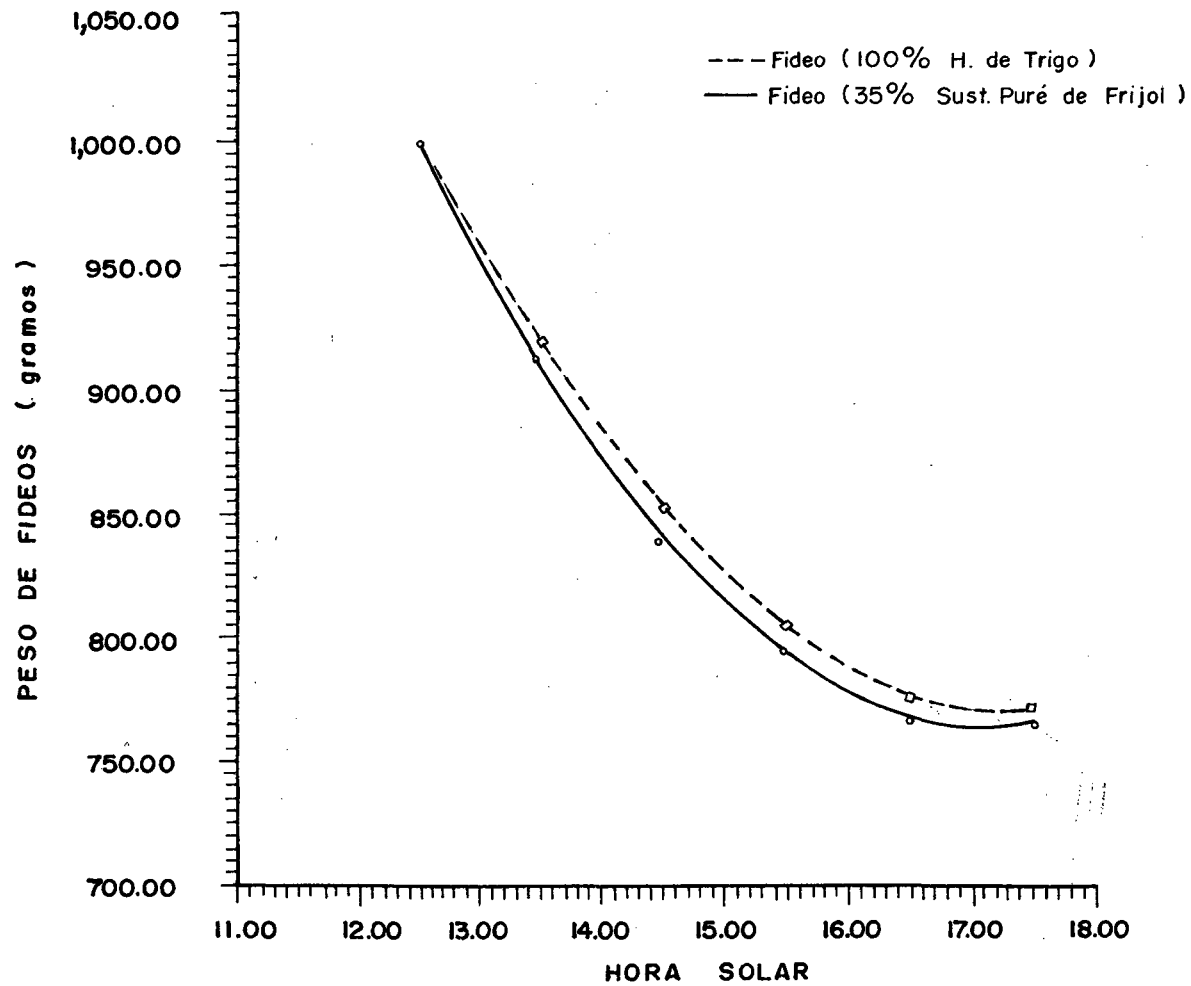
Se observó que el fideo durante el secado sufre una ligera deformación, esto debido probablemente al modo en que incide el aire sobre el fideo. La cara que recibe el flujo de aire se contrae antes, originando la forma ligeramente curvada del fideo seco.

El color del producto final es blanco amarillento y ligeramente traslucido. Su ruptura es muy parecida a la del vidrio, característica de buena calidad en los fideos de trigo, coincidiendo con lo reportado por Kent, (1971).

En la Figura 8, en la curva de secado obtenida por ploteo de datos de peso de fideo versus tiempo, se observa un comportamiento similar en ambas muestras, obteniendo el mayor grado de sequedad para los fideos con sustitución del 35%, por ser más rica en materias azoadas; coincidiendo con lo indicado por Queretaro (1986). Asimismo la humedad inicial fue de 32% en promedio, lo que equivale a valor de 0.471 g. de agua/g. de materia seca. Al cabo de 4 horas de secado la humedad del producto final se estabiliza en 11.45% , lo que equivale al valor de 0.129 g. agua/g. materia seca.

Una vez finalizado el procesamiento de fideos tipo cinta en conjunto, se calcularon sus rendimientos, como lo muestra el Cuadro 14; en el cual se aprecia que los rendimientos encontrados para los fideos elaborados con niveles de sustitución y con sólo harina de trigo no existe marcada diferencia, fluctuando entre 76.8 a 77.3%, debido

FIGURA 8 : CURVA DE SECADO SOLAR DE FIDEO CON SUSTITUCION (35%)
Y FIDEO PATRON (100% HARINA DE TRIGO)



a que las pérdidas en las etapas de limpieza de materias extrañas, molienda, corte, son mínimos ya que corresponden a muy bajos porcentajes en peso respecto a la materia prima

Al encontrar rendimientos menores se deduce que estos se deben a pérdidas de materia prima durante la elaboración de acondicionamiento de la misma.

Se consideró como fideo de descarte a aquellos fideos deformados por la obstrucción en la salida de la matriz de los moldes de la máquina y también a aquellos fideos resultantes del corte por nivelación de las tiras (Ver Foto 4).

4.3.7 Embolsado/Sellado

Esta etapa fué realizado manualmente para lo cual se introducían los fideos secos, en bolsas de polipropileno de 0.02 mm de espesor recomendado por los fabricantes de empaques para una mejor conservación y apariencia de este producto (Ver foto 5).

CUADRO 14 : RENDIMIENTO DE LOS FIDEOS TIPO CINTA

MEZCLAS	SUST.	PESO DE	PESO FIDEOS	RENDIMIENTO
H: F	(%)	HARINA	SECOS	(B.H.)
		(g)	(g)	(%)
H	-	500.0	386.5	77.3
H:F	15	500.0	385.5	77.1
H:F	20	500.0	385.0	77.0
H:F	30	500.0	384.5	76.9
H:F	35	500.0	384.0	76.8

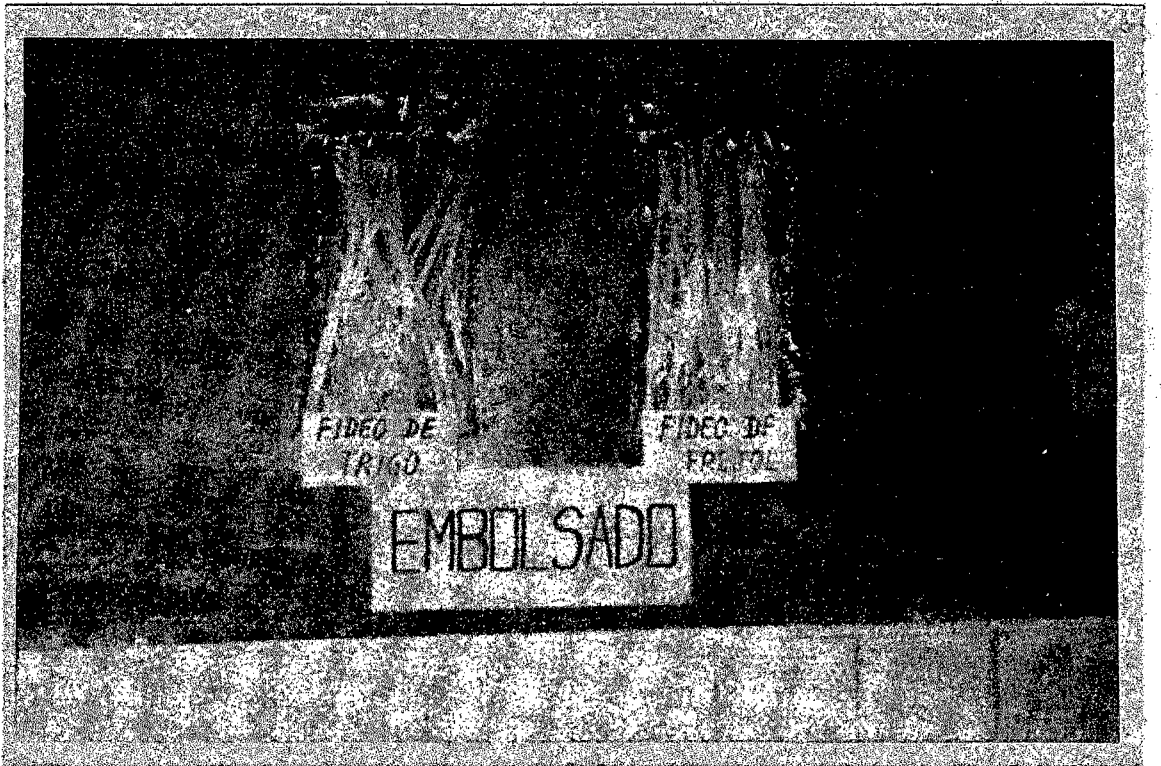
Leyenda: H: Harina de Trigo

F: Puré de Frijol

FOTO 4



FOTO 5



4.4 Análisis Químicos y Físicos de los Fideos

4.4.1 Análisis químicos

En el Cuadro 15, se muestran los resultados de los análisis efectuados a los fideos en estudio.

Se observa que el contenido de humedad varía en un rango de 11.45 a 12.10%. Es decir, estos valores están dentro de los límites recomendados por la Norma de ITINTEC 206.010, (Anexo 1), que recomienda una humedad máxima de 15% para fideos secos.

De los análisis de proteína, se reporta valores entre 9.37 a 14.35% respectivamente; encontrados al multiplicar %N x 6.25, por contener en mayor proporción la harina de trigo; las diferencias encontradas entre cada una de ellas guardan relación con la materia prima de la cual provienen.

El porcentaje de proteína aumenta a mayor sustitución del puré de frijol en la harina de trigo, lo cual se debe al enriquecimiento protéico proveniente de la leguminosa.

En el Anexo 2, del análisis estadístico efectuado, todas las muestras con sustitución de frijol huasca fueron significativamente superiores, en cuanto al contenido proteínico, que la muestra patrón (T_1) a un nivel de confianza del 95%. Entre las muestras sustituidas no hubo

CUADRO 15: ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE FIDEOS (B.H.)

MEZCLAS	SUST.	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	FIBRA	CENIZA	CARBOHIDRATOS
H:F	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
H	100	12.10	9.37	0.24	0.86	1.52	75.91
H/F	85/15	11.95	12.83	0.32	1.71	1.64	71.55
H/F	80/20	11.76	12.99	0.33	1.81	1.75	71.36
H/F	70/30	11.49	14.11	0.35	1.28	1.81	70.96
H/F	65/35	11.45	14.35	0.39	1.90	2.07	69.84

* % N x 6.25

Leyenda: H : Harina de Trigo

F : Puré de Frijol

diferencia significativa seleccionándose como mejor tratamiento el grado de sustitución más elevado (35%) puesto que con él se alcanza el mayor contenido protéico.

En relación al contenido de grasa, ésta fue de 0.24 a 0.39% para los fideos de harina de trigo y los sustituidos con puré de frijol, respectivamente; estos resultados guardan relación con los Cuadros 3 y 5, reportados por Aykroyd (1964) y Collazos (1975).

En relación al contenido de fibra y ceniza, se observa que estas aumentan mínimamente a mayor sustitución, además éstas guardan relación con la materias primas, de las cuales fueron elaborados.

4.4.1.1 Otros análisis

En el Cuadro 16, se observan los valores de pH y de acidez para los fideos obtenidos.

Estos valores comparados con las del (Anexo 1) indican que ha ocurrido una mínima variación de pH y de acidez, fenomeno relacionado al tratamiento térmico a que los productos fueron sometidos.

Asímismo se puede apreciar que el pH de los fideos obtenidos tiende aumentar a mayor porcentaje de sustitución de trigo por frijol, disminuyendo la acidez.

CUADRO 16 : ANALISIS DE pH Y ACIDEZ EN LOS FIDEOS

MEZCLAS H:F	SUST. (%)	pH	ACIDEZ * (%)
H	100	5.45	0.23
H/F	85/15	5.49	0.21
H/F	80/20	5.55	0.18
H/F	70/30	5.60	0.13
H/F	65/35	5.64	0.07

* Expresado en % de ácido láctico

4.4.2 Análisis sensorial

En el Anexo 3, se muestra los puntajes promedios de las calificaciones de los fideos patrón (100% de trigo) y los de 35% de sustitución, obteniendo este último el mayor puntaje en los atributos de color, aroma, sabor, textura y aspecto general.

Según el análisis de varianza ANVA; a un nivel de confianza de 95% (Anexo 3), hay diferencia significativa entre la muestra con sustitución y el patrón, para cada uno de los atributos considerados. Realizada la prueba de Duncan se encontró diferencia significativa al nivel de 95% de probabilidad entre la textura de la muestra sustituida, que fue considerada mejor por los panelistas, que la muestra patrón, por mantener la integridad y flexibilidad de su estructura después de la cocción. Para los demás atributos incluido la apariencia general, no hubo diferencia significativa; por lo que podemos concluir que el fideo con 35% de adición de puré de frijol presentó una calidad similar al fideo patrón (100% de trigo) o superior.

4.4.3 Análisis físicos

4.4.3.1 Isotermas de adsorción

Se determinó las isotermas de adsorción para los fideos seleccionados a través del análisis sensorial y el fideo patrón, a temperatura ambiente (26°C promedio).

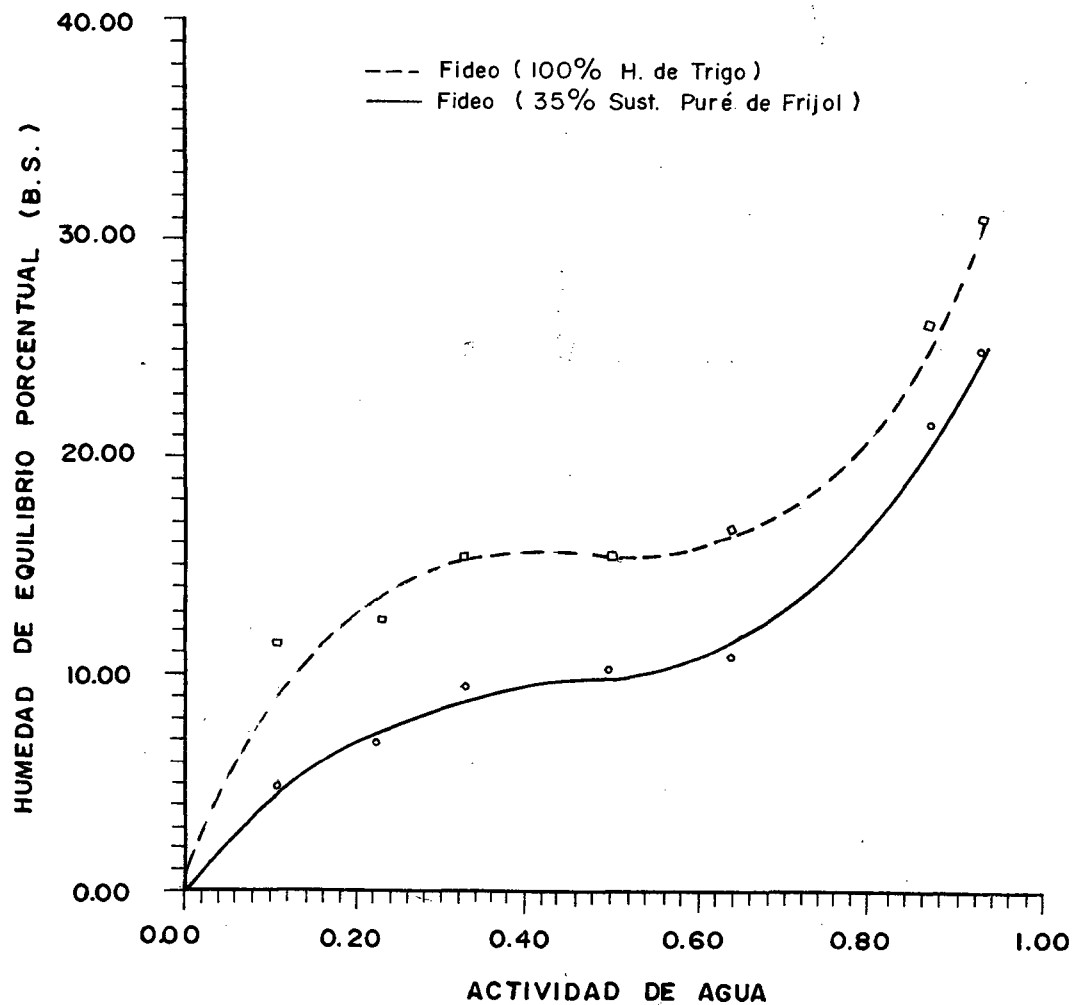
Los datos obtenidos, de humedad de equilibrio y actividad de agua, se encuentran en la Figura 9.

Las isotermas obtenidas tienen la forma sigmoidea típica de los materiales alimenticios, esta forma es descrita como el tipo de Isoterma II, según la clasificación de Brunauer (1945), mencionado por Labuza (1985).

Los datos experimentales fueron ajustados a la ecuación G.A.B. mediante el método de mínimos cuadrados, determinándose en cada caso el valor de la monocapa. Adicionalmente, se reporta también el valor monomolecular mediante la ecuación de B.E.T., utilizando mínimos cuadrados. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 17.

Los valores determinados para los productos en estudio son cercanos a los reportados por Succar (1977). Las diferencias encontradas se deben a la presencia o ausencia de grupos hidrofílicos de las moléculas proteínicas y de carbohidratos del producto.

FIGURA 9 : ISOTERMA DE ADSORCION DE FIDEOS TIPO CINTA PATRON Y CON SUSTITUCION (35%) DE FRIJOL HUASCA



Si se observa el Cuadro 15, referente a la composición química de los productos finales y relacionando con la variación en el valor monomolecular determinado por las ecuaciones de G.A.B. y B.E.T. para los fideos, el mayor valor monomolecular corresponde para los fideos a base de harina de trigo, por contener mayor cantidad de carbohidratos y menor cantidad de grasa y proteína; coincidiendo con lo reportado por (Martínez, 1967).

La actividad de agua de los productos finales fue determinada a partir del contenido inicial de humedad en base seca, empleando la Figura 9 y la ecuación G.A.B.. Los valores determinados para A_w se muestran en el Cuadro 18, y los mismos están comprendidos entre 0.20 y 0.64, rango óptimo para la estabilidad de los alimentos deshidratados (Labuza, 1985).

CUADRO 17 : VALORES DE HUMEDAD DE MONOCAPA DE FIDEOS

FIDEOS	HUMEDAD MONOMOLECULAR (g. agua/100 g.m.s.)	
	G. A. B.	B. E. T.
Harina de Trigo	10.23	8.97
H. Trigo + 35% de Puré de Frijol	6.18	5.67

CUADRO 18 : VALORES DE ACTIVIDAD DE AGUA DE FIDEOS

FIDEOS	Humedad en base seca (g. agua/100 g.m.s.)	Aw
Harina de Trigo	13.76	0.20
H. Trigo + 35% de puré de frijol	12.93	0.64

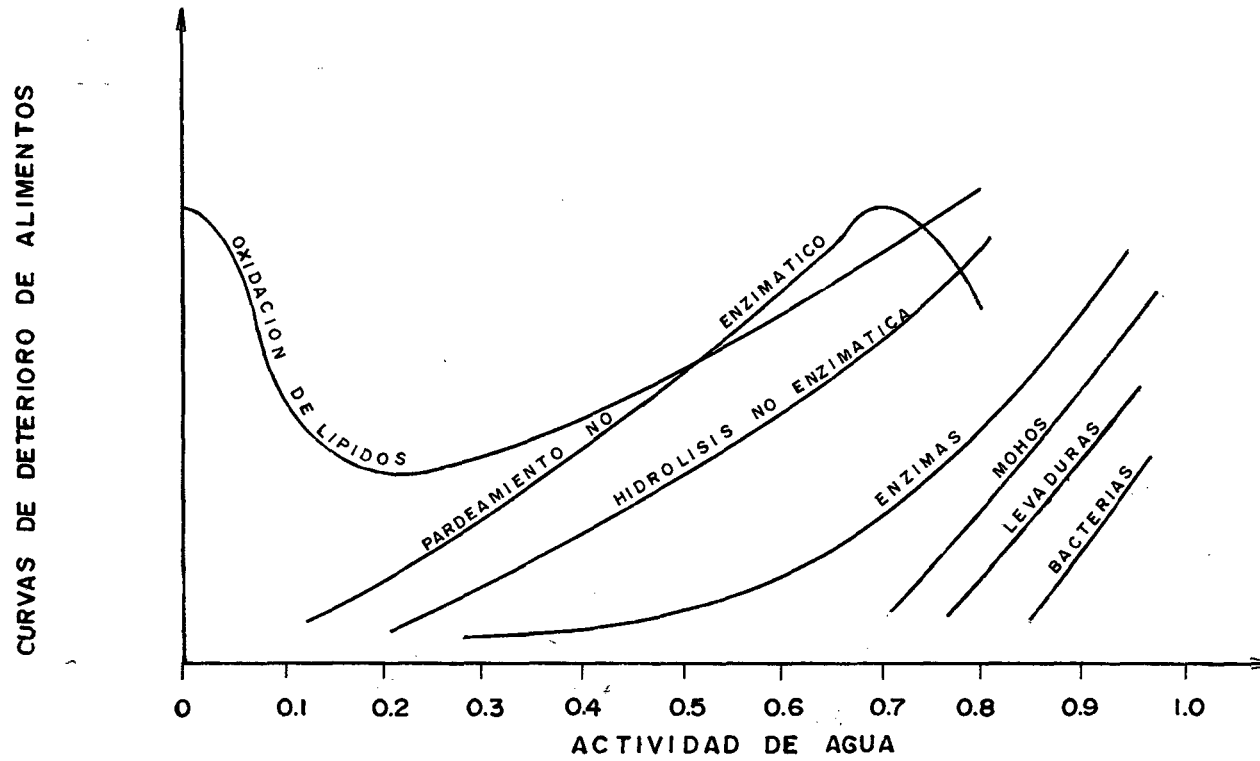
La actividad de agua tiene efecto directo sobre varias reacciones químicas, reacciones enzimáticas y la proliferación de microorganismos (Figura 10).

El deterioro enzimático comienza a producirse a partir de la Aw 0.3 ya que por debajo de esta actividad de agua no se dá el deterioro enzimático, puesto que no hay enzimas que tienen Aw menores de 0.3 y la actividad enzimática aumenta considerablemente cuando la Aw sobrepasa los 0.7; debido al aumento de la fase acuosa y por tanto la proporción del sustrato alcanzado por esta fase sea capaz de disolverse y difundirse hacia la enzima (Cheftel, 1980).

Como los fideos obtenidos son altamente nutritivos, estos son estables respecto a todos los procesos de tratamiento térmico que inactivan las enzimas.

En conclusión, los fideos fueron almacenados en condiciones suficientemente buenas para ser consumido (es decir, protegido contra la humedad, el aire y los ataques microbianos).

FIGURA 10 : CURVAS DE DETERIORO EN ALIMENTOS, EN FUNCION DE LA ACTIVIDAD DE AGUA



Fuente : CHEFTEL (1,980)

4.4.3.2 Pruebas de cocción

Las diferentes pruebas de cocción fueron evaluadas mediante el método de Ranking, donde se evaluaron las características de textura, sabor y aspecto general; que nos conlleva a determinar el grado de aceptación del producto según su tratamiento.

En el Anexo 4, se observa que para las características de textura y aspecto general, la muestra con cocción de 10 minutos tiene diferencia significativa frente a las muestras con cocción de 7 y 15 minutos, según la tabla de Rangos (17-33), para una significancia del 5%; de estos se concluye que la muestra con una cocción de 10 minutos es la mejor y las muestras con 7 y 15 minutos son los peores.

En cuanto a la característica de sabor se observa que la muestra con 7 minutos de cocción es la peor.

4.4.3.3 Índice de absorción y solubilidad de los fideos

En el Cuadro 19, se muestran los valores hallados para el índice de absorción y solubilidad de los fideos.

Los valores para el índice de absorción son elevados (3 a 4 veces el peso de las muestras).

Esto se debe a las propiedades de las proteínas presentes en las muestras, cuyos numerosos grupos hidrofílicos absorben agua y tienden a retenerla en el producto (Wolf y Cowan, 1975; citados por Vargas, 1978).

CUADRO 19 : INDICE DE ABSORCION Y SOLUBILIDAD DE LOS FIDEOS

FIDEOS	INDICE DE ABSORCION (g. gel/g. muestra)	SOLUBILIDAD (g. sol./g.muestra)
Harina de Trigo	3.98	0.06
H. Trigo + 35% de F.	4.07	0.10

La absorción de agua se debe también a la capacidad de rehidratación de los almidones modificados del trigo o frijol. El gluten y los almidones modificados pueden absorber gran cantidad de agua y formar geles (Knight, 1969 citado por Vargas, 1978).

Asimismo se observa entonces que los fideos patrón (100% de harina de trigo) muestran valor más bajo de índice de absorción que los de 35%. Esto era de esperar en razón que a medida que se incrementa la sustitución el contenido de gluten va disminuyendo.

Se observa que las muestras con mayor grado de sustitución, su valor de solubilidad es mayor con respecto al patrón. Esto se debe a que la fuerza de unión entre las moléculas de almidón es más débil en estos fideos. La red tridimensional formada en la gelatinización no tiene la fuerza suficiente para retener los sólidos que la constituyen.

4.4.4 Estabilidad del producto final durante el almacenamiento

Durante el almacenamiento (60 días) al medio ambiente (26°C de temperatura promedio), se realizaron controles de humedad, acidez, índice de peróxido e índice de Iodo al producto con mayor grado de sustitución (35%).

Del Cuadro 20, se desprende que conforme transcurre el almacenamiento los fideos con 35% de sustitución permanecen estables, no ganan ni pierden la humedad final que obtuvieron durante el secado, no varían en acidez, es decir, se mantiene por debajo de lo recomendado por la Norma Técnica (ITINTEC, 1981) Anexo 1 y además presentan valores de índice de Peróxido y de Iodo; próximos a cero, este se debe al bajo contenido graso; indicando que el producto se mantiene fresco apto para el consumo humano. (Pearson, 1976), especifica que un alimento con índice de peróxido de 0-6 meq/kg es sinónimo de frescura.

Es decir, estos fideos pueden ser almacenados sin que sufran cambios significativos en sus características físico químicas, puesto que poseen una baja capacidad de absorción de agua, debido principalmente a la gelificación que sufren durante su procesamiento.

4.4.5 Análisis microbiológicos

Los resultados de los análisis microbiológicos realizados en el producto final, luego del almacenamiento, se muestran en el cuadro 21.

**CUADRO 20 : ANALISIS QUIMICO DEL FIDEO CON 35% DE
SUSTITUCION DURANTE EL ALMACENAMIENTO**

ANALISIS	TIEMPO (DIAS)			
	15	30	45	60
Humedad	11.45	11.45	11.46	11.46
Acidez	0.07	0.07	0.08	0.08
Indice Peróxido	-----	-----	-----	-----
Indice Iodo	-----	-----	-----	-----

CUADRO 21: ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DEL PRODUCTO FINAL

ANALISIS	Col/g
RECUENTO TOTAL	2.0×10^3
NUMERACION DE MOHOS	7.0×10^2
NUMERACION DE LEVADURAS	4.0×10^2
NUMERACION DE COLIF. TOTALES	AUSENTES

Puede verse que la carga microbiana presente en la muestra es baja, concordando con los límites exigidos por la International Comisión on Specifications for Foods (ICMSF, 1983).

La baja actividad de agua de la muestra contribuye a la relativa estabilidad frente a los microorganismos (Cheftel, 1980).

En base a los resultados obtenidos se puede afirmar que el producto es apto para el consumo humano, desde del punto de vista microbiológico, después de los 60 días de almacenamiento en condiciones ambientales.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES:

1. Es factible técnicamente elaborar fideos sustituyendo parcialmente a la harina de trigo por frijol huasca hasta niveles de 35%; con un rendimiento de 76.8%.

2. El flujo definitivo de operaciones para la obtención del puré de frijol huasca comprende:

Limpieza/selección (manual); Remojo (10 horas, 78.33% de Rehidratación); pelado químico (3 minutos, [NaOH:1%] : frijol ; 5:1); lavado (agua potable); cocción (10 minutos, p.Atm=1.033 kg/cm²); escurrido/enfriado; (15 minutos); molienda (puré de 58.4% humedad).

3. Para el procesamiento de fideos tipo cinta se realizaron las siguientes operaciones:

Formulación (35%); eleva el contenido protéico 16.19% b.s.; mezclado/amasado (manual, 20 minutos, mecánico 10 minutos), láminas fuertes, flexibles; cocción (3 minutos, 1 Atm.); Oreo (30 minutos medio ambiente), facilita el cortado; corte (32% de humedad inicial del fideo), uniformes, flexibles; secado (4 horas, 35-50°C, 11.45% de humedad final del fideo), buena calidad, color blanco amarillento; embolsado (bolsa de polipropileno); almacenamiento (26°C, 78% H.R.).

4. A medida que se incrementa el nivel de sustitución del trigo por frijol, se incrementa los contenidos de proteína de 12.83% a 14.35% en base húmeda; sin embargo los carbohidratos disminuyen ligeramente de 71.55 a 69.84%; asimismo el pH tiende a aumentar disminuyendo la acidez.

5. Los valores de la cobertura monomolecular del fideo con 35% de sustitución de puré de frijol y del fideo patrón (100% harina de trigo) fue: 5.67 y 8.97; y su actividad de agua está comprendida entre 0.20 y 0.64; esto indica que poseen buena estabilidad durante el almacenamiento.

6. La cocción de los fideos con sustitución del 35% fué de 10 minutos a un nivel de significancia del 5%.

7. El valor del índice de absorción para el fideo sustituido hasta 35% fue de: 4.07 (g. gel/g. muestra) y 0.10 (g. solubilidad/g. muestra).

8. En el análisis organoléptico de los fideos, se notó mayor preferencia por los fideos con sustitución del 35%, comparado con el patrón; específicamente para la calidad de textura.

9. Los valores del índice de peróxido y de Iodo en los fideos sustituidos presentaron valores muy bajos, próximos a cero, lo que indican que los mismos son estables y mantienen su calidad luego de sesenta días de almacenamiento.

5.2 RECOMENDACIONES:

1. Realizar gestiones a corto plazo destinadas a obtener los equipos necesarios para producir fideos a nivel de planta piloto con la incorporación de insumos regionales.
2. Estudiar el efecto de la incorporación de aditivos (huevo y/o colorante) a los fideos de mezclas Trigo/frijol para mejorar el color y la textura de los mismos.
3. Difundir el empleo del frijol en la elaboración de fideos, panes, galletas, entre otros, etc.
4. Elaborar fideos con sustituciones parciales de la harina de trigo por otras harinas de materias primas de alto valor biológico, elevando el valor nutritivo.
5. Realizar pruebas sensoriales entre las diferentes formulaciones con sustitución y el tratamiento patrón.

6. BIBLIOGRAFIA

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST (AOAC);
1989. Official Methods of Análisis, 14th. Ed.,
Wash. D.C., U.S.A.
2. AYKROYD, W. 1964. : "Las Leguminosas en la Nutrición"
FAO, VOL III. Nº 9.
3. BELTRAN, A. 1975. Factores Económicos y Sociales
relacionados con la sustitución del Trigo en pan
y pastas. Bogotá 8-21 página.4.
4. BOCANEGRA, S. y ECHANDI, E. 1972. "Cultivo de las
Muestras en el Perú", Ministerio de Agricultura
y Misión Agrícola de la Universidad de Carolina
del Norte, Lima.
5. BRESANNI, R.; BATES, R. Y ELIAS, L. 1969. "Mezclas
Vegetales para el consumo humano a base de
semillas Leguminosas", Arch. Latinoamer. Nutr.
19 (2):102.
6. BUENDIA, L. 1981. Evaluación de la calidad de harinas
compuestas durante su almacenamiento. Tesis
UNALM. Lima-Perú.
7. CABIESES, M. 1978. "Frijol: Valor Nutritivo" Dirección
de Investigación Tecnológica Alimentaria.
8. CALZADA, J. B. 1986. Métodos Estadísticos para la
Investigación. 9a. Edición.
9. CANDIOTTI, M. 1977. "Estudio Técnico para la elabora-
ción de harinas precocidas a partir de frijoles
caraota (Phaseolus vulgaris) y Castilla (Vigna
sinensis), Tesis UNALM; Lima - Perú.

10. CERRATE, E. 1989, "Efecto de sustitución del Trigo por Tres variedades de cebada en la elaboración de fideos. Tesis, UNALM, Lima - Perú.
11. COLLAZOS, C. 1975. "La Composición de los Alimentos Peruanos". Min. de Salud, Instituto de Nutrición, Lima-Perú.
12. CHAVEZ, A. 1992. Elaboración de bebida instantánea y Manjar en base de frijoles huasca poroto (Phaseolus vulgaris) y Caupi (Vigna unguiculata). Tesis, UNSM, Tarapoto - Perú.
13. CHEFTEL, H. y CHEFTEL, J. 1980. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de Alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza - España, Vol. I, pág. 19 - 37.
14. ELIAS, L. 1982. "Conocimientos sobre el proceso de endurecimiento del frijol". Arch. Latinoamer. Nutr. 32 (2): 332-54.
15. INDDA, Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial, 1987. Elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de Trigo por harina de Maíz, La Molina, Lima-Perú.
16. ITINTEC, 1980. Determinación de Acidez Titulable. Norma Nº 205.039.
17. JAFFE J. 1955. "Nuevos estudios sobre un factor Tóxico en Caraota crudo (Phaseolus vulgaris)", Arch. Venezolano de Nutr. 6:135 - 202.
18. KENT, L. 1971. Tecnología de Cereales. Ed. Acribia Zaragoza, España.

19. LABUZA, T, KAAANANE, A, and CHEN, J, 1985. Effect of temperature on the moisture sorption isotherms on water activity shift of two Dehydrated foods, *J. Food Sci.* 50:385-391.
20. MACKEY, A.; FLORES, I. y SOSA, M. 1984. Evaluación sensorial de los Alimentos. 2a Ed. CIEPE, San Felipe Venezuela.
21. MARTINEZ, F. 1967. Estudio de la relación humedad: Actividad de agua en algunos alimentos, análisis científico. UNA (3/4) : 191-205.
22. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Norma de Calidad de Menestras. (1982).
23. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Oficina de Información Agraria (O. I. A.), 1994. Boletín informativo Nº 1 Tarapoto.
24. MOLINA, G. y BRESSANI, R. 1974. Interrelaciones entre el tiempo de remojo, tiempo de cocción, valor nutritivo y otras características del frijol (Phaseolus vulgaris), INCAP.
25. MORALES, B. 1969. Factibilidad de una planta de Fideos en Cuzco. Tesis UNALM, Lima-Perú.
26. NOGARA, S. 1964. Elaboración de pastas alimenticias. 3a Ed. Editorial Santos Ponda. Barcelona-España.
27. ORDOÑEZ, E.; BRAHAM, E.; GOMEZ R.; BRESANI, R. 1976. Factores antifisiológicos de cultivares Phaseolus vulgaris y, su efecto sobre el crecim. y otros parámetros de ratas albinas. Insti. de Nutrición de Centro América y Panamá. INCAP.

28. PEARSON, B. 1976. Técnica de Laboratorio de Análisis de los Alimentos. Edit. Acribia Zaragoza - España.
29. PIZZORNI, A. 1959. Estudio de Factibilidad de Elaboración de Fideos en una Planta de Lima. Tesis UNMSM, Lima-Perú.
30. QUERETARO, NACIONAL FINANCIERA, S. A, 1986. Fábrica de Galletas y Pastas Alimenticias. Ej. de localización, México, 12 pág.
31. SALAZAR DE BUCKLE, T. et al 1975. Pastas alimenticias enriquecidas, elaboradas con harinas compuestas, Bogotá-Colombia.
32. SEGAMI, A. 1980. Producción industrial de cebada perlada, morón de cebada y ensayos preliminares en panadería, fideería, galletín y hojuelas. Tesis UNALM, Lima-Perú.
33. SUCCAR, J. 1977. Investigaciones, Tecnológicas y nutricionales sobre el uso de arroz en la elaboración de fideos y su enriquecimiento con soya, Tesis UNALM, Lima-Perú.
34. VARGAS, R. 1978. Elaboración de una mezcla alimenticia a base de Quinoa (Chenopodium quinoa) y soya (Glycine max), Tesis Ing. Ind. Alim.; UNALM, Lima-Perú.
35. VISSCHER, E. 1952. El frijol: su cultivo en la zona de Tingo María. Circular extensión Nº 38, 15 pág. Estación Experimental Agrícola en Tingo María.

36. VOYSEST, D. 1983. Variedades de frijol en América Latina y su origen. CIAT, Centro Internacional de la Agricultura Tropical, Cali-Colombia.
37. WHITE, A.; HANDLER, P. y STETTEN, D. 1964. Principios de Bioquímica. Ed. Mc. Graw New York.
38. ZIMMERMANN, J., 1988. Cultura de Feijoeiro. Factores que afectan a produtividade. Brasil.

7.

ANEXOS

A N E X O 1

CUADRO 1: NORMA TECNICA DE PASTAS Y FIDEOS PARA
CONSUMO HUMANO (ITINTEC 206.01/1981)

REQUISITOS QUIMICOS

TIPOS DE FIDEOS	HUMEDAD MAXIMA (%)	ACIDEZ TITULABLE MAXIMA
Secos	15.0	0.45
Frescos	35.0	0.65

NOTA: La acidez se expresa como porcentaje de ácido láctico y sobre la base de 15% de humedad (35% en el fideo fresco).

A N E X O 2

**CUADRO 2: PORCENTAJE DE PROTEINAS (B.S) DE FIDEOS,
EMPLEADOS PARA EL ANALISIS ESTADISTICO**

OBSERVACION	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
1	9.78	14.98	15.88	14.21	18.45
2	11.53	14.49	13.46	17.66	16.19
3	10.66	14.00	14.67	15.93	13.96
Y _i	31.97	43.47	44.01	47.80	48.58
r _i	3	3	3	3	3
PROMEDIO	10.66	14.49	14.67	15.93	16.19

Donde: T₁ = Fideos con 100% de Harina de Trigo

T₂ = " con 15% de Sustitución

T₃ = " " 20% de "

T₄ = " " 30% de "

T₅ = " " 35% de "

$$Y_{ij}^2 = 9.78^2 \dots\dots 13.96^2 = 3186.429$$

$$Y_i = 215.86$$

$$\frac{Y_i^2}{r_i} = \frac{9493.4583}{3} = 3164.4861$$

$$Tc = \frac{215.86^2}{15} = 3106.3693$$

SUMAS DE CUADRADOS.-

A) Total:

$$Sc \text{ tot} = 3186.429 - 3106.3693 = 80.0597$$

B) Tratamientos:

$$Sct = 58.1168$$

C) Error Experimental:

$$SCE = 80.0597 - 58.1168 = 21.9429$$

GRADOS DE LIBERTAD

$$GLT = 15 - 1 = 14$$

$$GLT = 5 - 1 = 4$$

$$GLE = 14 - 4 = 10$$

CUADRO 2 A: ANALISIS DE VARIANCIA

FACTOR VARIAB.	GL	SC	CM	F_c	$F_c (0.95)$
Tratamientos	4	58.1168	14.53	6.62	3.48*
Error Exper.	10	21.9429	2.194		
Total	14	80.0597			

* Hay diferencia significativa entre los tratamientos

CUADRO 2 B : PRUEBA DE DUNCAN

PROMEDIOS		DIFERENCIAS	DLS (D)	NIV. SIG.
(1) Fideo con 35% sust	= 16.19	(1)-(2) = 0.26	2.2113	N.S.
(2) Fideo con 30% sust	= 15.93	(1)-(3) = 1.52	2.3166	N.S.
(3) Fideo con 20% sust	= 14.67	(1)-(4) = 1.70	2.3657	N.S.
(4) Fideo con 15% sust	= 14.49	(1)-(5) = 5.53	2.4079	SIG.
(5) Fideo con 100% harina Trigo	= 10.66	(2)-(3) = 1.26	2.2113	N.S.
		(2)-(4) = 1.44	2.3166	N.S.
		(2)-(5) = 5.27	2.3657	SIG.
		(3)-(4) = 0.18	2.2113	N.S.
		(3)-(5) = 4.00	2.3166	N.S.
		(4)-(5) = 3.83	2.2113	SIG.

A N E X O 3

**CUADRO 3: CALIFICACION DE LOS FIDEOS DE TRIGO-FRIJOL HUASCA EN NIVELES DE
0 Y 35% DE SUSTITUCION**

PANELISTA	COLOR		AROMA		SABOR		TEXTURA		ASPECTO GENERAL	
	0	35	0	35	0	35	0	35	0	35
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4
2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3
3	2	3	3	2	2	2	4	4	3	3
4	4	4	4	3	3	4	4	5	4	4
5	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4
6	3	4	4	4	3	4	4	5	4	4
7	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4
8	3	4	4	5	4	4	4	5	5	4
9	3	3	3	4	2	3	2	2	3	4
10	3	3	4	3	4	3	3	3	4	3

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

**CUADRO 3A: ANALISIS DE VARIANZA (ANVA) Y PRUEBA DE DUNCAN
DE LA EVALUACION SENSORIAL DE LOS FIDEOS DE
TRIGO-FRIJOL EN NIVELES DE 0 Y 35% SUSTITUCION**

FACTOR VARIAB.	G.L	S.C	C.M	Fc	F0.05	PRUEBA DE DUNCAN (0.05)
COLOR						
Tratamientos	1	5.25	5.25	22.83	5.12(SIG)	N.S
Jueces	9	0.45	0.05	0.22		
Error experim.	9	2.05	0.23			
Total	19	7.75				
AROMA						
Tratamientos	1	9.05	9.05	22.83	5.12(SIG)	N.S
Jueces	9	0.05	0.006	0.02		
Error experim.	9	3.45	0.38			
Total	19	12.55				
SABOR						
Tratamientos	1	8.8	8.8	36.67	5.12(SIG)	N.S
Jueces	9	0.8	0.09	0.375		
Error experim.	9	2.2	0.24			
Total	19	11.8				
TEXTURA						
Tratamientos	1	12.8	12.8	98.46	5.12(SIG)	SIG
Jueces	9	0.8	0.09	0.69		
Error experim.	9	1.2	0.13			
Total	19	14.8				
ASPECTO GENERAL						
Tratamientos	1	3.8	3.8	12.25	5.12(SIG)	N.S
Jueces	9	0.2	0.02	0.06		
Error experim.	9	2.8	0.31			
Total	19	6.8				

SIG = Si existe diferencias significativas entre los tratamientos

N.S = No existe diferencias significativas entre los tratamientos

A N E X O 4

**CUADRO 4: EVALUACION SENSORIAL DEL TIEMPO DE COCCION
(TEXTURA)**

PANELISTAS	MUESTRA			
	A	B	C	D
1	3	1	2	4
2	3	1	2	4
3	4	2	1	3
4	3	1	2	4
5	3	1	2	4
6	4	1	2	3
7	3	2	1	4
8	3	1	2	4
9	4	1	2	3
10	4	1	2	3
TOTALES	34	12	18	36

Donde:

A : 7 min

B : 10 min

C : 13 min

D : 15 min

CUADRO 4B: SABOR

PANELISTAS	MUESTRA			
	A	B	C	D
1	4	2	1	3
2	4	1	2	3
3	4	1	3	2
4	4	1	3	2
5	4	2	1	3
6	4	1	2	3
7	3	1	2	4
8	4	2	1	3
9	4	1	3	2
10	4	1	2	3
TOTALES	39	13	20	28

Donde:

A : 7 min

B : 10 min

c : 13 min

D : 15 min

CUADRO 4C: ASPECTO GENERAL

PANELISTAS	MUESTRA			
	A	B	C	D
1	3	1	2	4
2	2	1	3	4
3	1	2	3	4
4	2	1	3	4
5	3	1	2	4
6	3	1	2	4
7	3	2	1	4
8	4	1	2	3
9	3	2	1	4
10	3	1	2	4
TOTALES	27	13	21	39

Donde:

A : 7 min

B : 10 min

C : 13 min

D : 15 min

A N E X O 5

CUADRO 5: FORMATO DE ANALISIS SENSORIAL POR ESCALA HEDONICA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN-TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Laboratorio de Control de Calidad

NOMBRE :

FECHA :

PRODUCTO:

Califique el Aspecto general, Color, Aroma, Sabor y Textura de las muestras, usando la siguiente escala :

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

CODIGO MUESTRA	ASPECTO GENERAL	COLOR	AROMA	SABOR	TEXTURA

OBSERVACIONES:

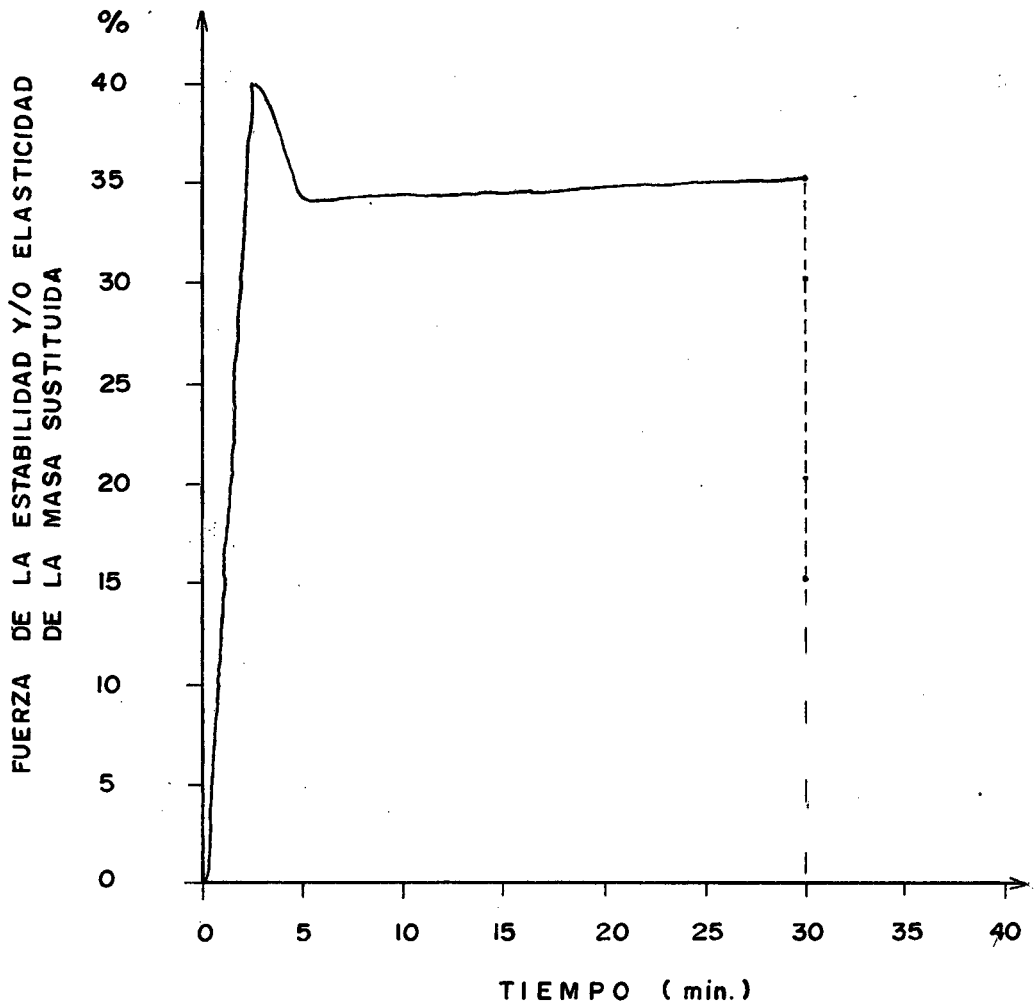
.....

.....

.....

A N E X O 6

FIGURA 11 : VARIACION DE LA ESTABILIDAD Y/O ELASTICIDAD DE LA MASA EN FUNCION AL TIEMPO



A N E X O 7

COSTO UNITARIO ESTIMADO PARA ELABORAR UN KILOGRAMO DE FIDEOS

<u>INSUMOS</u>	<u>CANTIDAD(Kg)</u>	<u>P.U(S/.)</u>	<u>COSTO TOTAL(S/.)</u>
Frijol Huasca	0.350	2.00	= 0.70
Harina de Trigo	0.650	1.20	= 0.78
Sal	0.005	0.50	= 0.0025
Agua	0.360	0.0025	= 0.0009
<hr/>			
	SUB TOTAL	S/.	= 1.4834
	IMPREVISTO 10%		= 0.14834
<hr/>			
	TOTAL	S/.	= 1.63

Los datos obtenidos son puramente referenciales.

Este problema de costos que se presenta se debe principalmente al subsidio que recibe el trigo importado que indirectamente reduce la posibilidad de competir con harinas de otros cereales y/o leguminosas.

