

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

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



**ELABORACION DE FIDEOS CON SUSTITUCION PARCIAL DE  
HARINA DE TRIGO POR HARINA PRECOCIDA DE PITUCA  
( Colocasia esculenta )**

***T E S I S***

Para Optar el Título de :

**INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**GUADALUPE GLADYS SAHUA ESTELO**

TINGO MARIA - PERU

- 1995 -

**A Dios:**

por permitirme la existencia,  
y la culminación de éste  
trabajo de Investigación.

**A mis padres:**

Alejandro y Otilia por el  
cariño, abnegación que brindan  
a mis días y al sacrificio para  
terminar con mis estudios y  
con el presente trabajo.

**A mis hermanos:**

Gilber, Jóe, Noel, Luis, Jamis,  
Jhonny, Jack y Jimmy; por el  
espíritu de aliento y colaboración.

A mi Alma Mater, por haberme dado formación  
cultural y profesional.

## AGRADECIMIENTOS

- 1.- Al Ing. Guillermo De la Cruz C. Decano (e) de la Facultad de Industrias Alimentarias, por su desinteresado apoyo y orientación profesional.
- 2.- Al Ing. Víctor Terry C. docente de la Facultad de Pesquería Oceanografía y Ciencias Alimentarias de la UNFV, por su valioso asesoramiento.
- 3.- Al Ing. Luis Ventura G. por su acertada conducción y orientación para la ejecución de este trabajo.
- 4.- A las Srtas.: Maritza, Paty y Rosa del Laboratorio de control de calidad del molino "El Triunfo" - Callao.
- 5.- A todas las personas e Instituciones que de una forma u otra contribuyeron con la culminación de este trabajo de Investigación.

## INDICE

	PAGINA
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. La Pituca	3
2.1.1. Generalidades	3
2.1.2. Botánica	4
2.1.3. Clima y suelo	5
2.1.4. Cultivo	6
2.1.5. Variedades	7
2.1.6. Usos	7
2.1.7. Composición química	8
2.1.8. Harina de Pituca	8
2.1.9. Harinas precocidas	14
2.2. Pastas Alimenticias	14
2.2.1. Definición	14
2.2.2. Origen	16
2.2.3. Situación fideera en el Perú	18
2.2.4. Normas de calidad de los fideos	20
2.2.5. Características de las pastas	20
2.2.6. Clasificación de las pastas	22
2.2.7. Elaboración de los fideos	23
2.3. Isoterma de adsorción	53
2.3.1. Ecuación de B.E.T.	57
2.3.2. Importancia de los isotermas de Adsorción	58
2.4. Valor Biológico	60

2.5. Análisis Sensorial de los alimentos	62
2.5.1. Métodos de análisis	62
2.5.2. Análisis de datos usando pruebas no paramétricas.	72
3. MATERIALES Y METODOS	75
3.1. Materiales	75
3.2. Insumos	76
3.3. Maquinarias y equipos	76
3.4. Métodos	77
3.4.1. Primera fase experimental	77
3.4.2. Segunda fase experimental	78
3.4.3. Tercera fase experimental	85
3.4.4. Cuarta fase experimental	88
3.4.5. Quinta fase experimental	90
4. RESULTADOS Y DISCUSION	96
4.1. Composición química de la materia prima	96
4.2. Elaboración de las harinas precocidas de pituca Rosada y Japonesa	96
4.2.1. De la elaboración de la harina precocida de pituca Rosada	96
4.2.2. De la elaboración de la harina precocida	98
4.2.3. Rendimiento de las harinas precocidas	98
4.3. Composición Química de las Harinas precocidas de las dos variedades de pituca y harina fideera.	101
4.3.1. De la Harina precocida de pituca rosada.	101

4.3.2. De la harina precocida de pituca japonesa.	104
4.3.3. Composición Química de la Harina de trigo tipo fideera.	106
4.4. Análisis Físicos realizados en las Harinas Harinas precocidas de pituca y en la harina fideera.	109
4.4.1. En las harinas precocidas de pituca rosada y japonesa.	109
4.4.2. En la harina de trigo, tipo fideera.	112
4.5. Evaluación de la sustitución de la harina de trigo por harinas precocidas de pituca en la elaboración de fideos.	117
4.5.1. Elaboración de fideos con sustitución parcial de harina precocida de pituca rosada.	117
4.5.2. Elaboración de fideos con sustitución parcial de harina precocida de pituca japonesa.	120
4.5.3. Rendimiento de los fideos con sustitución de harinas precocidas de pituca rosada y japonesa.	122
4.6 Primera Evaluación sensorial	
4.6.1 De los fideos con sustitución de harina precocida de pituca rosada.	

4.6.2	De los fideos con sustitución de harina precocida de pituca japonesa.	124
4.7	Segunda Evaluación sensorial	133
4.7.1	Determinación de laa preferencia entre los fideos con sustitución al 20% de harina precocida de pituca rosada y japonesa.	135
4.8	Caracterización de la harina mixta, con la que se elaboró el fideo con sustitución de mayor preferencia.	137
4.9	Caracterización del fideo con sustitución de mayor preferencia y el fideo comercial sin sustitución.	139
4.10	Determinación de la Isotherma de Adsorción en el fideo con sustitución al 20% de harina precocida de pituca rosada.	146
4.11	Evaluación nutricional.	148
4.12	Evaluación sensorial.	151
4.12.1	Determinación de preferencia entre los fideos con sustitución al 20% de harina precocida de pituca rosada durante su almacenamiento.	151
4.13.	Evaluación de los fideos con sustitución (20%) de harina precocida de pituca rosada durante su almacenamiento.	153
4.13.1.	Análisis fisicoquímico realizados durante el almacenamiento	153
4.13.2	Análisis sensorial.	155

5. CONCLUSIONES	159
6. RECOMENDACIONES	160
7. BIBLIOGRAFIA	161
8. ANEXOS	

## INDICE DE CUADROS

### PAGINA

1.- Composición Química de la Colocasia esculenta, "Pituca"	10
2.- Análisis comparativo de los aminoácidos esenciales de las harinas de trigo y "Pituca" (gr/100)	13
3.- Producción de fideo corriente (1991-1980) TM.	19
4.- Producción de fideo envasado (1991-1980) TM.	19
5.- Proyección de la molienda de trigo y producción de harinas por tipos	21
6.- Clasificación general de los métodos de análisis sensorial	63
7.- Número de muestras requeridas en las diferentes pruebas de evaluación sensorial y métodos estadísticos a aplicar en la evaluación de resultados	64
8.- Composición química proximal del corno de pituca (colocasia esculenta) variedad rosada	97
9.- Composición química proximal del corno de pituca (colocasia esculenta) variedad japonesa	97
10.- Composición química proximal de la harina precocida de pituca rosada	102
11.- Otros análisis físico químico efectuados en la harina precocida de pituca rosada	103
12.- Composición química proximal de la harina precocida de pituca japonesa	105

13.- Otros análisis físico-químicos efectuados en la harina precocida de pituca japonesa	106
14.- Composición química proximal de la harina fideera	107
15.- Otros análisis físico-químicos efectuados en la harina fideera	108
16.- Análisis granulométrico: Módulo de finura e índice de uniformidad de la pituca rosada	110
17.- Análisis granulométrico: Módulo de finura e índice de uniformidad de la pituca japonesa	111
18.- Análisis granulométrico: Módulo de finura e índice de uniformidad de la harina fideera	113
19.- Farinograma de la harina fideera	115
20.- Extensograma de la harina fideera	115
21.- Fideos elaborados con sustitución parcial de harina precocida de pituca rosada	118
22.- Fideos elaborados con sustitución parcial de harina precocida de pituca japonesa	121
23.- Rendimiento de los fideos elaborados	123
24.- Grado de preferencia de fideos crudo con sustitución de harina precocida de pituca rosada	126
25.- Grado de preferencia de fideos cocinado con susti- tución de harina precocida de pituca rosada	127
26.- Grado de significación entre las muestras de fideos con sustitución según el atributo color	129
27.- Grado de significación entre las muestras de fideos con sustitución según el atributo sabor	129

28.- Grado de preferencia de fideos crudos con sustitución de harina precocida de pituca japonesa	131
29.- Grado de preferencia de fideos cocinados con sustitución de harina precocida de pituca japonesa	132
30.- Grado de significación entre las muestras de fideos con sustitución para el atributo color	134
31.- Grado de significación entre las muestras de fideos con sustitución para el atributo sabor	134
32.- Preferencia entre las dos muestras de fideos crudos con sustitución aplicando la Prueba de los Signos	135
33.- Preferencia entre las dos muestras de fideos cocinados con sustitución aplicando la Prueba de los Signos.	136
34.- Composición químico proximal de la harina precocida pituca rosada (20%) y la harina fideera (80%)	138
35.- Otros análisis físico-químicos efectuados en la harina mixta	138
36.- Composición química proximal de los fideos con sustitución	140
37.- Composición química proximal del fideo comercial	140
38.- Otros análisis efectuados en el fideos con sustitución	142
39.- Otros análisis efectuados en el fideo comercial	142
40.- Tiempo de cocción de los fideos con sustitución y el fideo comercial	143

41.- Prueba de resistencia al desmenuzamiento en fideos con sustitución y el fideo comercial	144
42.- Análisis microbiológicos de los fideos crudos con sustitución y el fideos comercial	145
43.- Análisis químico de los fideos utilizados en la evaluación biológica con ratas	149
44.- Resultados promedios del Valor Biológico en los fideos con sustitución (20%) de harina precocida de Pituca rosada y el fideo comercial	150
45.- Preferencia entre las muestras de fideos crudos con sustitución y el fideo comercial	152
46.- Preferencia entre el fideo con sustitución y el fideo comercial cocinados	153
47.- Análisis físico-químicos efectuados durante el almacenamiento del fideo con sustitución (20%)	154
48.- Puntajes promedios de la evaluación sensorial de los fideos crudos con sustitución parcial (20%) de harina precocida de pituca rosada durante el almacenamiento.	156
49.- Puntajes promedios de la evaluación sensorial de los fideos cocinados con sustitución parcial (20%) de harina precocida de pituca rosada durante el almacenamiento.	158

## INDICE DE FIGURAS

### PAGINA

1.- Productos y subproductos de la pituca, alternativas de uso.	09
2.- Flujo de operaciones para la obtención de harina de pituca cruda y precocida.	15
3.- Isotermas de adsorción y desorción de agua (Cheftel 1976).	55
4.- Isotermas de adsorción y desorción de agua (Fenema 1982).	56
5.- Representación de la Ecuación de B.E.T.	59
6.- Flujo de operaciones para la obtención de harina precocida de pituca.	80
7.- Flujo de operaciones para obtener fideos con sustitución parcial de harina precocida de pituca.	86
8.- Flujo de operaciones y balance de materia para la obtención de harina precocida de pituca (colocasia esculenta) variedad rosada.	99
9.- Flujo de operaciones y balance de materia para la obtención de harina precocida de pituca (colocasia esculenta) variedad japonesa	99
10.- Isotherma de adsorción del fideo con sustitución al 20% de harina precocida de pituca rosada.	147

- 11.- Representación gráfica de la variación de atributos color, textura y aspecto general de los fideos crudos con sustitución parcial (20%) de harina precocida de pituca rosada durante el almacenamiento. 156
- 12.- Representación gráfica de la variación de atributos color, sabor, textura y pegosidad de los fideos cocinados con sustitución parcial (20%) de harina precocida de pituca rosada durante el almacenamiento 158

## ANEXOS

- 1.- Modelo de ficha de evaluación sensorial del fideo crudo con sustitución parcial de la harina de trigo por harina precocida de pituca.
- 2.- Modelo de ficha de evaluación sensorial del fideo cocinado con sustitución parcial de la harina de trigo por harina precocida de pituca.
- 3.- Tratamiento estadístico aplicando la Prueba de Friedman.
- 4.- Resultados de la evaluación sensorial del atributo color para la determinación de porcentaje óptimo de sustitución de harina de trigo por harina precocida de pituca rosada (primera evaluación).
- 5.- Resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor para la determinación de porcentaje óptima de sustitución de harina de trigo por harina precocida de pituca rosada (primera evaluación).
- 6.- Resultados de la evaluación sensorial del atributo color para la determinación de porcentaje óptima de sustitución de harina de trigo por harina precocida de pituca japonesa (primera evaluación).
- 7.- Resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor para la determinación de porcentaje óptima de sustitución de harina de trigo por harina precocida de pituca japonesa (primera evaluación).

- 8.- Procedimiento de la prueba no paramétrica de la Prueba de los Signos, para dos muestras relacionadas, para la evaluación sensorial de fideos con sustitución parcial de harina precocida de pituca rosada, para cada atributo.
- 9.- Evaluación sensorial de los fideos crudos con sustitución parcial por harina precocida de pituca variedad rosada y japonesa en función al atributo color.
- 10.- Evaluación sensorial de los fideos crudos con sustitución parcial por harina precocida de pituca variedad rosada y japonesa en función al atributo
- 11.- Evaluación sensorial de los fideos cocinados con sustitución parcial por harina precocida de pituca variedad rosada y fideos comercial en función al atributo sabor.
- 12.- Evaluación sensorial de los fideos crudos con sustitución parcial por harina precocida de pituca variedad rosada y fideos comercial en función al atributo color.

## RESUMEN

Los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación fueron :

- Obtener fideos con sustitución parcial de harina precocida de pituca con características nutricionales, organolépticas y fisicoquímicas similares al fideo sin sustitución.
- Determinar los parámetros óptimos para la elaboración de fideos con sustitución parcial de harina precocidad de pituca.
- Determinar la variedad de pituca más apropiada para la sustitución parcial en la elaboración de fideos.
- Evaluar el almacenamiento y aceptación del fideo obtenido por sustitución parcial.

De la pituca en sus dos variedades rosada y japonesa, fue obtenida la harina precocidad con la cual se elaboró los fideos con sustitución, estas harinas sucedáneas fueron caracterizadas y posteriormente mezcladas con la harina fideera en un 30%, 25%, 15% y 10% respectivamente para elaborar los fideos. La cantidad de agua a medir durante el mezclado, así como el tiempo de secado fueron los parámetros críticos en este trabajo de investigación, determinándose que la cantidad de agua a añadir es la misma para las harinas mixtas, variando únicamente el tiempo de secado para cada mezcla. Las evaluaciones sensoriales se realizaron con el fin de seleccionar las mejores muestras de fideos con sustitución

que fueron en total 10, sobre la muestra de mayor preferencia se realizó las caracterizaciones y análisis correspondientes conjuntamente con una muestra de fideo comercial concluyéndose que el fideo con sustitución parcial de 20% de harina precocida de pituca rosada tuvo mayor preferencia entre los panelistas. Esta muestra de fideos será menos propensa a deteriorarse y a conservarse mayor tiempo que el fideo comercial observado en la isoterma de adsorción, además desde el punto de vista energético y nutricional resultó mejor que el fideo comercial.

## 1. INTRODUCCION

En el Perú el consumo de harina de trigo es alto, especialmente entre los sectores de bajos ingresos, por lo que se importa trigo para atender la demanda interna para alimentos procesados principalmente pan y fideos que son fuentes de carbohidratos y proteínas.

A fin de cubrir esta demanda, se importa aproximadamente el 70% de las necesidades de trigo, porque la producción actual es insuficiente y las proyecciones a futuro indican que es difícil que esta deficiencia se supere.

Los fideos después del pan son productos de gran demanda en nuestro medio y han sido motivo de estudio de investigación sobre su elaboración sustituyendo la harina de trigo hasta el momento solamente por harina de cereales, como lo reporta Cerrate (1989), quien sustituyó parcialmente a la harina por harina de cebada y el Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial (INDDA) (1987) que utilizaron la harina precocida de maíz para la elaboración de este producto.

Por ello se juzga relevante pensar en otros recursos no cereales como sustituto parcial de la harina de trigo que permita obtener un producto fideero que mantenga o supere el valor nutritivo y las condiciones organolépticas del fideo elaborado a base de dicha harina.

En la zona de ceja de Selva del país se cuenta con la pituca (*Colocasia esculenta*) un recurso natural energético, con la cual se puede obtener productos alimenticios como lo ha demostrado Ordoñez (1983) que elaboró pan sustituyendo parcialmente a la harina de trigo y Loaysa (1981) que obtuvo almidón de este producto.

El presente trabajo de investigación plantea el uso de la harina precocida de este producto como sustituto parcial de la harina de trigo en la elaboración de fideos, con lo que se pretende además incentivar el cultivo de la pituca.

Los objetivos del presente trabajo de investigación fueron:

- Obtener fideos con sustitución parcial de harina precocida de pituca que tenga las características nutricionales, organolépticas y fisicoquímicas similares al fideo sin sustitución.
- Determinar los parámetros óptimos para la elaboración del fideos con sustitución parcial de harina precocida de pituca.
- Determinar la variedad de pituca más apropiada para la sustitución parcial en la elaboración de fideos.
- Evaluar el almacenamiento y aceptación del fideo obtenido por sustitución parcial.

El método utilizado para la elaboración de fideos fue el Laminado y el desarrollo de este trabajo de investigación se realizó en la Universidad Nacional Agraria de la Molina en la Facultad de Industrias Alimentarias en el Departamento de tecnología de alimentos y Productos Agropecuarios (TAPA), en la Universidad Nacional Agraria de la Selva en el Laboratorio de Análisis Sensorial, en la Universidad Nacional Federico Villarreal en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos y en el INDDA en el laboratorio de Fideos y Galletas, siendo el tiempo de duración del trabajo de Setiembre de 1993 a Octubre de 1994.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 LA PITUCA

#### 2.1.1 GENERALIDADES

Montaldo (1977) refiere que la pituca (Colocasia esculenta) está entre los primeros cultivos domesticados por el hombre, su historia es posible trazarla hasta las culturas neolíticas mas primitivas, con citas más frecuentes en el sur-este de Asia entre India e Indonesia Oyemiza y cree que la Colocasia esculenta sea nativa de las áreas boscosas de Ghaw y otros partes de Africa Occidental.

Flowman (1969) citado por Montaldo (1977), manifiesta que la Colocasia esculenta, era el alimento más importante del Africa Tropical, cuando los compradores de esclavos buscaban mercaderías humanas para sus nuevas colonias, descubrieron que era más económico que los esclavos subsistieran con su elemento nativo, entonces el EDDO (como se llamaba a la Colocasia esculenta), encontró camino al nuevo mundo (América).

Montaldo (1977) menciona que las colocasia esculenta fue llevado a través de la Polinesia a los habitantes repartidos en las miles de islas desde Hawaii hasta Isla Pascua y Nueva Zelanda, siendo ésta junto con el Articarpus Altilis (árbol de pan) alimento principal.

En el Perú, Nuñez (1989), indica que a esta raíz se le conoce como "Pituca" variando en algunos departamentos como "ARAIRIMA" en Huánuco, " TARO" en Moyobamba, "MICHUTSI", en lugares de la selva alta, WITINA en el bajo Amazonas.

Nuñez (1989) menciona otros lugares del mundo en donde la *Colocasia esculenta* toma nombres diferentes:

Venezuela	: ocumo, culin, danchi
Cuba	: malanga, guagui
Brasil	: taiboa
Perú	: pituca
Hawai	: taro, kalo
Japón	: imo
China	: ya
Chipre	: kolokasi
Egipto	: kolices.

En el Perú la "Pituca" abunda en la amazonía entre las variantes de los Andes Orientales. En la Literatura mundial se relacionaba la presencia de la lepra con los lugares en que la "pituca" era usada en los alimentación humana. estudios del Dr. Pesce, reportado por Nuñez (1989), determinaba que sólo se usaban cocciones (100°C) ya que el bacilo de Hansen baja las defensas del Organismo humano requerido la enfermedad. Manasses Fernández (1970) y reportado por Nuñez (1989).

#### 2.1.2 BOTANICA :

León (1974), sostiene que la posición sistemática de la pituca en la clasificación de los vegetales es:

División	: Fanerógamas
Sub-división	: Angiospermas

Clase	: Monocotiledoneas
Orden	: Aroideas
Familia	: Aráceas
Sub-familia	: Colocasiodea
Género	: Colocosia
Especie	: Colocasia Esculenta
Nombre Común	: Pituca, Taro, Malango, Etc.

La pituca es un rizoma perenne. Del tallo emergen grandes hojas de forma acorazonada, presenta flores masculinos en la parte superior y femeninas en el interior aunque ambos son esteriles.

La pituca es una planta herbácea suculenta que alcanza de 1-2 metros de altura, produce un cormo (por comodidad, sólo se considera así a la raíz libre de tallos y hojas) central comestible, grande, esférico, elipseoidal ó cónico, el color de la pulpa es por lo general blanco pero pueden presentarse clones colorados hasta llegar a morado (Montaldo, 1977).

Todas las partes de la planta son comestibles, pero causan una sensación espinosa por toda la boca y garganta luego de la ingestión, lo que se atribuye al oxalato de calcio en el jugo. La forma más segura para eliminar este "escozor" es el cocimiento completo, aunque el secado lo aminora considerablemente (Nieto, 1977).

### 2.1.3 CLIMA Y SUELO

Nieto (1977) explica que la pituca es una planta esencialmente tropical, requiere de altas

precipitaciones (1800 a 2500 mm) bien distribuidos, temperaturas entre 25°C a 30°C y buena luminosidad.

Algunas variedades de pituca crecen en suelos donde el agua es suministrada por irrigación (cultivo seco); mientras que otros crecen bajo agua (irrigación).

#### 2.1.4 CULTIVO

Ordoñez (1983) menciona que este producto se cultiva en lugares de poca y bastante altitud, requiere aproximadamente 7 meses para madurar, pudiendo cultivarse durante todo el año y en casi todos los terrenos con bastante agua. Pueden reproducirse sembrando secciones de 1/4 de kilo a cormos que tenga buenas yemas de 1-1,5 m, cuando se utiliza el cormo principal de la planta madre se secciona representado un gasto de semilla de 2 T.M./hectárea, también se usan hojuelas. (porción superior de un cormelo).

Plucknett citado por Montaldo (1977) utilizó hojuelas llamadas "HULI" plantado a mano (cultivo inundado), perforando hoyos de 12-15 cm. de profundidad y 30-60 cm entre y sobre hileras.

Loaysa (1981) menciona que la pituca es más productiva en suelos bien abonados, es posible que fertilizantes de Nitrógeno estimulen el desarrollo vegetativo y las de potasa sean necesarios para el buen desarrollo de los cormos, los fosfatados estimulan el vigoroso desarrollo de la raíz. Montaldo (1977), dice que la diferencia de los rendimientos se debe a la variedad que se cultiva, la

idoneidad del suelo, sostén de cultivo. El cultivo de la pituca suele hacerse en terrenos sin preparación, también se usa intercalados en cultivos perennes, como caucho, banana, cacao, cocos, etc. En el año 1987 en Lima el directorio de la Sociedad Zoológica del Perú, llevó a cabo la siembra experimental en el parque de las leyendas, obteniendo cormos hasta de 6 Kg, Nuñez (1989). Por lo general la "pituca" no soporta un prolongado almacenamiento; de 6-7°C de Temperatura con H.R. de 80% y una adecuada circulación de aire son recomendables. De la Peña y Plucknett, citado por Montaldo (1977), encuentran en Hawai que la "pituca" responde a aplicaciones de nitrógeno, fósforo en cultivo inundado pero al potasio sólo en cultivo seco.

#### 2.1.5 VARIEDADES

Cárdenas (1979) menciona que en nuestro medio se ha podido reconocer tres variedades de *Colocasia esculenta*, llamándose Negro si la variedad que tiene en la base del limbo y fusil del raquis una coloración rosada, mientras que la variedad blanca tiene esta porción del raquis color amarillento claro. la variedad Japonesa se distingue por la coloración pigmentada azul morado de su cormo.

#### 2.1.6 USOS

González (1973) indica que las hojas de algunas variedades con bajo contenido de oxalato de calcio, se consumen hervidas como hortalizas. El "poi" se

consume en Hawai de cormos de pituca cocidas, peladas, lavadas y molidos hasta forman una pasta de color gris marrón, lo que a veces se somete a un ligero proceso de fermentación.

Cárdenas (1979), menciona que los cormos cocidos sustituyen a la papa y se utilizan en corridos considerándolas como artículos muy nutritivos.

Estudios realizados con pituca en la alimentación humana, reporta usado en panificación en 30% de harina fina de pituca, comparadas con harina gruesa mezclado al 50% con harina de trigo. la harinas gruesa que parecía afrecho al 50% se utilizó en la elaboración de bizcochuelos y mazamorra. se obtuvo excelentes resultados en la prueba.

De la pituca se podría obtener productos y sub-productos similares a los de papa pan, diversos usos, como se puede apreciar en la Figura 1.

#### 2.1.7 COMPOSICION QUIMICA

En el Cuadro 1, se presenta la composición química de la pituca, variedad blanca y morada requerida por la Universidad Nacional Agraria y por el Dr. Manasses Fernández en su publicación sobre la "Importancia de la pituca en la Alimentación Humana".

#### 2.1.8 HARINA DE PITUCA

##### 2.1.8.1. HARINAS SUCEDANEAS PROCEDENTES DE TUBERCULOS Y RAICES

ITINTEC (1984) refiere que son productos provenientes de tubérculos y raíces, obtenidos

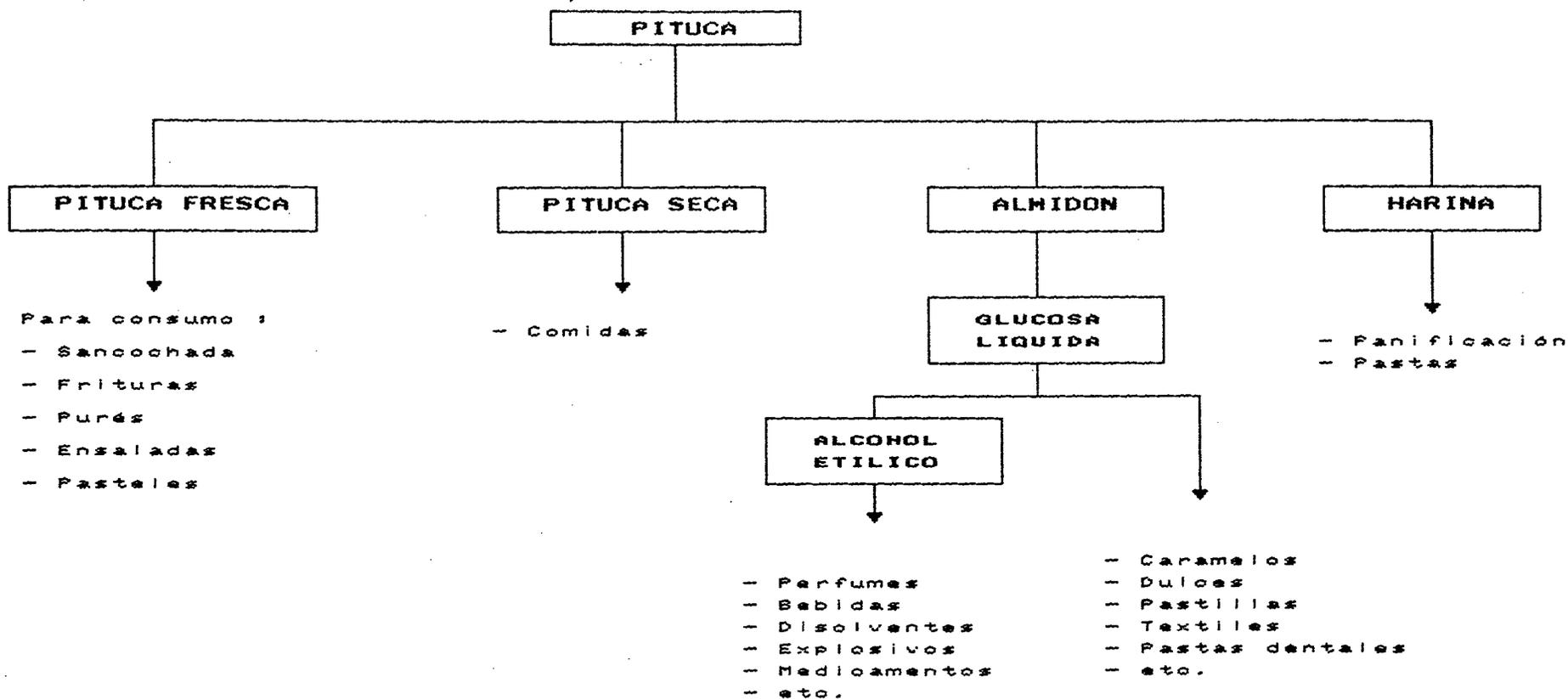


FIGURA 1: PRODUCTOS Y SUB-PRODUCTOS DE LA "PITUCA" - ALTERNATIVAS DE USO

CUADRO 1 : COMPOSICION QUIMICA DE LA Colacasia esculenta "PITUCA"

Componentes	Base Seca (*)			Base Seca (*)			Base Seca (**)	
	1	2	3	1	2	3	Blanca	Morada
Humedad	73.85	69.13	71.08	--	--	--	-	-
Proteína	1.65	1.81	1.82	6.86	5.86	6.30	6.48	9.12
Grasa	0.07	0.16	0.34	0.27	0.50	1.16	1.20	0.87
Fibra	0.89	0.99	1.57	3.40	3.20	5.43	0.41	0.82
Extracto no Nitrogenado	22.21	25.93	22.57	84.95	84.04	78.67	87.70	83.80
Cenizas	1.33	1.98	2.44	5.08	6.40	8.44	4.20	5.39
Calcio g%	0.03	0.04	0.04	0.13	0.12	0.12	-	-
Magnesio g%	0.03	0.37	0.04	0.13	0.13	0.13	-	-
Cobre ppm	2.88	4.32	16.20	11.00	14.00	56.00	-	-
Fósforo g%	-	-	0.04	--	--	0.15	-	-
Fierro g%	0.001	0.002	0.012	0.004	0.008	0.04	-	-
Manganeso ppm	1.05	1.85	35.86	4.00	6.00	124.00	-	-

(1) Cormo cocido  
 (2), (3) Cormo crudo

Fuente : Manasses (1970)

(\*) Determinado por el Dr. Manasses Fernández

(\*\*) Determinado por la Universidad Nacional Agraria

mediante un proceso adecuado y molienda, aptos para ser mezclados con la harina de trigo con fines alimenticios.

#### 2.1.8.2. METODOS DE PRODUCCION DE HARINA DE PITUCA

López (1988) menciona que en Hawaii, la producción de harina de pituca se realiza de dos formas :

- a) Los cormos de pituca son lavados, pelados, cocidos y molidos en un molino triturador, obteniéndose una pasta similar al poi. Al enfriarse la pasta, se produce un cambio físico de viscoso a masa sólida gomosa, notándose mayor a la temperatura de 86°-104°C, en un tiempo no menor de 24 horas, siendo el contenido de agua inicial de 60 a 70%.

Seguidamente, las masas sólidas son cortadas mecánicamente y fragmentados, luego puestos a secar en cabinas por exposición, a corrientes de aire seco hasta alcanzar no más de 10% de humedad final lo cual demora 6 horas.

Es recomendable que la temperatura inicial no exceda los 59°C para evitar deterioros, puede gradualmente ser llevada a una temperatura de 68°C. Los fragmentos secos fueron molidos en un molino de martillo en circuito con un cernidor giratorio.

Este método es el más indicado en la producción de harina de uso general.

b) Los cormos fueron lavados a fin de eliminar completamente la tierra, luego se cortaron en trozos de 1/4 de pulgada de espesor (0.63cm). Estos cormos son conservados en agua para ser luego sometidos a un pelado químico en una solución de hidróxido de sodio al 2% durante 10 minutos, luego se elimina la soda mediante lavado y enjugado con ácido cítrico al 2% o ácido clorhídrico al 0.5% (León, 1974).

#### 2.1.8.3. USOS

La harina de pituca es usada frecuentemente en panificación; tiene las mismas características de la harina de papa, siendo aún más amplio el rango de combinaciones.

El pan de pituca es el producto más vendido en otros países con el 15% de reemplazo. Observándose que el producto permanece más fresco que el pan ordinario a causa de la propiedad absorbente de la mezcla de pituca (Nieto, 1977).

#### 2.1.8.4 VALOR PROTEICO

Amos (1969) reportado por López (1988) dice que el valor proteico de la harina de pituca es menor en relación a la harina de trigo, pero cabe resaltar que el contenido de aminoácidos de la primera es superior tal como lo demuestra el aminograma del Cuadro 2, por otro lado, la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pituca produce una disminución del valor proteico, lo que parecería no

CUADRO 2 ANALISIS COMPARATIVO DE LOS AMINOACIDOS ESENCIALES DE LAS HARINAS DE TRIGO Y PITUCA (g/100)

Aminoácidos	H. Trigo	H. Pituca	Ración diaria requerida
Isoleucina	0.204	0.310	1.4
Leucina	0.417	0.910	2.2
Lisina	0.174	0.390	1.6
Metionina	0.094	0.110	2.2
Cistina	0.159	(1)	-
Fenilalanina	0.282	0.470	2.2
Tirosina	0.187	0.310	-
Treonina	0.183	0.460	1.0
Triptófano	0.068	-	0.5
Valina	0.276	0.580	1.6

(1) AMOS (1969)

REPORTADO POR: ORDONEZ (1983)

tener mayor importancia puesto que las harinas son básicamente fuentes energéticas y la harina de pituca cumple satisfactoriamente esta función.

### **2.1.9 HARINAS PRECOCIDAS**

Vivas (1979), define a la harina precocida, como aquella harina que es sometida a un proceso de calentamiento en presencia de suficiente humedad y como consecuencia sufre un cambio físico conocido como gelificación, por el cual el almidón de la harina resulta modificado.

#### **2.1.9.1 OBTENCION DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA**

Ordóñez (1983) elaboró el flujograma para obtener la harina precocida y cruda de pituca que se muestra en la figura 2.

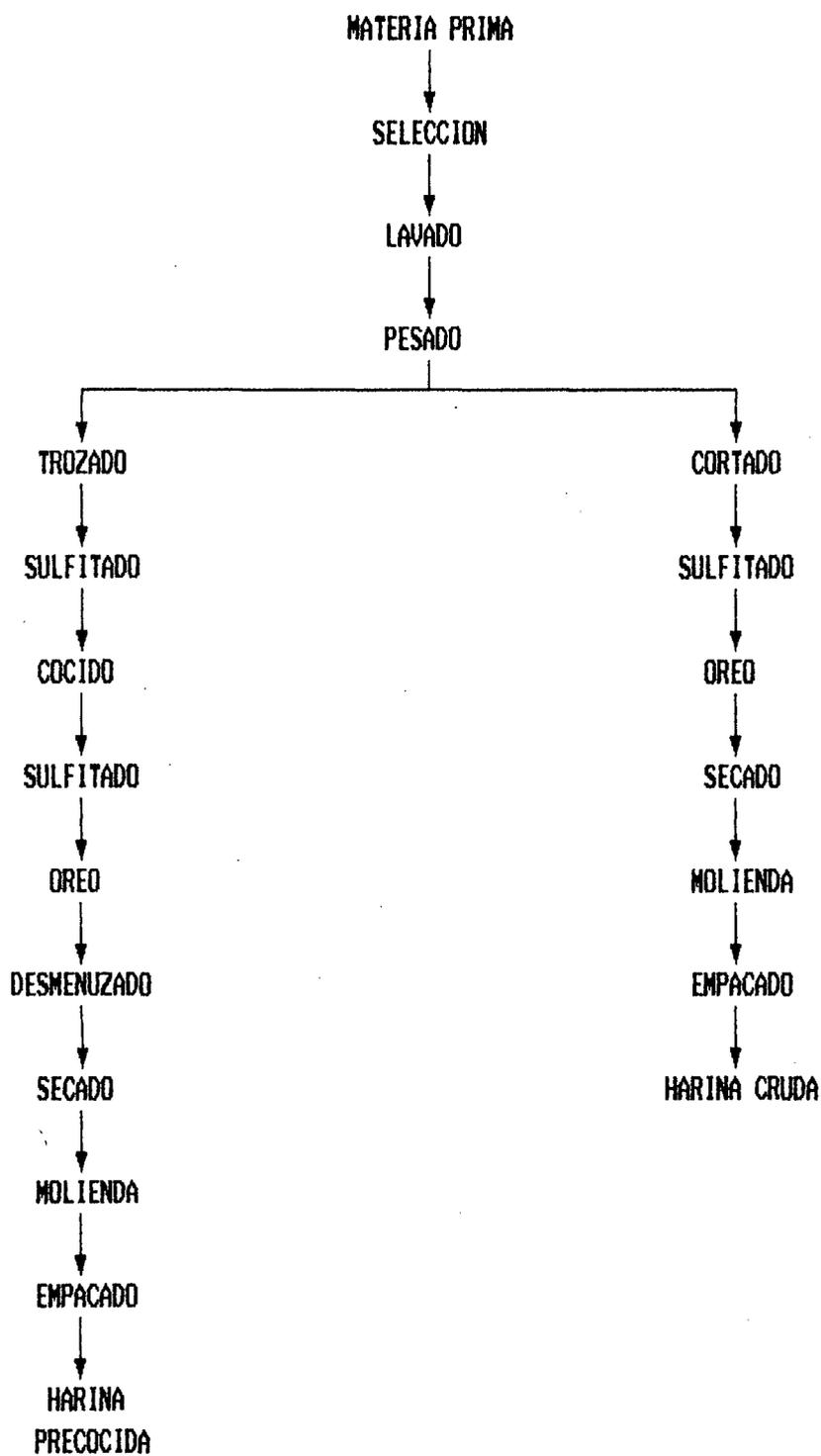
#### **2.1.9.2 USOS DE LA HARINA PRECOCIDA DE PITUCA**

En nuestro medio hasta el momento se ha encontrado solo un trabajo de investigación en la cual se utiliza la harina precocida como sustituto parcial de la harina de trigo en la elaboración de panes realizado por Ordóñez (1983).

## **2.2 PASTAS ALIMENTICIAS**

### **2.2.1 DEFINICION**

Nogara(1964) menciona que a las pastas o fideos se les define como los productos resultantes del



Fuente : Ordoñez (1983)

FIGURA 2 : FLUJO DE OPERACIONES PARA LA OBTENCION DE HARINA DE PITUCA CRUDA Y PRECOCIDA

amasado y moldeado de mezclas no fermentadas de harina de trigo o semolina con agua potable .

### 2.2.2 ORIGEN

Pizzorni(1959) menciona que los fideos fueron elaborados y consumidos por primera vez en el siglo XV por los italianos en razón que estos aprendieron a elaborar pastas de los alemanes, 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 .

Según Banasik(1981) la aparición de la industria de fideos, empezó ésta extendiéndose y figurando en todos los grandes festejos estatales como familiares; de ahí que los primeros indicios mecánicos para la elaboración de pastas también aparecieron en Italia en 1800, es decir, equipos mecánicos operados a mano y contruidos de madera .

Pizzorni(1959), refiere que 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 .

Banasik(1981) también menciona que 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 ésta 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 obligó a salir por pequeños orificios que tiene la forma ideada de la pasta (Morales, 1969 y Banasik, 1981). A este tipo de sistema se le llama producción por prensa vertical. Aparecieron luego estos mismos sistemas pero con prensas horizontales y con volante de diámetro mucho mayor, permitiendo realizar la rotación a través de la fuerza humana. Con el fin de incrementar la capacidad productiva, se construyeron máquinas de doble y triple depósito de masa operados por un sólo émbolo ya que mientras trabajaba uno, los otros se iban cargando o sacando los últimos vestigios de fideos (Banasik, 1981). Pero este sistema con los años fue dejando de lado ante la aparición de la fuerza motriz y la técnica de extrusión en masas. Fue la primera vez que se producía un producto extruido, diferente al fideo cortado a partir de una masa extendido. En 1860, se introdujeron más máquinas y plantas de manufactureras 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 el año de 1934, los franceses, suizos e italianos introdujeron diversos extrusores continuos. El método tradicional del "batch" fue reemplazado 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 fueron introducidas al mercado.

### 2.2.3 SITUACION FIDEERA EN EL PERU

Estadísticas actuales (Cuadro 3 y 4) refieren la producción interna de fideos en nuestro país.

Desde 1989 a 1991 la producción aumentó unos 34,614 TM para el caso de los fideos corrientes, (Cuadro 3), mientras que para el mismo período la producción interna del fideo envasado aumentó en 5,749 TM. y disminuyó en 3,053 T.M. (Cuadro 4).

Cerrate(1989) dice que a 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 lo cual absorbe también el 80% de la capacidad instalada.

Según la Junta del Acuerdo de Cartagena (1985) el mayor

CUADRO 3. PRODUCCION DE FIDEO CORRIENTE 1991-1980 (T.M)

A Ñ O	T O T A L
1991	181,291
1990	158,786
1989	146,597
1988	211,177
1987	222,974
1986	201,850
1985	157,096
1984	186,773
1983	188,841
1982	187,968
1981	181,873
1980	180,151

FUENTE : Ministerio de Agricultura (1991)

CUADRO 4. PRODUCCION DE FIDEO ENVASADO 1991-1980 (T.M)

A Ñ O	T O T A L
1991	6,298
1990	9,351
1989	4,602
1988	9,629
1987	8,555
1986	6,664
1985	4,944
1984	5,903
1983	9,133
1982	17,376
1981	10,187
1980	9,181

FUENTE : Ministerio de Agricultura (1991)

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.

En el Cuadro 5, se aprecia las proyecciones de producción de harina de fideos para los años 1990, 1995 y 1997 que correspondería a 193,208 y 214,000 TM, respectivamente.

#### 2.2.4. NORMAS DE CALIDAD DE LOS FIDEOS

Las actuales normas establecidas por el Instituto Nacional de Investigación y de Normas Técnicas (ITINTEC) ahora llamado Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) señala los requisitos que deben cumplir las pastas alimenticias y fideos destinadas a la alimentación humana.

#### 2.2.5 CARACTERISTICAS DE LAS PASTAS

Nogara(1964) refiere que la calidad de las pastas alimenticias depende directamente de la clase de harina que se utilice, de la potabilidad del agua, del proceso seguido en su elaboración secado y conservación. 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 equivalente a 1.5 kilogramo de pan blanco de buena calidad. El color de las pastas debe ser

CUADRO 5: PROYECCION DE LA MOLIENDA DE TRIGO Y PRODUCCION  
DE HARINAS POR TIPOS (miles de TM)

AÑO	MOLIENDA	HARINA	TIPOS DE HARINAS		
			PANIFICACION	FIDEERIA	OTROS
1984	929	762	572	175	15
1985	944	774	581	178	15
1986	960	787	590	181	16
1987	976	800	600	184	16
1988	992	813	610	187	16
1989	1007	826	620	190	16
1990	1024	840	630	193	17
1991	1040	853	640	196	17
1992	1055	865	649	199	17
1993	1071	878	659	202	17
1994	1087	891	668	205	18
1995	1103	904	678	208	18
1996	1119	918	689	211	18
1997	1135	931	698	214	19

FUENTE : Paredes (1987), citado por Cerrate (1989).

uniforme, semitranslúcido, con fractura semividriosas 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

#### 2.2.6 CLASIFICACION DE LAS PASTAS

Cerrate (1989) menciona que las Pastas Alimenticias se clasifican en :

##### Por su contenido de humedad en :

- a) Fideos Secos : Cuando el fideo posee un contenido de humedad menor o igual al 15%.
- b) Fideos Frescos : Cuando el fideo tiene una humedad mayor al 15%.

##### Por el proceso tecnológico seguido durante su elaboración, pueden ser :

- a) Fideo Prensado: Se trata del fideo obtenido por extrusión, pudiendo adquirir diversas formas. También se le conoce como fideo tipo Nápoles.
- b) Fideo Laminado: Aquel fideo obtenido mediante un proceso de laminación. También es conocida como fideo tipo Bologna.

- c) Fideo Especial o Enriquecido : Aquél que presenta adición de cantidades variables de gluten, huevo, leche, vitaminas, minerales, verduras u otros con el fin de mejorar su calidad.

Según su forma, pueden ser:

- a) 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.
- b) Cortos : Son más pequeños que los anteriores. Pueden ser fideos tipo Nápoles o Bologna de tamaño y forma variable, sin características definidas de dimensión.
- c) Fideo Pastina: Es aquel fideo tipo Nápoles que se caracteriza por su aspecto menudo.
- d) Fideo Rosca y Nido: Se refiere a fideos largos que adoptan forma de madejas.

Los fideos en general, pueden presentarse a granel o envasados.

## 2.2.7 ELABORACION DE LOS FIDEOS

### 2.2.7.1 HARINA DE TRIGO Y EVALUACION

Según Pizzorni ( 1959 ) el control de las harinas empleadas en la elaboración de fideos o pastas alimenticias 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.

Los análisis permiten determinar si la harina es apta para la industria fideera, en relación a la gran variedad de trigos existentes y los diversos tipos de harinas a obtener a partir de una misma clase de trigo. 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.

Refiere Millot mencionado por el INDDA (1987) con relación a los componentes químicos de la harina de trigo, ésta tendría las mismas características que las del grano de trigo, y son los siguientes:

Agua	12 - 16 %
Almidón	55 - 67 %
Celulosa	1.3-1.9 %
Dextrosa	5 - 9 %
Gluten	11 - 21 %
Materias grasas	1 - 2 %
Sales minerales	1.4- 2 %

Pearson (1970) menciona que el salvado contiene más cenizas y fibra que el endospermo, por lo tanto las harinas morenas contendrán más hierro y vitaminas que la harina blanca. Aunque la harina blanca deberá reforzarse con hierro reducido, vitamina B y ácido nicotínico para que cumpla con las especificaciones legales pertinentes. A su vez, Mac Masters et al., Ziegler y Greer (1978) mencionado por Kordonowy et al. (1985), sostienen que el

salvado mejora las propiedades nutricionales tales como incrementar a la fibra proteínas, vitaminas y minerales. Pearson (1970) dice que la fuerza de una harina depende en gran parte de la naturaleza y cantidad de gluten presente, necesaria para dar a la masa la tenacidad requerida para la elaboración de fideos.

En la práctica, el trigo es molido en varias etapas intercaladas de tamices y corrientes de aire, separando de esta manera la harina del salvado.

A su vez Pizzorni (1959) refiere que en un molino moderno se producen hasta 150 diferentes flujos de harina y subproductos destinados a los alimentos, combinándose luego éstas para formar harinas de diferentes tipos,

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

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 los mejores, por ser más duros, pesados y grandes. Además son córneos, semitransparentes y sin aparición de almidón en la fractura; rico en sustancias nitrogenadas. Sin embargo, por su alto costo, sólo 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 el Perú, se le usa mezclándole con la harina de trigo blando, que presenta una fractura opaca y se extrae fácilmente el almidón. No son aptas para la elaboración de fideos sino tan sólo para panificación. Sin embargo, las harinas comerciales son mezclas de distintos trigos efectuadas por las diversas molineras para la estandarización de las características de una harina determinada dosificándose el almidón y el gluten.

A su vez Pomeranz (1971) señala que los métodos de molienda no son uniformes ya que no existen dos molinos idénticos. Sin embargo, las diferencias en trigos, porque generalmente las características de una harina dependen del grano de trigo.

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.

Así mismo Matz (1970) y Fábrica de Querétaro mencionan que una harina es más valiosa cuanto 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 ni 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 .

Matz (1980) a su vez afirma que en el trigo duro predomina el color ámbar debido a la alta concentración de pigmentos carotenoides, particularmente xantofila y taraxantina. Consta de un endospermo duro, translúcido, haciéndolo apto para la obtención de semolina granular; dicha dureza está aparentemente relacionada con el crecimiento del trigo duro en clima seco .

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

Las proteínas del grano de trigo consideradas en su conjunto son de mediana calidad; en el salvado y germen se hallan proteínas de mejor calidad que las del resto del grano. El trigo es pobre en calcio, contiene en promedio 0.04% y 0.39% en fósforo. Es deficiente en la vitamina A y D. Es una buena fuente de tiamina, pero pobre en riboflavina, al igual que la cebada.

Los componentes básicos de la harina lo conforman el almidón y las sustancias proteínicas. 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 proteica proveniente del trigo, la cual tiende a formar una red elástica que atrapa los gases del dióxido de carbono expandiéndose por último con éste.

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.

El peso molecular de la gliadina es 42,000 a 47,000 y para la glutenina, formada por macrounidades, puede llegar a varios millones.

Las propiedades del gluten varían de acuerdo a su origen y variedad del trigo. Puede ser una pasta suave y extensible o fuerte y elástica. En todo caso, el comportamiento de la masa refleja el contenido del gluten de harina. De ahí que se suela hablar de fideos de gluten "corto" y de gluten "largo" con respecto a su elasticidad o capacidad de formar fibras o hilos más o menos largos.

El gluten de la harina se remueve por lavados prolongados de agua, en el cual el gluten es insoluble. Se admite que la elasticidad puede deberse a largas cadenas polímeras unidas para formar una estructura de tres dimensiones. Lamentablemente existen pocos datos sobre la naturaleza de dichos ligamentos; se acepta la

presencia de ligamentos de tipo salino debido a la fácil solubilidad del gluten por los ácidos y álcalis.

Actualmente se conoce que las moléculas proteicas del gluten tienen forma alargada, mientras que las partículas proteicas en solución tiene forma elíptica.

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.

Pence (1953), reportado por Cerrate (1989), estudió la acción de la temperatura, el tiempo de calentamiento, el pH y las condiciones de hidratación, en relación a la velocidad de alteración de las propiedades del gluten, del cual observó que cuando el porcentaje del agua es baja, las velocidades de desnaturalización a 80-90°C son insignificantes; pero cuando la humedad es de 35 a 40% aumentan rápidamente para llegar a su máxima. Pizzorni (1959) menciona además que la desnaturalización es lenta a pH 4, pero ésta se incrementa a pH más elevado.

Por su parte Balls y Hale (1936) mencionado por Pizzorni (1959), señalan que el bisulfito y en general los agentes reductores desnaturalizan al gluten fragmentándolo. Según Sagi (1953) el calor modifica la estructura coloidal de la glutenina de una forma ligera

y reversible; siendo esta fracción mas sensible al calor que la gliadina.

Pómeranz(1975), un alto nivel de proteína o gluten húmedo en la semolina es preferido por los fabricantes fideeros porque la calidad de cocción está relacionada con los niveles más altos de proteína .

Según IATA (1980), mediante las pruebas reológicas, se pueden determinar las propiedades funcionales de las harinas tanto en su comportamiento mecánico como en su estabilidad física en relación a su textura .

Richardson (1985) y IATA (1980) mencionan que en este caso, los métodos reológicos son utilizados para examinar la propiedad macroscópica funcional del sistema harina de trigo-agua, siendo los componentes proteicos del gluten, los principales responsables de las características viscoelásticas de la masa. Sin embargo, la naturaleza específica de la ligazón y movilidad del agua en las suspensiones de la harina de trigo y masas no ha sido todavía definida .

Según Pomeranz (1983) los sistemas de ensayo de masas, para fideos, aplicados actualmente en la práctica industrial son el farinógrafo y extensógrafo. Dichos instrumentos proporcionan índices valiosos en determinadas curvas conocidas como farinogramas y extensogramas respectivamente, los mismos que constituyen las huellas digitales de la harina en función de la variedad del grano de trigo, su contenido proteico, granulación y distribución de partículas,

además del efecto de la presencia de aditivos en la masa Irvine et al. (1962) desarrollaron una técnica farinográfica modificada para medir las propiedades reológicas de las masas de pastas a 27-38% de absorción; señalaron también que la máxima consistencia y tiempo de desarrollo de la masa en una harina comercial disminuyeron al incrementarse la absorción de agua de 28.5 a 31.5%.

En cuanto a sustituciones del trigo por otros cereales, Kunerth y D' Appolonia (1985), reportado por Cerrate (1989), señalaron que se alteran las propiedades reológicas de la masa y la calidad del producto amasado. Las propiedades de la masa son comunmente evaluadas midiendo la consistencia sea con el farinógrafo o mixógrafo. Las características de la curva de mezclado obtenidas depende de una serie de transformaciones de los componentes plásticos, elásticos y viscosos de la masa.

Mediante la interpretación de las curvas farinográficas de masa fideeras, se pueden determinar los siguientes valores:

- Absorción : Es el porcentaje de agua necesaria en la harina, para que el centro de la curva, caiga en la línea de 500 U.B. en su punto de máximo desarrollo.
- Tiempo de Hidratación : Es el tiempo, en minutos, desde que la curva comienza hasta que toca la línea de 500 U.B. con un borde superior.

- Tiempo de desarrollo : Es el tiempo, en minutos desde que la curva comienza hasta que se obtiene su máxima altura.
- Estabilidad : Es el tiempo, en minutos, de U.B. que existen desde la línea de 500 U.B. hasta que el centro de la banda, a los 20 minutos de haber comenzado la mezcla.
- Debilitamiento del gluten : Es el número de U.B. que existen desde la línea de 500 U.B., hasta el centro de la banda, a los 20 minutos de haber comenzado la mezcla.

Según IATA (1980) en cuanto a las curvas extensográficas, éstas complementan a las farinográficas porque proporcionan los valores de la extensibilidad o punto de ruptura de la masa y resistencia a la extensión mecánica relacionados a la cantidad y calidad del gluten de la harina

La curva extensográfica idealmente indica el grado de maduración de la harina utilizada en la masa y su comportamiento durante la fermentación. A continuación se definen los datos suministrados por el extensograma :

- La energía: Está representada por el área de la curva determinado por medio del planímetro. Se da en  $\text{cm}^2$ .
- La resistencia a la extensión: Es la altura de la curva medida a 5 cm del punto inicial de la misma. También se puede obtener la resistencia máxima en unidades de Brabender.

- La extensibilidad : Comprende la longitud de la base de la curva, expresada en mm.
- Índice de proporcionalidad: Es la relación entre los valores absolutos entre la resistencia y la extensibilidad.

$$I.P. = \frac{\text{Resistencia a la Extensión}}{\text{Extensibilidad}}$$

#### 2.2.7.2 EL AGUA

El agua usada para la elaboración de pastas alimenticias debe ser potable, es decir pura y libre de turbidez. Como la pasta es procesada a temperatura ambiente, el contenido bacteriano del producto final está directamente relacionado al contenido bacteriano del agua y de la harina.

Es un componente básico de la elaboración de pastas, ya que mantiene en 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 5 a 100 ppm, con un pH neutro o ligeramente ácido.

### 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

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

También es de conocimiento que las aguas subterráneas siempre llevan sales de calcio y de magnesio en cantidades variables. Dependiendo del contenido de las sales, éstas se clasifican en aguas duras y blandas. Las legumbres en las aguas duras demoran en cocinarse debido a las sales cálcicas y de magnesio presentes como los sulfatos, cloruros y bicarbonatos no disuelven el jabón. Cuando el agua deja de hervir y se forma carbonatos de Ca y magnesio se considera agua de dureza temporal a la constituida por bicarbonatos de los mismos elementos. Cuando se forma sulfatos y cloruros se llaman de dureza permanente. De allí que se llame agua dura trayendo consigo incrustaciones en las calderas y tuberías. Asimismo, los fideos llegarían a ser más frágiles, de

coloración oscura y una tenacidad palpable al masticarlos.

Ante deficiencias de calcio en el agua blanda, se deberá corregir añadiendo sulfato de calcio; de esta manera desarrolla el gluten, mejora la calidad de retención de gases en la masa y provoca mayor elasticidad de ésta al pasar por el rodillo. Para masas no fermentadas esta deficiencia puede solucionarse con la adición del fosfato monocálcico leudante.

El agua para la etapa del amasado debe tener una dureza inferior al 30% y contener una cantidad de 0.035 mg sales por litro, en razón de que las aguas duras producen desgastes de los moldes, además que las pastas obtenidas adquieren un sabor poco agradable.

La temperatura juega un rol esencial en la producción de masas uniformes y de buena calidad. El pH de las mismas varía considerablemente de región a región pudiendo ser otro factor que genere la fermentación en el cual el gluten elástico se forma mediante el mezclado de la harina, dando la estructura final del fideo. Las aguas excesivamente alcalinas incidirían en la fermentación elevando su pH por encima del óptimo (4-5) en el cual trabajan las levaduras y enzimas de las harinas.

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.

Es decir, el agua cumple funciones tales como :

- 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 porque actúan las enzimas.
- Hace posible la limpieza en el local y de los equipos.

#### 2.2.7.3 ADITIVOS

El cloruro de sodio es un ingrediente empleado en cantidades pequeñas, comunica sabor al producto y actúa como agente estabilizador del gluten mejorando la granulación y el color de la masa. Generalmente se recomienda no usar sal de bajo precio debido a que sus impurezas pueden provocar graves problemas.

El porcentaje correcto de la sal depende del tipo de harina y de la formulación empleada; recomendándose no usar por arriba de 2.8% debido a sus efectos perjudiciales en la masa.

La sal destinada a la Industria Fideera deberá tener las siguientes características:

- a) Debe ser completamente soluble en agua debiendo ser previamente molida para facilitar su disolución y estar libre de elementos contaminantes.

- b) La solución preparada ha de ser clara.
- c) Debe tener un 98% de pureza y estar libre de sabores extraños.
- d) 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 1g 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.

**Colorantes y Preservantes:** En la Industria de pastas 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.

En el caso de colorantes artificiales se permite el uso de aquéllos aprobados por la Food and Drug Administration (FDA), utilizándose en el Perú el amarillo ocaso o la tartrazina.

Antes de su empleo los colorantes deben ser disueltos en agua caliente a fin de preparar una solución concentrada que luego sera añadida a la masa.

Se puede usar las diferentes variantes del color amarillo con lo que se mejora la aceptación de los fideos, se aparenta la presencia de yema de huevo, aunque ello no signifique la sustitución parcial o total de la cantidad de huevos exigida y siempre que se

indique en el rótulo.

Además de los colorantes, es esencial emplear otros 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. El bicarbonato de sodio ( $\text{CO}_3\text{HNa}$ ) es obtenido por la acción del anhídrido carbónico procedente de la descomposición del carbonato de calcio por el ácido clorhídrico sobre los cristales de soda.

Su composición química es como sigue :

$\text{CO}_3\text{HNa}$	97.2 %
$\text{CO}_3\text{NA}_2$ (carbonato)	1.9 %
$\text{SO}_4\text{NA}_2$ (sulfato)	Indicios
$\text{ClNa}$ (cloruro)	0.35%
$\text{H}_2\text{O}$ (agua)	0.82%

El bicarbonato de sodio se adiciona a la masa durante el amasado de los residuos de pasta de elaboraciones anteriores con el objeto de impedir la acidificación. Se añade una cuchara sopera por cada 10 a 12 Kg de masa.

El metabisulfito de potasio ( $\text{SO}_3\text{KH}$ ) ejerce una acción reductora. Es decir absorbe una notable cantidad de oxígeno de los cuerpos de lo que contienen debido a que engendra y libera fácilmente el anhídrido sulfuroso semicombinado en presencia de temperaturas moderadas. Este anhídrido sulfuroso, que es gaseoso, absorbe oxígeno durante su transformación en anhídrido sulfúrico.

Debido al desarrollo del  $\text{SO}_2$  y a la formación del sulfito, el metabisulfito tiende a absorber oxígeno, ejerciendo una acción contraria a la de los fermentos que originan la acidificación y se anula el proceso. El anhídrido sulfuroso liberado deja al sulfito que se transforma en sulfato de potasio. Como se ha utilizado la sal en grandes cantidades, ya no ejerce acción desagradable para el organismo humano.

El metabisulfito de potasio en las pastas alimenticias evita el desarrollo de microorganismos. Se le utiliza en disolución con agua en una proporción de 1 a 1000 durante el mezclado.

Por otro lado, el acidófugo es un agente antimicrobiano en polvo constituido por una mezcla de bicarbonato de soda, alumbre pulverizado y amarillo naftol de color ligeramente rosado que se disuelve con agua tibia provocando cierta efervescencia y una fuerte reacción alacalina.

Los demás agentes antimicrobianos tienen un efecto similar sobre las pastas siendo utilizados normalmente en la proporción de 2.5 a 3 kg por cada 100 Kg de harina.

#### 2.2.7.4. 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.

Se conoce que las industrias de pastas alimenticias dependen de la industria molinera para la adquisición de las harinas y sémolas, por lo que no siempre éstas son de calidad uniforme. Algunas veces si es necesario realizar previa a la preparación de los fideos el tamizado de las harinas, en el caso que estas presenten partículas gruesas o tengan un tiempo prolongado de almacenamiento.

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.

#### 1) 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 de 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 tiene a ser mas 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; además que durante el homogenizado cada partícula de harina es humedecida.

Los brazos mezcladores transportan el material de nuevo gracias a su forma sigma, lo que permite darle un movimiento de atrás hacia adelante.

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

En el caso de aditivos no solubles, como el CMC y el polvo proteico de soya, se requiere de un mezclado de 10 a 15 minutos. Si el mezclado es por más tiempo los fideos necesitarán una cocción especial; por otro lado la interfricción de los componentes de la mezcla podría traer consigo una elevación de temperatura que tiene mala influencia en la proteína del trigo.

## 2) 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.

Es así que 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 estrias.

El amasado a mano no es recomendable ya que se requiere desarrollar un gran esfuerzo muscular uniforme y si la mezcla se efectuara con agua caliente o recién hervida, constituiría un inconveniente para el operario encargado. En cuanto a la mezcla mecánica a mano, se alcanzaría un producto mejor trabajado y más homogéneo. Sin embargo siempre existirían desigualdades que involuntariamente origina la mano del hombre ya sea por cansancio, negligencia o habilidad entre otros.

El uso de la mezcladora a fuerza motriz, constituye un gran adelanto en la fabricación fideera, por la rapidez con que se logra trabajar con agua caliente. Sin embargo si se trabajara con lentitud se presenta el riesgo de que se acidifique la masa. Por otro lado, las prensas modernas están equipadas de una cámara de vacío para remover los grumos de aire de la pasta antes de la

extrusión.

Las paletas de la mezcladora amasadora rotan en diferentes direcciones, opuestas tal es así que las pastas son simultáneamente lanzadas en diferentes direcciones para limitar el contenido de grumos que puedan presentarse. Si el aire no es removido, las pequeñas burbujas se forman y darán un producto final de apariencia blanquecina.

Estos grumos pueden también disminuir la fuerza mecánica del producto seco. Además la oxidación de los pigmentos puede ser provocado, causando un producto pálido, poco atractivo.

### 3) 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 lámina. 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 (Renon, 1959 y Nogara, 1960).

#### - 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  $120 \text{ Kg/cm}^2$  y la humedad con que sale el producto es de 30 a 33%.

La relación entre la forma del orificio y la sección transversal del producto es indefinida, dependiendo de las características del material estirado y de la operación de extrusión ya que las fuerzas que actúan sobre la masa de extrusión se deben a la fricción contra las cuatro áreas de la superficie de confinamiento:

- 1) Contra la superficie del cilindro.
- 2) Contra la pared frontal del tornillo.
- 3) Contra la raíz de la rosca
- 4) Contra la parte posterior de la rosca.

La fricción contra el cilindro es la única que tiende a que el material no gire con el tornillo, haciendo la función de una tuerca sobre un perno, mientras que los demás tienen un efecto contrario.

Por otro lado, las hélices que forman el tornillo de extrusión proyectan la masa hacia adelante y vencen la fuerza de fricción haciendo salir al material por la matriz y adquiriendo la forma del perfil que tiene la matriz. Dicho perfil es continuo, de ahí que la tolva de

alimentación tenga material suficiente para lo cual debe intervenir el equipo cortador para obtener el tamaño adecuado.

#### 4. Secado

Esta es la etapa más difícil y crítica para el control del proceso de pastas. Su objetivo principal es el de 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.

En esta etapa, 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.

Si se secan demasiado despacio, las pastas tienden a malograrse o a deshacerse durante el secado y las diferencias de tensiones entre el núcleo interior y las paredes exteriores son apenas sensibles y no producen agrietamientos.

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 ha dejado el secador.

Con respecto a este proceso, hay un cierto número de diseños de secadores que pueden ser usados. Sin embargo, los problemas en la selección de temperaturas convenientes y de humedad, son similares en todos sin hacer caso del diseño del secador.

El ciclo del secado debe ser destinado a encontrar los requerimientos de cada producto.

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, transformado a la gliadina en una materia pulverulenta azoada, permanenciando el contenido total del azo 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.

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 del 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.

La desecación para cada línea de pasta a considerar es la que sigue :

#### **1. Línea de pastas largas**

Una vez obtenidas del proceso de trefilado, las

pastas son extruidas y suspendidas ordenadamente sobre las cañas o varillas largas, las que están dispuestas en un extendor. este aparato transporta cada una de las cañas hacia el punto donde la cortina de hilos se pliega, siendo cortados oportunamente por una primera cuchilla rotatoria. La segunda cuchilla nivela a todos los hilos para lograr que todas las tiras estén a la misma altura. Una vez que las varillas son llenadas con las pastas extendidas encima de ellas, se da comienzo a la etapa de secado, efectuándose dos fases.

La Fábrica de Querétaro (1983) refiere que una primera fue rápida que reduce el contenido de humedad del 30% al 20% y otra fase menos rápida y posterior a la anterior que lo reduce del 20% al 12.5% .

La primera fase se lleva a cabo en un presecador que no es más que un aparato con una estructura en perfil de acero hueco aislado térmicamente por paneles de poliesterol dilatado y cubierto de aluminio o acero inoxidable.

Además, hay que considerar que el sistema de ventilación consigue una humedad superior al 20%, obteniéndose por este motivo una pasta flexible, haciendo circular el aire para que absorba el calor irradiado por las tuberías de agua caliente para llegar a 30°C-50°C y hacerlo recircular. Para acelerar el proceso de secado, se tiende a poner en práctica muchos métodos para obtener temperaturas más altas, pero en realidad son muy peligrosas, porque pueden provocar el cierre de los

poros superficiales produciéndose los conocidos agrietamientos en el producto final.

Según la Fábrica de Querétaro (1983) y Morales (1969) mencionan que sin embargo se puede compensar este inconveniente con el llamado Rototehem, que consiste en unas láminas de acero que irradian calor y por entre las cuales la pasta se recalienta lentamente hasta 70°C con clima de vapor saturado. De esta forma la pasta absorbe las calorías necesarias para su secado óptimo, para terminar en el túnel final con un tiempo de 7 a 18 horas y luego pasa por el secador para reducir su humedad hasta 12.5% .

Otro ejemplo sobre un ciclo de secado usado para spaguettis es el de Banasik O. (1981), que señala al secado como la etapa más difícil y crítica en el control del procesamiento de pastas alimenticias ya que su objetivo es el de reducir el contenido de humedad del producto de 31% a 12%, tal es así que éste debe ser duro, mantener su forma y conservarse sin deterioro alguno.

Este mismo autor sugiere, en un presecado, exponer el producto a aire a 65°C por 1 1/2 horas a 65% de HR y reducir su contenido de humedad de 31% a 25%. esto provoca que la pasta se mantenga aún flexible y no provoca stress causando fractura en el producto intermedio.

De ahí que el producto entre a un secado final, que es lo más usual en un secado continuo teniendo diversas

zonas o cámaras en las que la HR% puede ser variada con una temperatura constante de 54C. La primera etapa del secado toma al producto por 1 1/2 hora a 95% HR siendo e El producto equilibrado con el aire de alta HR.

En la segunda zona de secado, el producto es expuesto a HR de 83% por cuatro horas obteniéndose luego, con un 18% de humedad. La humedad restante es removida en la tercera zona en donde el producto es tomado por 8 horas a 70% HR. Por último, el producto es trasladado del secador a la zona anterior de dicha cabina de desecación y es enfriado a la temperatura ambiente.

## 2) Línea de pastas cortas.

Según la Fábrica de Querátero (1986) para este caso es necesario tratarlas con aire caliente por algunos minutos para endurecerlas inmediatamente. Para este tipo de pastas, la operación de presecado se lleva a cabo en pisos oscilantes de red metálica y se realiza en el trabatto, cuya función es endurecer la pasta por aproximadamente una hora y cuarto, reduciéndole la humedad de 33 a 21%.

Se circula aire por medio de un ventilador de tiro inducido. Este aire es calentado a través de unas tuberías que contiene agua caliente y se introduce por los extremos de las redes que contienen a las pastas.

El proceso de secado final tiene también una duración de 7 a 18 horas y consiste en hacer pasar las pastas por el secador hasta reducir su humedad a 12.5%. La temperatura

se va reduciendo a medida que avanza el proceso de 50 a 30°C.

### 3) Línea de pastas enmadejadas.

Para este tipo de pastas, se hace uso de la llamada enroscadora que le da la forma de madeja para, luego pasar a un presecador. Tanto en el proceso de secado como el funcionamiento del secador son los mismos que en los casos anteriores. Es decir, que abarca un periodo de 7 a 18 horas pasando la pasta a través del secador donde se reduce la humedad hasta 12.5% y el aire se calienta por medio de la radiación de los tubos y es introducido por los extremos de las redes que contienen las pastas (Fab. de Querétaro, 1986 y Pachuca, Hgo. Nacional S.A., 1985).

#### 2.2.7.5 SUSTITUCION DE LA HARINA DE TRIGO EN FIDEERIA

En el Perú se ha elaborado una serie de pastas alimenticias a partir de harina sucedáneas para introducir mejoras nutricionales en la dieta de la población.

Según Beltrán (1975) desde el punto de vista técnico, es factible sustituir parcialmente la harina y sémola de trigo en panadería y productos de pastas por otros productos farináceos adicionados, 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 ñelen con harina de soya integral a niveles de 20% de sustitución, presentando buenas características organolépticas siendo corroborado por Marín (1977) reportado por Cerrate (1989). Al respecto el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas mencionado por INDDA (1987) refiere que el grano de soya puede contribuir a la solución del problema de deficiencia proteica debido a su nivel de proteína.

A su vez, Marchetti (1957) y Scheuch (1972) mencionados por Segami (1980) también elaboraron fideos pero 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.

Buendía (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.

Asimismo, el 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 concordando con Salazar Buckle (1975).

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 corroborándolo OH et al. (1978) mencionado por Sumner (1985).

Sin embargo, Kordonow y Young (1985) emplearon la cáscara de trigo en la elaboración de fideos obteniéndose buena aceptación con 10 y 15% de sustitución. Además, informan que el salvado de trigo mejora las propiedades nutricionales tanto en fibra, grasa, proteínas como en minerales. Por otro lado ofrece beneficios en personas con problemas cardiovasculares, reduciendo los niveles de colesterol.

Mencionan a su vez, que estos productos fueron elaborados para personas que deseen incrementar el nivel de fibra en sus dietas.

### 2.3 ISOTERMAS DE ADSORCION

Cheftel (1976) afirma que es la curva que indica, en equilibrio y para una temperatura determinada, la cantidad de agua retenida por un alimento en función de la humedad relativa de la atmósfera que lo rodea, CHEFTEL (1976). (Figura 3).

Las isotermas se obtienen colocando un alimento seco o húmedo en una serie de recipientes cerrados, en los cuales se

mantienen mediante soluciones salinas saturadas, una gama de humedades relativas constantes y determinado, en el equilibrio los contenidos en agua por pesada o análisis de agua.

Fenema (1982) menciona que en la fig No. 4, la curva presenta tres zonas características: La primera agua eliminada es la de la zona III, representa la mayor parte del agua de los tejidos, vegetales y animales, separa con facilidad, está disponible para el crecimiento de los microorganismos y reacciones químicas. El contenido en agua de los alimentos es de aproximadamente 12 a 25%, y  $A_w$  igual a 0.80. El agua de tipo II, es más difícil de eliminar que la anterior. La eliminación total del agua del tipo II corresponde a la estabilidad óptima de los productos secos que poseen lípidos oxidables en cantidades importantes. El contenido de humedad de los alimentos es aproximadamente de 3-7%.

El agua del tipo I, está muy unida. Se consigue su eliminación parcial por deshidratación, pero no por congelación. El método para construir las isotermas de sorción fue estandarizado recientemente por Walter Activity group of the European Economic Community-Project Cost 90, reportado por López (1981). Saravacos (1986) indica que el método gravimétrico (estático), conjuntamente con soluciones saturadas ha sido adoptado; el tiempo recomendado para establecer el equilibrio entre la presión de vapor de agua del alimento y la presión de vapor del agua de la solución es de 15 días, lo que se manifiesta por una constancia en el peso.

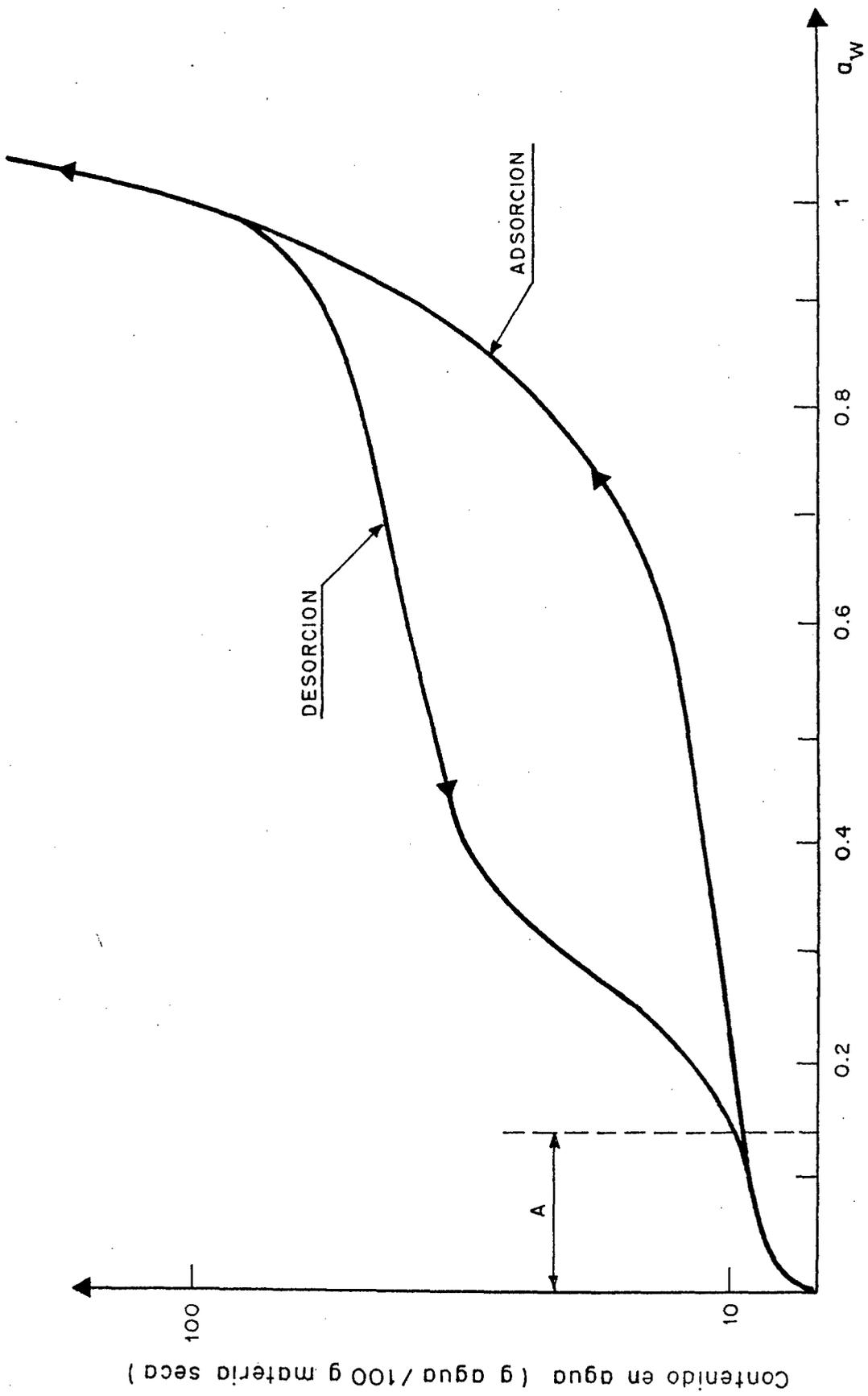


Fig. 3. ISOTERMAS DE ADSORCION Y DESORCION DE AGUA ( Cheftel, 1976 )

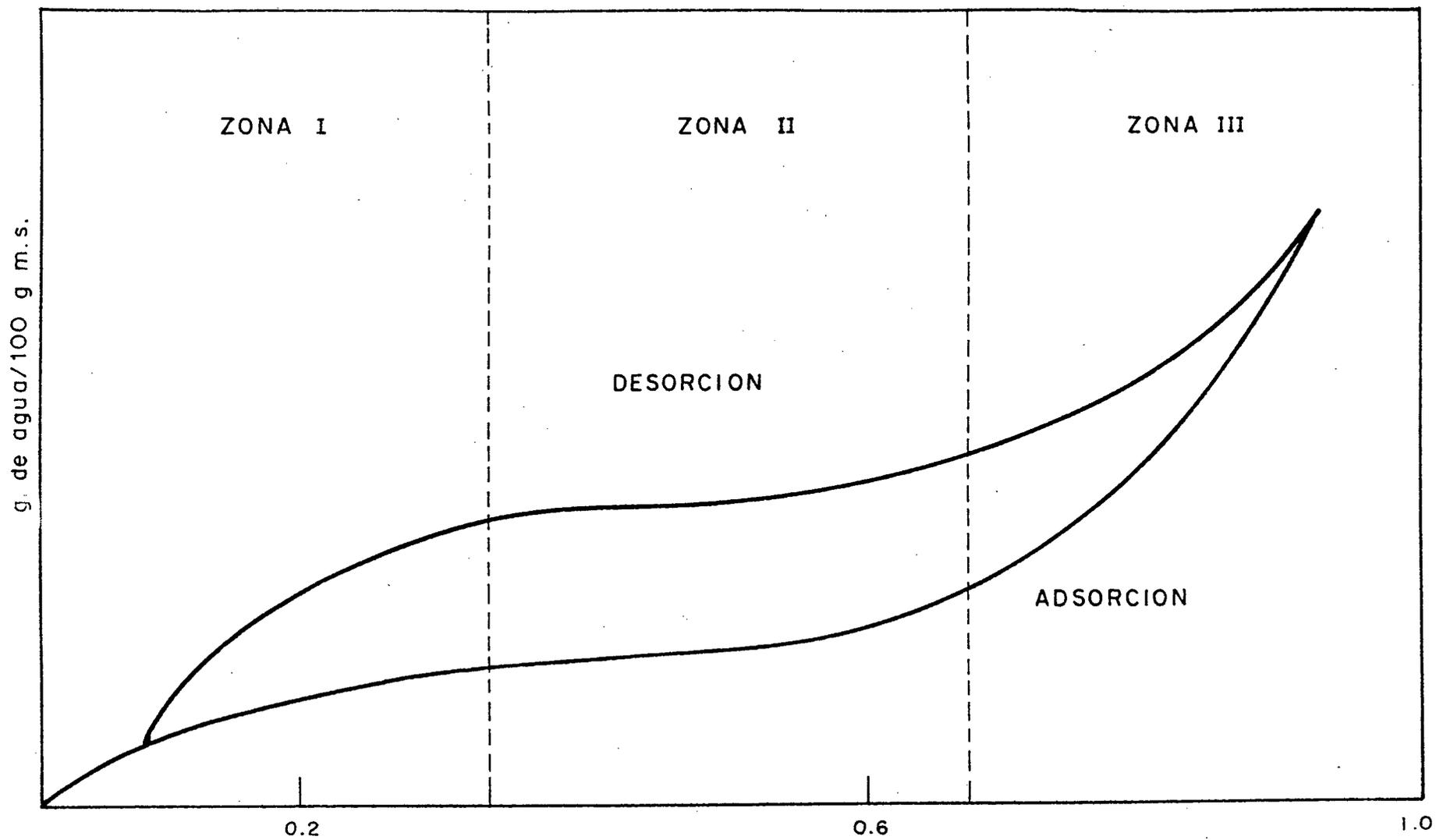


Fig. 4. ISOTERMA DE ADSORCION Y DESORCION DE AGUA ( *Fennema, 1982* )

**2.3.1 Ecuación de B.E.T .-** Estudios de los rangos de reacciones químicas en alimentos muestran que para alimentos secos hay un contenido de humedad por debajo del cual los valores de pérdida de calidad son insignificantes . Este contenido de humedad corresponde a la CAPA MONOMOLECULAR ( $X_m$ ), determinada a partir de la ecuación B.E.T (Brunauer, Emmett y Teller) y sólo concuerda con los resultados experimentales relativos en los alimentos con valores de  $A_w$  bajos, alrededor de 0.2 - 0.4.

La energía de adsorción del agua de la capa monomolecular es del orden de 1 a 15 kcal/mol. Esto explica la dificultad de su extracción . El agua de esta capa no está disponible para actuar como disolvente ó reactivo, además no se puede congelar.

Según F. Kneule (1966), es la ecuación de Goerling, reportado por Barriga (1986), la ecuación de B.E.T corresponde al siguiente modelo teórico :

$$\frac{A_w}{(1-A_w)X} = \frac{1}{X_m C} + \frac{(C-1) A_w}{X_m C}$$

donde:

- $X$  : Contenido en agua del producto (g  $H_2O$ /100g de materia seca)
- $X_m$  : Contenido en agua de la capa monomolecular (g de agua /100 de m.s).
- $A_w$  : Actividad del agua.
- $C$  : Constante .

Los valores de  $X_m$  y  $C$  se pueden calcular según  $X$  y  $A_w$  determinados experimentalmente ; para ello se lleva  $A_w/(1-A_w)X$  a ordenadas y  $A_w$  a abscisas ;se obtiene así una recta, que en la intersección con el eje de las ordenadas y la pendiente da, respectivamente , los valores de  $1/X_m$   $C$  y  $(C - 1)/X_m$   $C$ .

La figura No. 5 ilustra la ecuación de B.E.T.

**2.3.2 Importancia de las Isotermas de Adsorción.-** En la práctica, se considera a menudo que la estabilidad máxima se alcanza nivel de la capa monomolecular de agua. Las isotermas de adsorción son útiles por las siguientes razones:

- Permite preveer la  $A_w$  de mezclas de diversos ingredientes más ó menos húmedos.
- Permite calcular el número de sitios activos ó la superficie activa de un producto. Es de suma importancia en la adsorción de sustancias volátiles ó de un gas como para diversos compuestos aromáticos.
- Permite preveer el comportamiento de un alimento después de su tratamiento ó almacenamiento en unas condiciones distintas a las que se estudió experimentalmente.
- Las curvas de adsorción permite preveer la influencia de las variaciones de humedad relativa del ambiente, sobre el contenido en agua de un producto no protegido ;indicando así la higroscopicidad del producto.

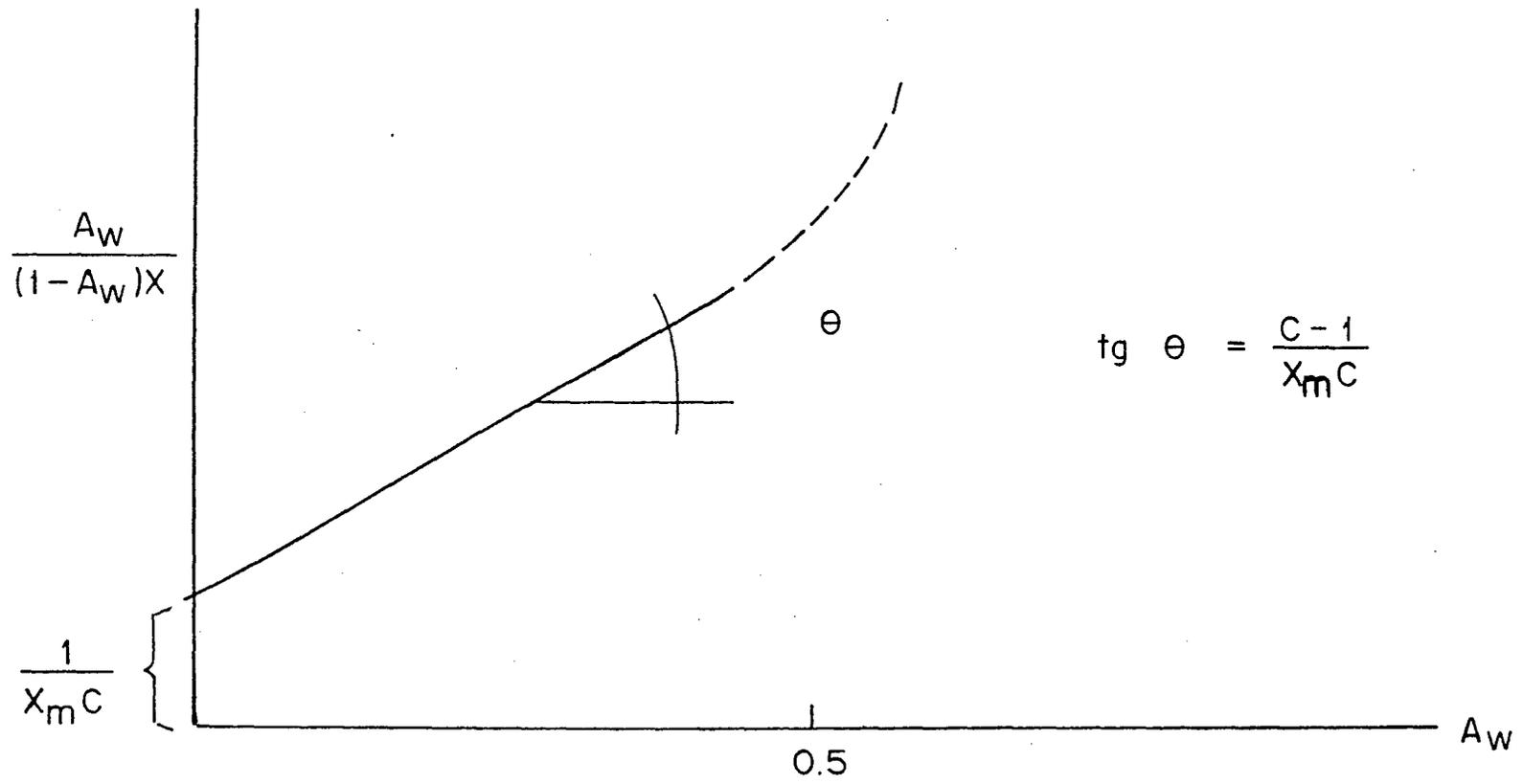


Fig. 5. REPRESENTACION DE LA ECUACION B.E.T. (Isotherma B.E.T.) - Barriga, 1986.

- Si la deshidratación de un producto se llevó más allá de su punto óptimo ( $X_m$ ), se puede preveer que la rehumidificación hasta un contenido en agua correspondiente a  $X_m$ , puede conducir debido a la histéresis, a una  $A_w$  peligrosamente elevada.

#### 2.4 VALOR BIOLÓGICO

El valor biológico es una medida más específica del valor nutritivo, puesto que determina el porcentaje de proteína absorbida que permanece en el organismo. Generalmente se estima en ratas jóvenes y de esta forma se determina la utilidad de la proteína tanto para el crecimiento como para el mantenimiento corporal. El valor biológico (BV) varía desde cero, para las proteínas que no pueden utilizarse para la síntesis tisular (porque carecen por completo de uno de los aminoácidos esenciales), a 100, para las que, como las proteínas del huevo, son totalmente utilizables.

El método fue ideado en 1909 por Thomas y normalizado por Mitchell en 1924, reportado por Bender (1973).

Consiste en determinar la proteína consumida y la fracción excretada por la orina y por las heces. Ello es complicado, por que deben darse ciertos márgenes para atender a la excreción por la orina y por las heces del nitrógeno endógeno, que, como sabemos, no procede de la ración. La excreción endógena se establece suministrando una dieta carente de proteína perfecta [generalmente 4.5% de proteína de huevo] a pequeña concentración, lo

que permite que sea completamente utilizada y que los productos de excreción no sobrepasen los niveles del nitrógeno endógeno. Con esta modificación se pretende mantener a los animales en mejor estado fisiológico que con una ración libre de proteína, así como evitar el problema de tener que aclarar si el nitrógeno endógeno es el mismo cuando se establece con una dieta libre de proteína que cuando el animal ingiere dicho componente.)

El procedimiento corriente consiste en estimar tres proteínas en la misma prueba, suministrando primero la dieta libre de proteína, a la que siguen tres períodos en los que se suministran las tres raciones problemas, para terminar con un período en los que se suministran las tres raciones problemas, para terminar con un período no proteico. Puesto que cada período tiene una duración de 10 días (3 días de normalización y 7 de recogida de orina y de heces), el experimento dura 7 semanas, si se utilizan 12 ratas ello implica hacer 60 estimaciones por duplicado a partir de la orina y otras 60 a partir de las heces.

Debe hacerse notar que el valor biológico es una medida específica definida :

$$B.V = \text{Valor Biológico} = \frac{\text{Nitrógeno Retenido}}{\text{Nitrógeno Absorbido}} \times 100$$

Si bien en ocasiones se utiliza este término erróneamente para indicar simplemente valor nutritivo. Puesto que el BV mide el porcentaje del nitrógeno

absorbido que se retiene, no tiene en cuenta la digestibilidad de la proteína. Si hay que incluir la digestibilidad, la estimación que para ello se realiza se denomina Proteína neta utilizada (NPU) y  $BV=NPU$  dividida por digestibilidad.

## 2.5 ANALISIS SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS

Reudnitz (1980) reportado por Cerrate (1989) afirma que 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, gusto, tacto y oído ..

De ahí que los exámenes sensoriales cobren cada vez mayor importancia en la industria alimentaria para garantizar la calidad de los productos tanto en el desarrollo y/o mejoramiento de los mismos, o mantenimiento del estándar establecido .

### 2.5.1 METODOS DE ANALISIS

Amerine (1969) clasifica a los métodos de análisis sensoriales la siguiente manera (Cuadro No.6 y 7 ).

#### 2.5.1.1 Método Analítico.

Aplicados a nivel de laboratorio para lo cual es necesario paneles entrenados. Permite evaluar diferencias o similitudes, calidad, así como cuantificar las características sensoriales de un producto, se dividen en:

### 1. METODOS DISCRIMINATIVOS

1.1. Métodos de diferencias.- Permiten medir diferencias

**CUADRO 6 CLASIFICACION GENERAL DE LOS METODOS DE ANALISIS SENSORIAL**

CLASIFICACION	METODO	TIPO Y Nº DE JUECES
<p><b>I. METODOS ANALITICOS</b></p> <p>1. Discriminativos</p> <p>a. De diferencias</p> <p>b. De determinación de sensibilidad.</p> <p>2. Descriptivos</p> <p>a. De escala (Valorización)</p> <p>b. De análisis descriptivos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimulo único</li> <li>- Comparación en pares</li> <li>- Triangular</li> <li>- Duo-trío</li> <li>- Ordenamiento</li> <li>- Estándares dobles</li> <li>- Estándares múltiples.</li>   <li>- Determinación de umbrales de sensibilidad.</li> <li>- Diluciones.</li>   <li>- Escala verbal</li> <li>- Escala numérica</li> <li>- Escala gráfica</li> <li>- Escala estándares</li> <li>- Escala de puntaje compuesto</li> <li>- Estimación por magnitud.</li>   <li>- Perfil de sabor</li> <li>- Perfil de lectura</li> <li>- ODA (Análisis descriptivo cuantitativo).</li> </ul>	<p>Jueces (penalistas) entrenados de agudeza sensorial normal, recalificación periódica. El tamaño del grupo de jueces (panel) depende de la variabilidad del producto y reproducibilidad de los juicios, el número más usado es de 10 y 5 como mínimo.</p>
<p><b>II. METODO DE EVALUACION DE CONSUMIDORES</b></p> <p>Aceptabilidad, Preferencia Opinión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preferencia pareada</li> <li>- Ordenamiento</li> <li>- Valoración</li> <li>  . Escala hedónica</li> <li>  . Fact.</li> </ul>	<p>Selección al azar, no entrenados representantes de la población objetivo. El número mínimo 24. Se considera adecuando un número de 50 a 100 personas.</p>

Ref. Amerine et. al (1965) ASTM Committee E-18 (1968,1978) IFT (1981); Larmond (1970); Prell (1976); Sidel (1976).

CUADRO 7 NUMERO DE MUESTRAS REQUERIDAS EN LAS DIFERENTES PRUEBAS DE EVALUACION SENSORIAL Y METODOS ESTADISTICOS A APLICAR EN LA EVALUACION DE RESULTADOS

Item	Métodos	Nº de Muestras	Evaluaciones
1	Comparación en pares	2	Distribución binominal
2	Duo-trío	3(dos idénticas una diferente)	Distribución binominal
3	Triángular	3 (dos idénticas una diferente)	Distribución binominal
4	Ordenamiento	2-7	Análisis de rango Análisis de variancia
5	Umbrales de sensibilidad	5-15	Análisis de secuencial
6	Diluciones	5-15	Análisis de secuencial
7	Por atributos (valoración) Categoría Magnitud.	1-18	Análisis de variancia
8	Perfil de sabor	1-15	Representación gráfica Componentes principales Análisis multivariado Análisis de variancia
9	Perfil de textura	1. 15	
10	QDA	1. 15	Análisis de rango Análisis de factorial Regresión Representación gráfica
11	Escala hedónica	1. 18	Análisis de varianza Análisis de rango
12	FACT	1. 18	Análisis de varianza Análisis de rango

existentes entre muestras utilizados donde se esperan pequeñas diferencias. Se usan en la selección, clasificación y entrenamiento de los miembros del panel.

- Método de estímulo único.- Utilizado con fines de investigación. El panelista recibe una muestra control y luego en forma sucesiva una serie de muestras preguntándosele en cada vez si ella corresponde o no al estandar.
- Método de comparación en pares.- Método sencillo, consiste en presentar uno o más pares de muestra en orden balanceado con el objeto de poder elegir una muestra en base a una características predeterminada.
- Método triangular.- Aplicable en la determinación de diferencias en productos alimenticios y bebidas.  
El panelista recibe 3 muestras codificadas de las cuales dos de ellas son idénticas y la tercera es distinta, el deberá determinar cual es la muestra diferente.  
El orden de presentación es balanceado, la significación estadística es determinada a través de tablas estadísticas.
- Método dúo-trío.- Utilizado a nivel de laboratorio y en control de calidad. Primeramente se presenta una muestra estándar y luego dos muestras desconocidas preguntándose cual de estas dos es igual al estándar.
- Método de ordenamiento.- Permite medir la variación existente entre muestras a base a una característica específica. Al panelista se le pide ordenar las muestras

presentadas de acuerdo a la intensidad de una característica predeterminada.

- Método de estándares dobles.- De uso poco frecuente, en este método se usan dos estándares  $S_1$  y  $S_2$ , seguidamente se presentan dos muestras no conocidas solicitando al panelista identificar cual de ellas es igual al estándar  $S_1$  y cual al estándar  $S_2$ .
- Método de estándares múltiples.- Es aplicado cuando es difícil definir la muestra estándar constituido por varias muestras de calidad similar. Consiste en presentar 2 o 3 estándares conjuntamente con la muestra investigada y se le solicita al panelista indique la muestra que más difiere de las demás.

**1.2. Métodos de Sensibilidad.-** Destinados a medir la habilidad de los individuos para oler, gustar o percibir características específicas de un alimento. Son utilizadas en investigaciones o aplicaciones especializadas en selección de paneles. Las muestras son presentadas en concentración creciente en un sustrato conveniente seleccionado.

- Método de determinación de umbrales de sensibilidad.-  
Son los siguientes:

- . Método de estímulo constante.- Utilizado en la determinación del umbral absoluto (o mínimo nivel detectable de concentración de una sustancia) y umbral de diferenciación (el mínimo cambio detectable de concentración). Cada muestra es pareada con el estándar las mismas que son presentadas al azar, el panelista

determina que par es el más fuerte. El punto en la serie de concentraciones donde el 75% de los juicios son correctos se designa como el umbral.

. El Método de los límites.- Permite determinar el umbral absoluto, sobre todo durante la selección de candidatos a conformar paneles. Al individuo se le informa lo que va a realizar. La presentación de muestras es en orden a su concentración y el sujeto evalúa la presencia o ausencia de la característica evaluada. La serie es repetida hasta que el juicio cambie de "no" a "si" y viceversa. El umbral es el promedio de los valores obtenidos en una serie ascendente y descendente. La concentración admitida como umbral es aquella que corresponde al 50% de las respuestas positivas.

. Método escalonado.- Utilizado en la investigación de umbrales para los sentidos del gusto y olfato. La secuencia de presentación de la serie de muestras se efectúa por cualquiera de sus extremos. En el caso de empezar por la concentración más baja, seguido se proporciona la muestra de concentración creciente preguntando en cada vez si percibe el estímulo investigado, hasta el punto en el cual el sujeto afirma que percibir el estímulo. Entonces se sigue el mismo procedimiento al inversa hasta el momento en el cual manifiesta no percibir el estímulo investigado, hasta el punto en el cual el sujeto afirma que percibe el estímulo. Entonces se sigue el mismo procedimiento a la

inversa hasta el momento en el cual manifiesta no percibir el estímulo, luego se procede nuevamente a proporcionar la muestra de mayor concentración, etc. El intervalo entre dos concentraciones que dan respuesta de "si" y "no" constituye el umbral individual.

- Método de diluciones.- Permite obtener una medida de las diferencias entre el producto analizado y un estándar.

Determinado el estándar se prepara una serie de diluciones, ascendentes en su concentración del producto bajo estudio en el estándar seleccionado de tal forma que la concentración más débil no sea diferenciada del estándar, luego el método de estímulo constante es utilizado para determinar la concentración más débil que es percibida como diferente. El umbral obtenido es la medida de intensidad del producto evaluado y por inferencia también constituye una medida del grado de diferencia entre el producto y el estándar.

## 2. METODOS DESCRIPTIVOS.

2.1. Método de escala.- Permiten evaluar las características de un producto con ayuda de una escala, usada para estimar en forma rápida y general la calidad de un producto.

- Método de escala verbal.- Constituida por una serie de enunciados escritos en orden apropiado con anotaciones complementarias de adverbios y adjetivos, siendo importante su jerarquización.
- Método de escala gráfica.- La escala está representada por un segmento lineal de tamaño específico con marcas en los extremos del segmento con los cuales se indica la

dirección de la escala. El panelista marcará el punto de la recta que mejor describe la calidad de la muestra de acuerdo con la característica evaluada.

- Método de escala de estándares.- Está constituida por cualquiera de los sistemas de escala, la cual ha sido estructurada a base de estándares físicos de referencia para cada uno de los diferentes grados de la escala.
- Método de escala de puntaje compuesto.- La evaluación es expresada numéricamente en compuestos parciales que van comprendidos en una escala total con un límite de 100 para la muestra perfecta. El puntaje, para cada características, está de acuerdo con su importancia en la muestra.
- Método de estimación por magnitud.- Usado a nivel laboratorio para investigar la relación entre la intensidad física del estímulo y la magnitud percibida. Al panelista se le familiariza con el rango de calidad del material que va a ser evaluado para que pueda concebir un sistema numérico que representa dicho rango (0-10, 0-100). El panelista asigna a la primera muestra un número escogido o nó por él y luego asigna números a las muestras restantes de tal forma que la relación entre los números reflejen la misma relación de magnitud percibida.

## 2.2 Métodos de Análisis Descriptivo

- Método de perfil de sabor.- Constituye un análisis descriptivo de sabor que expresa en términos de lenguaje común y las notas características de aroma y sabor. Su

orden de aparición e intensidades y por último las amplitudes del aroma y sabor total. Es necesario tomar en cuenta el entrenamiento del panel desarrollo de términos descriptivos y por último la interpretación de resultados. El líder del panel determina los objetivos del proyecto y presenta las muestras del producto en evaluación y mediante discusión se desarrolla un vocabulario de términos descriptivos. Los resultados son analizados e interpretados por el líder del panel. El perfil de sabor puede ser expresado en forma de un diagrama o tabular.

- Método de perfil de textura.- Se le aplica en la investigación y desarrollo de nuevos productos, mejoramiento de productos, en el control de calidad y en estudios de conservabilidad. Se basa en los mismos principios del método de perfil de sabor. Provee un conocimiento sistemático para medir los componentes de textura de un alimento en términos de sus características mecánicas, geométricas y de aquellas relacionadas con el contenido de humedad y grasa; el grado en el cual cada una de ellas se encuentra presente desde el primer mordizco a través de la masticación y las fases posteriores. El líder del panel modera las evaluaciones y finalmente anota las decisiones del panel. Los resultados se pueden llevar a representaciones gráficas.

- Método QDA (Análisis Descriptivo Cuantitativo).- Se le aplica en el desarrollo de nuevos productos, en el mejoramiento de un producto y como medida del control de

calidad. Consiste en la caracterización, en términos cualitativos, de los atributos sensoriales percibidos en un producto dado. Este método utiliza una escala gráfica para medir las intensidades percibidas de los atributos individuales. Un panel entrenado identifica y cuantifica en orden de ocurrencia las propiedades sensoriales de un producto o de un ingrediente, lo que permite desarrollar modelos multidimensionales del producto en forma cuantitativa.

#### 2.5.1.2. METODOS DE EVALUACION DE CONSUMIDORES

Son usados para medir la aceptación de consumo de un producto. Estos métodos deben de alcanzar a una gran muestra de la población, la que debe de representar al grupo objetivo. Aquí debe tenerse en cuenta el uso anterior del producto (o similar), número de familia o edad de sus integrantes, ocupación del jefe de familia, aspectos socioeconómicos culturales y aspectos geográficos. El objetivo de estos métodos es el de determinar el grado de aceptación o preferencia, el grado de deseabilidad de los productos evaluados, así como determinar de que características o de que otros elementos ellos dependen. Existen los siguientes métodos.

- Método de preferencia pareada.- Consiste en la presentación de dos o más muestras en forma simultánea o secuencial. El degustador es preguntado sobre que muestra prefiere y sobre el grado de su preferencia.
- Método de ordenamiento.- Al degustador se le presenta

tres o más muestras codificadas y se le pide que ordene las mismas de acuerdo con su primera impresión.

- Métodos de valoración.- Son aplicados los siguientes:
  - . Método de escala hedónica.- Mide el nivel de aceptación de los alimentos, las muestras son presentadas en orden secuencial y el degustador decide sobre cuanto le gusta o no cada una de las muestras en base a una escala de nueve categorías o en base a escalas de menos categorías.
  - . Método Fact (Método de Escala de Acción de Alimentos).- Permite obtener una medida global sobre la aceptación de los productos alimenticios. Al degustador se le presenta una a dos muestras en forma sucesiva y en orden balanceado y una escala descriptiva de nueve enunciados eligiendo el enunciado que mejor describe su aptitud hacia el producto.

## 2.5.2 ANALISIS DE DATOS USANDO PRUEBAS NO PARAMETRICAS

### Pruebas Estadísticas Paramétricas y no Paramétricas

- Una prueba estadística paramétrica es aquella cuyo modelo especifica ciertas condiciones acerca de los parámetros de la población de la que se obtuvo la muestra investigada.

Un ejemplo de una prueba estadística paramétrica es la prueba t, al hacer uso de ésta, el investigador tendrá que suponer que:

- 1.- La muestra está compuesta por observaciones que son independientes.
- 2.- Las observaciones se extrajeron de una población que se distribuye normalmente.
- 3.- Las poblaciones tienen la misma variancia y que ésta se

conoce.

4.- Las variables han sido medidos en por lo menos una escala por intervalos, de manera que sea posible usar operaciones de aritmética.

#### 2.5.2.1 DEFINICION DE PRUEBA NO PARAMETRICA

Conover (1980) una prueba no paramétrica es aquella cuyo modelo no especifica las condiciones que deben cumplir los parámetros de la población de la que se sacó la muestra; tampoco requieren de un nivel de medición tan alto como el que es necesario para la pruebas paramétricas y en la mayoría de los casos sólo requieren datos originales (rangos) o nominales.

#### Ventajas de las pruebas no paramétricas frente a las pruebas paramétricas :

1. Generalmente son más fáciles de utilizar, es posible utilizarlas en el caso de tamaños pequeños de muestras.
2. Generalmente intervienen datos cualitativos, mientras que para las pruebas paramétricas es requisito la medición de datos.
3. No establecen ningún supuesto con respecto a la distribución que sirve de base a la población que se está muestreando.

#### Desventajas de las Pruebas No Paramétricas frente a las pruebas paramétricas :

1. Debido a la carencia casi total de restricciones, se obtiene un aprueba más debil (una prueba más general pero menos satisfactoria). Si comparamos con las paramétricas vemos que estas son mejores que las no paramétricas siempre que se cumplan los supuestos.

2. Existe una mayor probabilidad de aceptar la Hipotesis Nula  $(H_0)$  cuando es falsa, es decir aumenta el error tipo II.

3. Generalmente se desperdicia o se pierde información.

Se estudiarán pruebas no paramétricas para comparar K muestras independientes o relacionadas (las cuales son pruebas alternativas a las pruebas F de los Análisis de Variaciones de los Diseños : Completo Aleatorio, Bloque Completo Aleatorio y Bloque Incompleto Balanceado); así como se estudiará una medida de correlación entre variables jerarquizadas (datos ordinales o rangos).

Las Pruebas no Paramétricas comprenden:

1.- Caso de dos muestras relacionadas:

- La prueba de los signos
- La prueba de rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon.

2.- Caso de dos muestras independientes

- La prueba de la mediana.
- La prueba U de Mann-Whitney

3.- Caso de K muestras independientes.

- Análisis de Variación de una clasificación por rangos de Kruskal-Wallis.

4.- Caso de K muestras relacionadas.

- Análisis de variación de dos clasificaciones por rangos de Freedman.

5.- El coeficiente de correlación de rango de Spearman:  $r_s$ .

### 3. MATERIALES Y METODO

El trabajo de investigación fué realizado en la Planta Piloto de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria de la Molina Departamento de Tecnología de Alimentos y Productos Agropecuarios (TAPA), en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Pesquería y Ciencias Alimentarias de la Universidad Nacional Federico Villareal, en el Laboratorio de Elaboración de Fideos y Galletas del Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial (INDDA) y en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Universidad Nacional Agraria de la Selva-Tingo María. Este trabajo se inició en el mes de Setiembre de 1993 y se concluyó en Octubre de 1994..

#### 3.1. MATERIALES

##### 1) De la pituca :

Los cormos de pituca (*Colocasia esculenta*) en dos variedades: rosada y japonesa ó morada, llamada también "japucha" en ésta zona oriental , fueron obtenidas directamente del mercado de abastos de la ciudad de Tingo María (1993).

##### 2) De las harinas precocidas

La obtención de las harinas precocidas de las dos variedades de pituca fue realizada en los laboratorios de Tecnología de Alimentos y Productos Agropecuarios (TAPA) de la Universidad Agraria - La Molina.

### 3) De la harina de trigo

Se utilizó harina fideera conocida comercialmente en el mercado de Lima como harina ESPECIAL para elaborar fideos y fue adquirida en el Molino "EL TRIUNFO", ubicada en la provincia del Callao.

### 3.2. INSUMOS

Agua potable, sal de mesa, palillo en polvo y huevos.

### 3.3. MAQUINARIA Y EQUIPOS

- Balanza de precisión; BOSCH-P115, capacidad 1 kg, 220 V, 50 Hz.
- Balanza analítica METTLER, capacidad 160g y exactitud de 0,001g.
- Balanza comercial ATLAS 12,5 kg. capacidad.
- Tamizador vibratorio automático BHULER, cap 300g, 5vol.
- Molino THOMAS WILE, Modelo 4, 220v.
- Molino Micropulverizador, malla N° 13.
- Amasadora-mezcladora, HOBART, 3 velocidades, capacidad 3 kg.
- Laminador de fideos GIACONO TORESANI, Milano, Italia.
- Cabina de secado, GIACONO TORESANI, Italia.
- Farinógrafo y extensógrafo BRABENDER.
- Selladora de bolsas TIMONIER, modelo UV-32,250 unid/h.

- Equipo SOXHLET
- Equipo Semi-microkjedahl
- Estufa MAMMERT UNIVERSAL, Modelo TV-40-Alemana
- Potenciómetro PHMETER-28
- Cocina a gas
- Cuchillos de acero inoxidable
- Mesas de aluminio

### 3.4. METODOS

El experimento comprendió cinco fases : La primera fase se realizó la caracterización de la pituca como materia prima, en la segunda fase se preparó y caracterizó las harinas precocidas de las dos variedades de pituca, así también se realizó en esta fase la caracterización de la harina de trigo, en la tercera fase se realizó la elaboración de los fideos con sustitución de las harinas precocidas, la cuarta fase consistió en la evaluación sensorial y tratamiento estadístico para determinar el fideo con sustitución óptima de mayor preferencia y por último en la quinta fase se caracterizó a la harina mixta con la que se elaboró el fideo de mayor preferencia entre los panelistas, así también la caracterización físico-química, nutricional y la evaluación sensorial del fideo de mayor preferencia comparándolo con un fideo comercial de marca conocida.

#### 3.4.1 PRIMERA FASE EXPERIMENTAL

En ésta fase se realizó la caracterización de la materia prima, es decir de la

pituca en sus dos variedades: rosada y japonesa.

#### 3.4.1.1 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL

Fueron realizados los siguientes análisis:

- Determinación de humedad, basado en la pérdida de peso por calentamiento de la muestra hasta peso constante (A.O.A.C., 1984).
- Determinación de grasa, por el método Soxhlet, utilizando hexano como solvente (A.O.A.C., 1984).
- Determinación de proteína total, según el método semimicro Kjeldahl, a fin de conocer la cantidad total de nitrógeno de la muestra (6,25 para la pituca y 5,7 para el trigo y productos finales) dió el porcentaje de la proteína (A.O.A.C., 1984).
- Determinación de fibra por hidrólisis ácida y alcalina en caliente de los hidratos solubles (A.O.A.C., 1984).
- Determinación de ceniza, por incineración del material orgánico a 600°C en mufla (A.O.A.C., 1984)
- Determinación de carbohidratos, se obtuvo por diferencia después de haber completado los análisis de humedad, proteína, grasa, fibra y ceniza.

#### 3.4.2. SEGUNDA FASE EXPERIMENTAL

Consistió en la preparación y caracterización de las harinas precocidas de pituca y caracterización de la harina de trigo.

### 3.4.2.1. DE LAS HARINAS PRECOCIDAS DE PITUCA

#### 1. Preparación de las harinas precocidas

La preparación de las harinas precocidas de las dos variedades de pituca: rosado y japonesa se realizó según el flujo de operaciones mostrado en la Figura 6 (Lopez, 1987).

A continuación se describen las principales actividades realizadas:

1. Selección : Esta operación se realizó en forma manual y visual
2. Lavado : Se utilizó abundante agua potable, fue necesario el uso de guantes de jebe debido al escozor que produce el oxalato de calcio presente en la pituca, cuando ésta es raspada con el cuchillo para desprenderla de la cáscara e impurezas.
3. Pesado : Para realizar esta operación se utilizó una balanza comercial.
4. Trozado : Esta operación fue realizada utilizando cuchillos de acero inoxidable.
5. Cocido : Se utilizó una cocina a gas, el tiempo de cocción fue de 45 minutos y a temperatura de ebullición.
6. Dreo : Se realizó a temperatura ambiente con el fin de que enfríe la pituca sancochada, para facilitar

la siguiente operación.

7. Pelado : Se realizó en forma manual.
8. Desmenuzado : Se realizó en una maquina moledora de carne.
9. Secado : Esta operación se realizó con el fin de deshidratar la masa cocida de pituca, esta operación se llevó a cabo en un secador de cabina con flujo de aire caliente a una temperatura de 40 °C por un tiempo de 6 horas y una velocidad de aire de 2 m/seg, se utilizó también bandejas que contienen un kilo de masa de pituca cocida.
10. Molienda : La masa de pituca deshidratada fue triturada en un molino mikropulverizador con malla No. 13, este molino pertenece al Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Zootecnia de la UNALM.
11. Tamizado : Se realizó en un equipo de tamices números 500, 325 y 250. Luego del tamizado se obtuvo dos productos: una harina que se podía espolvorear y otra de aspecto granular parecido a la sémola.
12. Empacado : El empacado de las dos muestras obtenidas en cada proceso se embolsaron y sellaron en bolsas de polietileno.
13. Harina precocida : Finalmente se obtuvo los dos tipos de harinas precocidas: harina precocida de pituca rosada, que presenta un color crema ligeramente cenizo y Harina precocida de pituca japones que presenta un color rosado bastante atractivo.

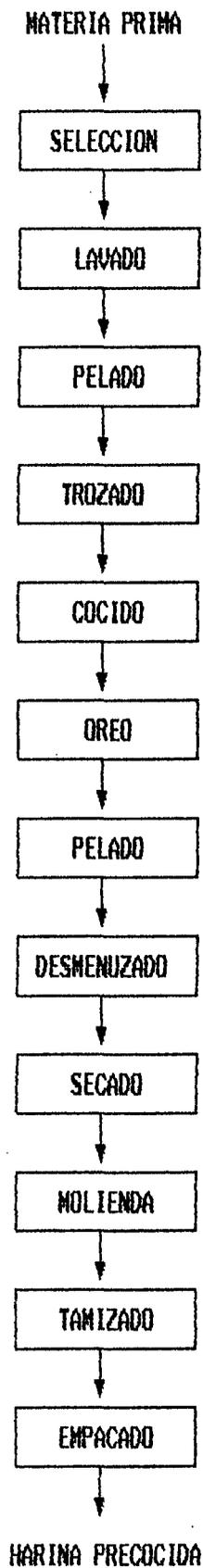


FIGURA 6 : FLUJO DE OPERACIONES PARA LA OBTENCION DE HARINAS PRECOCIDAS

## 2. Rendimiento de las harinas precocidas obtenidas:

Se realizó el balance de materia a nivel de laboratorio.

## 3. Análisis químico-proximal de las harinas precocidas

Los análisis realizados fueron similares a los realizados en la pituca fresca (ver punto 3.4.1.1.) aplicando los métodos recomendados por la A.O.A.C. (1984).

## 4. Otros análisis físico-químicos efectuados en las harinas precocidas de pituca

### Determinación del contenido de oxalato de calcio:

Se empleó el método indicado por Weberhell y Smith (1957) y reportado por Loayza (1981). Este método consistió en:

- Pesar una cantidad de muestra tal que después de ser llevada a la estufa a 105°C por 12 horas, se obtenga 10 a 15g de materia seca.
- Pesar una capsula 10 a 15g de materia seca y llevarla a una mufla. Subir la temperatura tan lentamente que demore de 8 a 10 horas, en conseguir llegar a 350°C.
- Ayudado con un alambre de platino, observar si hay presencia de materia orgánica (carbón) de ser así, subir la temperatura lentamente a 370°C.

- Agregar 10 a 15ml de  $H_2SO_4$  al tercio de la cápsula y el filtro, ayudándose de una bagueta "policia".
- Agregar 20 ml mas de  $H_2SO_4$  al tercio y 50 ml de agua destilada caliente.
- Titular en caliente con permanganato de potasio 0,001 N hasta que aparezca una coloración rosada, debiendo persistir por 30 segundos.
- Resultados: 1 ml de permanganato de potasio 0,001 N equivalente a  $64 \times 10^{-6}$  gramos de oxalato de calcio. El resultado es dado en porcentaje referido a 100g de materia seca.

#### 5. pH y Acidez total

Según el método descrito en las Normas Técnicas del ITINTEC (1974).

#### 6. Determinación de la actividad acuosa ( $A_w$ )

- El producto a estudiar ( $\pm 0,5g$ ) se coloca en la cámara confinada de la placa Conway con  $A_w \pm 0,9$ .
- Y una segunda muestra ( $\pm 0,5g$ ) en otra placa con  $A_w \pm 0,3$ .
- Dejar 2 horas a temperatura programada
- Pesar y aplicar la siguiente ecuación de regresión lineal:  $Peso = A + B (A_w)$

#### 7. Análisis físicos

**Análisis de granulometría:** Se utilizó el método BHULER.

### **Análisis reológicos**

- Determinación de la absorción de agua y propiedades reológicas usando un farinograma.

NORMA INTERNACIONAL: 150-5530.1

#### **3.4.2.2 DE LA HARINA DE TRIGO**

Los resultados de estos análisis fueron proporcionados por el molino donde fue adquirida la harina.

#### **1) Análisis químico-proximal**

Comprendió:

Humedad, proteína, grasa total, fibra y carbohidratos totales (A.O.A.C., 1984).

#### **2) Otros análisis físico-químicos efectuados en la harina de trigo**

pH y acidez, gluten húmedo, gluten seco, sedimentación e índice de gluten.

#### **3) Análisis Físicos**

- Análisis de granulometría: Se utilizó el método BUHLER.
- Análisis reológicos:
  - Determinación de absorción de agua y propiedades reológicas usando un farinograma Norma Internacional: ISO-5530.1
  - Determinación de propiedades reológicas usando un extensógrama NORMA INTERNACIONAL: ISO-5530.2.

### 3.4.3. TERCERA FASE EXPERIMENTAL

En esta fase se realizó la elaboración de los fideos con sustitución parcial de las harinas precocidas de pituca rosada y japonesa respectivamente.

#### 3.4.3.1 ELABORACION DE FIDEOS CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA (H.P.P.R)

La harina de trigo fue sustituida parcialmente por la harina precocida de pituca rosada en 30%, 25%, 20%, 15% y 10% respectivamente. El flujo de operaciones seguido para obtener fideos, fue el que se realiza en el laboratorio de Fideos y galletas del Instituto de Desarrollo Agroindustrial INDDA (Figura 7).

A continuación se detallan las principales actividades:

1. **Pesado.**- Esta operación se realizó en una balanza de precisión de 1kg de capacidad. Las harinas precocidas fueron pesadas en 30%, 25%, 20%, 15% y 10%.
2. **Mezclado-amasado.**- Se utilizó una amasadora-mezcladora de 3 kilos de capacidad. La harina mixta conformada por la harina precocida de pituca y harina de trigo fueron mezcladas con el agua y huevos por un tiempo de 10 minutos a temperatura ambiente.
3. **Laminado.**- el laminado se realizó en el laminador de fideos que tiene un par de rodillos que giran en

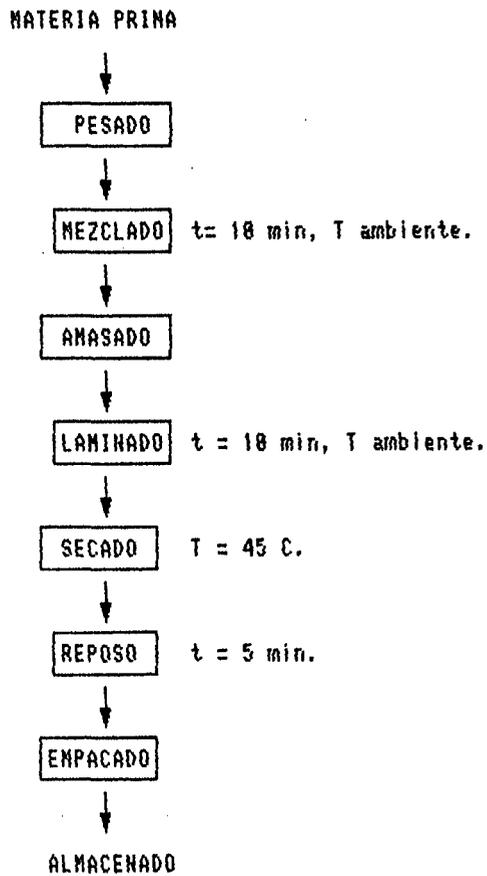


FIGURA 7. DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA OBTENCION DE FIDEOS CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA.

sentido contrario. Las masas fueron pasadas por estos rodillos hasta que tuvieran la textura adecuada, el tiempo fue de 3 a 4 minutos.

La máquina laminadora de fideos tiene como accesorio el cortador de laminas de masa, ésta, fue cortada en este accesorio dando fideos con la longitud de 50 cm y 0.25 de diámetro.

4. **Secado.**— Esta operación se realizó en un secador de cabina con flujo de aire caliente a una temperatura de 42 °C. y 30% de H.R. Los fideos cortados se colocaron sobre varillas de acero inoxidable y puestos en el secador que fue cerrado herméticamente.
  5. **Reposo.**— Terminada la operación de secado, se deja en reposo los fideos por un tiempo de 10 minutos, en el cual se enfrían.
  6. **Empacado.**— Los fideos obtenidos fueron embolsados y sellados en bolsas de polietileno, de un kilo de capacidad.
  7. **Almacenado.**— Las bolsas conteniendo los fideos fueron almacenados en un ambiente con buena ventilación, para luego ser analizados. El almacenamiento se realizó en Lima.
- **Rendimiento**

#### 3.4.3.2. ELABORACION DE FIDEOS CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA JAPONESA (H.P.P.J)

La harina de trigo tipo especial fue sustituido por la harina precocida de pituca japonesa en 30%, 25%, 20%, 15% y 10% respectivamente.

El proceso para elaborar los fideos fue similar al seguido para obtener fideos con sustitución de harina precocida de pituca rosada (ver punto 3.4.3.1).

#### 3.4.3.3. RENDIMIENTO DE LOS FIDEOS CON SUSTITUCION

En esta etapa se evaluó el rendimiento de los fideos con sustitución parcial por harina precocida de pituca rosada.

#### 3.4.4. CUARTA FASE EXPERIMENTAL

En esta fase se realizó la evaluación sensorial y tratamiento estadístico de los datos obtenidos para determinar las muestras de fideos de mayor preferencia entre los panelistas. Esta evaluación se realizó en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Agraria de la Selva. Para realizar esta evaluación se utilizo el Diseño de Bloques Completamente al Azar y una prueba sensorial de Escala Hedónica, cuyos modelos de fichas se muestran en los Anéxos 1 y 2.

Esta cuarta fase experimental también se realizó en dos evaluaciones sensoriales :

#### 3.4.4.1. PRIMERA EVALUACION SENSORIAL

En esta evaluación sensorial se determinó sensorialmente y estadísticamente la muestra de fideos de mayor preferencia con sustitución de harina precocida de pituca rosada y la muestra de fideos de mayor preferencia con harina precocida de pituca japonesa.

1. De los fideos con sustitución de harina precocida de pituca rosada (30%, 25%, 20%, 15% y 10%).

Las cinco muestras fueron presentadas a los panelistas (15) en forma crudas y cocinados. El tiempo de presentación fue de 12 m a 1 pm.

##### - Tratamiento estadístico

Se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman para N25, Connover (1980). Se analizó los puntajes de rangos de los atributos y utilizando la Tabla del Chi-Cuadrado, se determinó estadísticamente la muestra de fideos de mayor preferencia.

2. De los fideos con sustitución de harina precocida de pituca Japonesa (30%, 25%, 20%, 15% y 10%).

La evaluación sensorial y el tratamiento estadístico fue similar al aplicado para los

fideos con sustitución parcial de harina precocida de pituca rosada.

#### 3.4.4.2. SEGUNDA EVALUACION SENSORIAL

Obtenida las dos muestras de fideos con sustitución de mayor preferencia estas fueron presentadas nuevamente a los panelistas para su degustación. El objetivo fue determinar sensorialmente y estadísticamente la muestra de fideos con sustitución de mayor preferencia.

La presentación de los fideos con sustitución fue en crudo y cocinados. El diseño estadístico que se utilizó fue la Prueba no Paramétrica de los Signos para dos muestras y se aplicó estadísticamente la Distribución Binomial Conover (1980).

#### 3.4.5. QUINTA FASE EXPERIMENTAL

Durante esta fase se realizó la caracterización de la harina mixta con cual se elaboró los fideos de mayor preferencia entre los panelistas, determinada en la segunda evaluación sensorial, asimismo en esta fase se caracterizó a los fideos con sustitución de mayor preferencia y se evaluó sensorialmente comparándolo con una muestra de fideos de marca conocida y de mayor consumo en la zona.

### 3.4.5.1 CARACTERIZACION DE LA HARINA MIXTA CON LA QUE SE ELABORO EL FIDEOS CON SUSTITUCION DE MAYOR PREFERENCIA

La harina mixta compuesta de harina de trigo y el porcentaje de harina precocida de pituca con la cual se elaboró los fideos de mayor preferencia, determinada en la cuarta fase, fue sometida a los análisis correspondientes.

#### 1. Análisis químico-proximal

Se realizarón los siguientes análisis :

- Humedad, proteína total, grasa, fibra total, ceniza total y carbohidratos. La metodología seguida fue el que se menciona en el punto 3.4.1.1.

- 2.- pH y acidez titulable: según el método descrito en las Normas Técnicas del ITINTEC (1975).

### 3.4.5.2. CARACTERIZACION DEL LA MUESTRA DE FIDEOS CON SUSTITUCION DE MAYOR PREFERENCIA Y DEL FIDEOS COMERCIAL

Ambas muestras de fideos fueron sometidas a diversos análisis como a continuación se menciona:

#### . Análisis químico-proximal

En ambos tipos de fideos se realizaron loa

análisis según la metodología mencionada en el punto 3.4.1.1.

. **Otros análisis efectuados**

pH y acidez total titulable. Según el método descrito en las Normas Técnicas del ITINTEC (1975).

Actividad de agua ( $A_w$ ). Similar a la metodología descrita en el punto 3.4.2.1.punto 6.

. **Determinación de la Isotherma de adsorción del fideos con sustitución de mayor preferencia.**

Desarrollado en COST-90, Proyecto de la Comunidad Europea (1980), Lopez (1988).

. Se emplea 10 soluciones de sales saturadas, colocadas en 10 desecadores (Placas Conway)(1980).

. Las temperaturas pueden variar de  $20^{\circ}$ - $25^{\circ}$ - $30^{\circ}$ - $35^{\circ}$ C, debiendo conocerse el  $A_w$  de las soluciones a esas temperaturas.

. Las muestras deben ser deshidratadas hasta peso constante.

. Las muestras se colocan en los respectivos desecadores ó placas Conway.

. El equilibrio se logra a los 15 días evidenciando por el peso constante, tiempo de equilibrio recomendado por el Proyecto COST-90.

. Para  $A_w$  0.70, se coloca cristales de timol en

las cámaras para prevenir el deterioro.

- **Prueba de cocción en fideos**

Adicionar 20g de fideos a 200 ml de agua potable hirviente que lleva disuelto 1g de cloruro de sodio y se mantiene la ebullición durante 20 minutos. El fideo debe conservar su forma sin adherir y el agua de cocción debe quedar un poco lechosa y con escaso residuo de evaporación. Separando el fideo por filtración al vacío y midiendo el volumen de filtrado, se puede apreciar su poder de absorción de agua (Hermann Schmidt-Hebbel, 1981) reportado por Cerrate (1989).

- **Prueba de resistencia de los fideos al desmenuzamiento**

Pasar a una probeta graduada, el agua escurrida después de la prueba anterior, dejar reposar durante 24 horas.

La cantidad de sedimento indica la proporción de pasta que se ha desintegrado durante la cocción.

- **Control microbiológico**

Los análisis de numeración microbiana se ejecutaron en el fideo de mayor preferencia y en fideos comercial tomado como testigo. Las pruebas se hicieron para aquellos microorganismos más comunes en éste tipo de productos. Se determinó el número de germenés viables, coliformes, eschirichia coli, salmonella, satphylococcus, mohos y levaduras.

#### - Evaluación nutricional

Se realizó en el fideo con sustitución de mayor preferencia obtenida en la segunda evaluación sensorial y el fideos comercial. Se determinó el valor nutricional de ambas muestras, determinando el Valor Biológico, para lo cual se utilizó los ratones del Laboratorio de Bioterio de la Universidad Nacional Agraria de la Molina.

#### 3.4.5.3. EVALUACION SENSORIAL

Es la tercera evaluación sensorial de este trabajo de investigación, en el cual el fideos con sustitución de mayor preferencia obtenida en la segunda evaluación sensorial, es evaluada sensorialmente y estadísticamente junto a una muestra de fideos comercial de marca conocida. Al igual que en las anteriores pruebas sensoriales se utilizó el Diseño en Bloque Completamente al azar y la escala Hedonica. La presentación de las muestras a los panelistas fue en crudo y cocinado.

#### Tratamiento estadístico

Se utilizó la prueba no Paramétrica de Prueba de los signos para dos muestras, y estadísticamente se aplicó la Distribución Binomial Conover (1980).

#### 3.4.5.4. EVALUACION DEL ALMACENAMIENTO DE LOS FIDEOS CON SUSTITUCION DE MAYOR PREFERENCIA

La muestra de fideos con sustitución de mayor preferencia fue almacenada por un período de un mes, al término del cual fué sometida a un análisis físico-químico y una evaluación sensorial utilizando la escala hedónica, y representada graficamente en un plano tridimensional. Ver figuras 11 y 12.

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSION**

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se muestran a continuación :

##### **4.1. COMPOSICION QUIMICA DE LA MATERIA PRIMA**

La composición Química de las dos variedades de pituca: rosada y japonesa se muestra en los Cuadros 8 y 9 respectivamente.

Según los cuadros se observa que en ambas variedades de pituca existe un alto porcentaje de carbohidratos (almidón) siendo mayor en la variedad Japonesa y son deficientes en proteínas y grasas, por lo que se puede considerar fundamentalmente como alimentos energéticos y deben balancearse con proteínas y grasa para satisfacer las exigencias de una dieta humana balanceada. Los resultados de los análisis proximales indican que no hubo diferencias notables con los reportados por, Manasses (1970 ),ver Cuadro 1 donde se aprecia que la pituca tiene un bajo contenido de proteínas por lo que se le considera un alimento altamente energético

##### **4.2. ELABORACION DE LAS HARINAS PRECOCIDAS DE PITUCA ROSADA Y JAPONESA**

Para la preparación de las harinas precocidas se siguió el método utilizado por López (1988) cuyos resultados y discusión se presentan en 4.2.1.

###### **4.2.1. DE LA ELABORACION DE LA HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA**

En la Figura 2 se presenta el flujo de operaciones que se siguió para elaborar las harinas

CUADRO 8 : COMPOSICIÓN QUÍMICO-PROXIMAL DEL CORMO DE  
PITUCA (Colocasia esculenta) VARIEDAD  
ROSADA

COMPOSICION	BASE HUMEDA (%)
HUMEDAD	72.50
PROTEINA	2.60
CARBOHIDRATOS	21.95
GRASA	0.10
FIBRA	1.60
CENIZA	1.25

CUADRO 9 : COMPOSICIÓN QUÍMICO-PROXIMAL DEL CORMO DE  
PITUCA (Colocasia esculenta) VARIEDAD  
JAPONESA

COMPOSICION	BASE HUMEDA (%)
HUMEDAD	70.85
PROTEINA	2.20
CARBOHIDRATOS	24.69
GRASA	0.08
FIBRA	1.10
CENIZA	1.08

precocidas. Algunas de estas operaciones presentaron ciertas dificultades, que a continuación se menciona :

- . **Molienda** : Debido a la dureza de sus partículas se determinó la molienda en un micropulverizador, en el cual se obtuvo una harina de color crema claro ligeramente cenizo.
- . **Tamizado** : Se determinó una harina casi pulverulenta con el tamiz No.13 del micropulverizador.
- . **Harina precocida** : La harina obtenida presenta un color aceptable, no ha influido el color rosado que presenta este cormo.

#### 4.2.2 DE LA ELABORACION DE LA HARINA PRECOCIDA DE PITUCA JAPONESA

El proceso de elaboración de esta harina se llevó a cabo también de acuerdo al flujo de operaciones que fue mostrado en la Figura 2, las condiciones de elaboración fueron las mismas así como las dificultades encontradas para preparar la harina precocida de pituca rosada. Al final del proceso se obtuvo un harina precocida de color rosado, muy atractivo, esto debido a los pigmentos azul morado de su cormo.

#### 4.2.3 RENDIMIENTO DE LAS HARINAS PRECOCIDAS

Se realizó mediante el balance de materia, en cada una de las operaciones realizadas como se muestra en las Figuras 8 y 9.

El rendimiento de las harinas precocidas observadas en las Figuras 8 y 9 nos dá entender que el rendimiento en

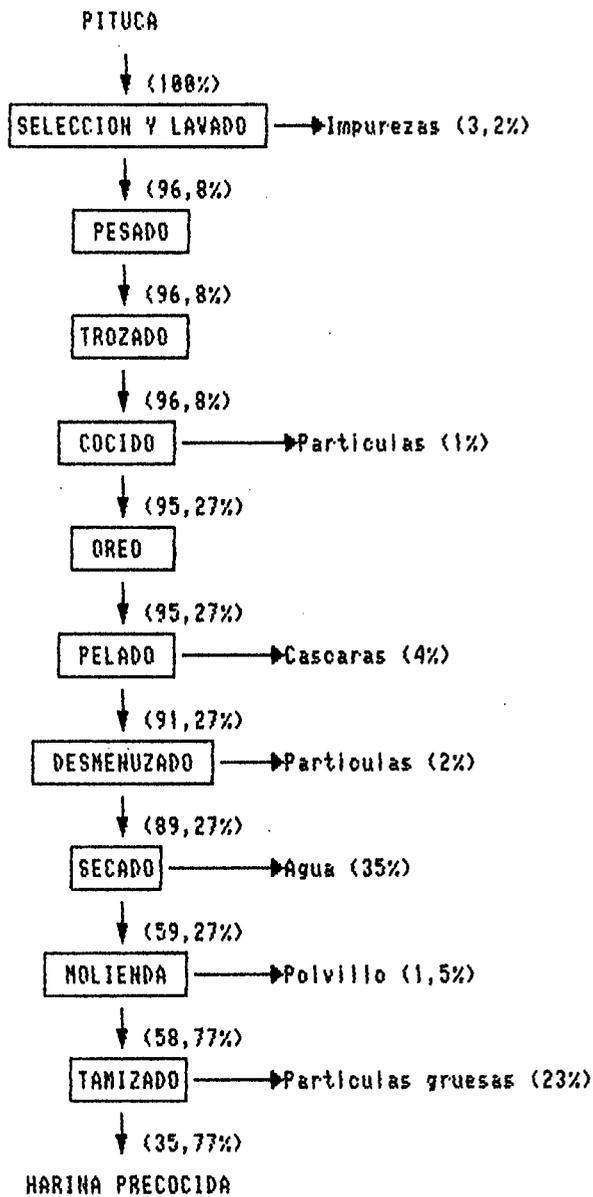


FIGURA 8. BALANCE DE MATERIA DEL FLUJO DE OPERACIONES PARA LA OBTENCION DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA (*Colocasia esculenta*) VARIEDAD ROSADA.

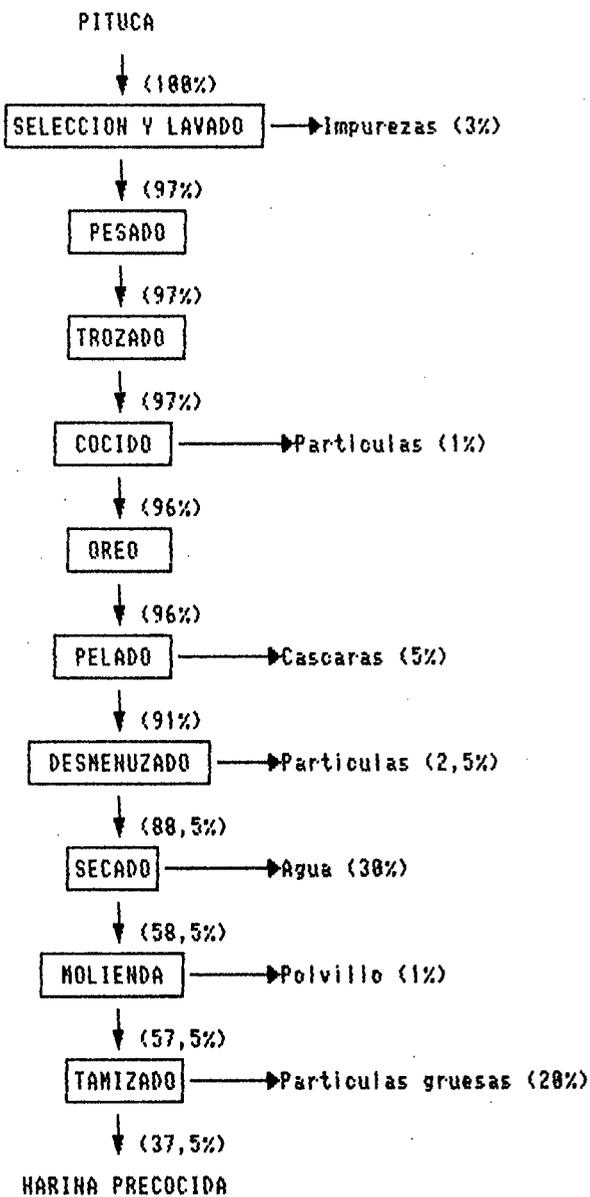


FIGURA 9. BALANCE DE MATERIA DEL FLUJO DE OPERACIONES EN LA OBTENCION DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA (*Colocasia esculenta*) VARIEDAD JAPONESA.

ambas no fue alto, por el elevado porcentaje de humedad que presentan ambas variedades (un promedio de 71,7%), además que durante el tamizado se retiene el 23% en el caso de la pituca rosada que corresponde a las partículas mas gruesas parecidas a la semola de trigo, lo que hace mas significativa la merma. En el caso de la pituca japonesa fue de 20% de partículas gruesas que se retiene durante el tamizado.

Comparando ambos cuadros observamos que el rendimiento de la harina precocida de pituca Japonesa es ligeramente mayor que el de la pituca rosada, esto es explicable debido a que el contenido de carbohidratos también es ligeramente mayor como se puede observar en el Cuadro 12.

#### 4.3. COMPOSICION QUIMICA DE LAS HARINAS PRECOCIDAS DE LAS DOS VARIETADES DE PITUCA Y HARINA FIDEERA

En las harinas precocidas de pituca y en la harina de trigo se realizaron los análisis correspondientes como a continuación se señala :

##### 4.3.1 DE LA HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA

En el Cuadro 10, observamos que el porcentaje de humedad , se encuentra dentro del límite de contenido máximo de humedad (15%) recomendado por la Norma Técnica Nacional (ITINTEC) 205.040 para harinas sucedáneas, también observamos que el contenido de carbohidratos supera a la harina fideera Cuadro 14. En cuanto a cenizas el porcentaje es alto en comparación a la de la harina de trigo (Cuadro 14), una ventaja de

CUADRO 10: COMPOSICIÓN QUIMICO-PROXIMAL DE LA HARINA  
PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA

---

---

COMPOSICION	
gr/100 g de H.P.P.R.	(%)
HUMEDAD	7.80
PROTEINA (N×6.25)	4.14
CARBOHIDRATOS	82.40
GRASA	2.00
FIBRA	1.30
CENIZA	2.12

---

---

H.P.P.R. : Harina precocida de pituca rosada.

utilizar harinas con bajo contenido de ceniza, es que presentan una blancura más intensa que se refleja en la calidad de los productos horneados, esto parece indicar entonces el por que el color de la harina precocida de pituca no es tan claro, que se manifiesta aún más cuando el fideo es cocinado acentuándose el color oscuro a medida que aumenta el porcentaje de sustitución.

**OTROS ANALISIS EFECTUADOS EN LA HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA**

En el Cuadro 11 se muestran los resultados de otros análisis realizados en la harina precocida de pituca rosada.

El contenido de acidez de la harina precocida de pituca rosada, considerada como harina sucedánea, se encontró dentro de los límites que recomienda la Norma Técnica 205.043 ITINTEC (1975), que establece que para harinas procedentes de tubérculos y raíces la acidez debe ser como máximo 0.15 expresada en porcentaje de ácido sulfurico.

**CUADRO 11 : OTROS ANALISIS FISICO-QUIMICOS EFECTUADOS EN LA HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA.**

ACIDEZ TITULABLE %	0.30
pH	6.20
AW	0.20
OXALATO DE CALCIO(%)	0.00035

(\* ) Expresado en % de ácido sulfúrico

En cuanto al pH, observamos que se encuentra dentro del límite recomendado para harinas ITINTEC (1975) que menciona que es normal un pH de 5,5 y 6,5.

La baja actividad de agua (Aw) que se observa en la harina precocida de pituca rosada, nos indica que a ese valor no crecen los microorganismos que puedan deteriorar la harina, pero si podrían suceder autooxidación ó cambios físicos. El insignificativo contenido de oxalato de calcio, confirma lo que reporta la NIETO (1977), quien afirma que la forma más segura para eliminarla es el cocimiento completo, ya que el oxalato de calcio es soluble en agua, aunque el secado lo aminora considerablemente. En nuestro caso ambas variedades de pituca fueron sometidas a un doble tratamiento térmico que consistió en cocción de 45 minutos y luego un secado intenso a 45°C por 6 horas, lo que contribuyó a disminuir significativamente el contenido de oxalato de calcio.

#### 4.3.2. DE LA HARINA PRECOCIDA DE PITUCA JAPONESA

Los resultados de los análisis se pueden apreciar en el Cuadro 12.

El porcentaje de humedad fue ligeramente superior al de la harina precocida de pituca rosada, se supone que se debió al contenido también ligeramente mayor de carbohidratos y proteína lo que no ha permitido mayor pérdida de agua durante el secado. Estos componentes naturales hacen que la pituca sea de consistencia más harinosas y agradable que el resto de las variedades de pituca. El contenido de cenizas fué menor en la harina precocida de pituca rosada, y no interfirió en gran medida sobre el color del fideo, ya que este tomó un color rosado por los pigmentos azul morados, que tiene este producto, pero cuando el fideo fué cocinado tomó una coloración rosado oscuro, y aun más cuando la sustitución fué mayor.

CUADRO 12 : COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DE LA HARINA PRECOCIDA DE PITUCA JAPONESA.

COMPOSICION	
gr/100 g de H.P.P.J.	(%)
HUMEDAD	8.26
PROTEINA (Nx6.25)	4.42
CARBOHIDRATOS	83.20
GRASA	1.80
FIBRA	1.50
CENIZA	0.82

H.P.P.J. : Harina precocida de pituca Japonesa.

#### 1. OTROS ANALISIS EFECTUADOS EN LA HARINA PRECOCIDA DE PITUCA JAPONESA

Los resultados de estos análisis lo podemos observar en el Cuadro 13, en el cual los valores de acidez se encuentran dentro de los límites que recomienda ITINTEC (1975).

La actividad de agua ( $A_w$ ) se encuentra en el límite superior de  $A_w$  para alimentos donde no desarrollan micro-organismos que puedan deteriorarlo. La presencia de oxalato de calcio fue insignificante y es de menor contenido que en la harina precocida de pituca rosada. Al respecto, no se ha encontrado normas técnicas nacionales ni internacionales, donde señala el límite permisible de contenido de oxalato de calcio en los alimentos.

**CUADRO 13 : OTROS ANALISIS FISICO-QUIMICOS EFECTUADOS  
EN LA HARINA PRECOCIDA DE PITUCA JAPONESA**

---



---

ACIDEZ TITULABLE (*)	0.015
pH	6.4
AW	0.300
OXALATO DE CALCIO(%)	0.0002

---



---

(\*) Expresado en ácido sulfúrico (%)

#### 4.3.3 COMPOSICION QUIMICA DE LA HARINA DE TRIGO

##### 1TIPO FIDEERA

En el Cuadro 14 se reporta los resultados de la harina de trigo tipo fideera. Podemos observar que el porcentaje de humedad y cenizas cumple con los especificado con la Norma Técnica 205.027 ITINTEC (1981), según esta norma la harina de trigo especial (destinada también para elaborar panes) debe tener un máximo de 0,60% en cenizas, sin embargo en las mezclas de harinas de diferentes granos de trigo estos porcentajes se reducen a niveles mas ó menos aceptables. El bajo contenido de cenizas nos dá a entender que es una harina más refinada y que ha habido una buena limpieza durante el proceso de molienda del trigo. En cuanto a las proteínas, por el porcentaje que presentan es catalogado como harina fuerte, lo cual ha sido demostrado durante la elaboración de los fideos, pues ha

CUADRO 14 : COMPOSICION QUIMICO-PROXIMAL DE LA HARINA  
FIDEERA

COMPOSICION gr/100 gr de H.F	(%)
HUMEDAD	14,800
PROTEINA	10,060
CARBOHIDRATOS	74,048
GRASA	0,062
FIBRA	0,033
CENIZA	0,439

H.F. : Harina Fideera.

soportado hasta un 30% de sustitución de harina precocida de pituca, límite máximo propuesto en este trabajo de investigación. La fuerza de una harina depende en gran parte de la naturaleza y cantidad de gluten necesario para dar a la masa la tenacidad requerida para la elaboración de fideos (Pearson, 1970).

#### OTROS ANALISIS EFECTUADOS EN LA HARINA TIPO FIDEERA

En el Cuadro 15, se observa, que los índice mas importantes de calidad como la acidez y el pH se encuentra dentro de los límites señalados por la Norma Técnica Nacional (ITINTEC, 1975) . Los datos respecto al porcentaje de gluten nos indican que esta harina tiene un buen porcentaje de proteínas componentes del gluten.

**CUADRO 15: OTROS ANALISIS FISICOQUIMICOS EFECTUADOS EN LA HARINA FIDEERA**

ACIDEZ TITULABLE (*)	0.029
Gluten húmedo	25.81g
Gluten seco	8.58g
Sedimentación	56.50ml
pH	6.20
Falling Number	318.00
Indice Gluten	92.26%

\*) Expresado en ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

#### 4.4. ANALISIS FISICOS REALIZADOS EN LAS HARINAS PRECOCIDAS DE PITUCA Y EN LA HARINA ESPECIAL

##### 4.4.1. EN LAS HARINAS PRECOCIDAS DE PITUCA ROSADA Y JAPONESA

###### 4.4.1.1. ANALISIS DE GRANULOMETRIA

Se utilizó el equipo y método BHULER. De los resultados obtenidos, como se observa en los Cuadros 16 y 17 la distribución de partículas en las harinas precocidas de ambas variedades de pituca fué similar, debido también a las mismas condiciones de molienda notándose además por el modulo de finura que la harina precocida de pituca morada fué ligeramente más fina (Cuadro 17) que la harina precocida de pituca rosada (Cuadro 16). Hay que señalar que no existen parámetros establecidos, sobre tamaño de partículas, ni existen métodos oficiales que permiten hacer comparaciones. Las cifras obtenidas en el tamizado varía con la superficie empleada, velocidad, sacudidas de las zarandas y al mecanismo limpiador, utilizado en el tamizador. En el Cuadro de Índice de uniformidad para ambas variedades de harinas sucedáneas, vemos que el 40% está conformada de partículas gruesas que constituye la parte descartable de esta harina, utilizándose para la elaboración de los fideos las partículas obtenidas a partir de los tamices 9xx hasta 25xx y el módulo de finura de la harina de precocida de pituca rosada (2,39) y para la harina precocida de pituca Japonesa (2,33). En conclusión se puede afirmar que las harinas provenientes

CUADRO 16 : ANALISIS GRANULOMETRICO:MODULO DE FINURA E  
INDICE DE UNIFORMIDAD

MUESTRA : 100 GR HARINA PRECOCIDA DE  
PITUCA ROSADA.

TAMIZ BUHLER	ABERTURA DE MALLA (μ)	MATERIAL RETENIDO (%)	FACTOR	SUBTOTAL
6xx	225	32.0	5	160
8xx	180	11.5	4	46
9xx	150	6.5	3	19
10xx	132	5.5	2	11
11xx	118	3.5	1	3.5
25xx	63	41.0	0	--
Plato	Plato			
TOTAL				239.5

Modulo de finura :  $\frac{239}{100} = 2,39$

ABERTURA DE MALLA (μ)	MATERIAL RETENIDO (%)	SUBTOTAL/10	REDONDEO AL ENTERO MAS PROXIMO
225	32.0		
180	11.5		
Σ	43.5	4.4	4
150	6.5		
132	5.5		
Σ	12.0	1.2	1
118	3.5		
63	41.0		
Σ	44.5	4.5	5

INDICE DE UNIFORMIDAD : 4 : 1 : 5

(Grueso:mediano:fino)

CUADRO 17 : ANALISIS GRANULOMETRICO:MODULO DE FINURA E  
INDICE DE UNIFORMIDAD

Muestra : 100 gr Harina precocida de  
pituca Japonesa.

TAMIZ BUHLER	ABERTURA DE MALLA (µ)	MATERIAL RETENIDO (%)	FACTOR	SUBTOTAL
6xxx	225	30.0	5	150
8xxx	180	12.0	4	48
9xxx	150	6.5	3	19.5
10xxx	132	5.5	2	11.0
11xxx	118	4.0	1	4
25xxx	63	42.0	0	0
Plato	Plato			
TOTAL				232.5

$$\text{Modulo de finura} : \frac{232.5}{100} = 2.33$$

ABERTURA DE MALLA	MATERIAL RETENIDO	SUBTOTAL/10	REDONDEO AL ENTERO MAS PROXIMO
225	30		
180	12		
Σ	42	4.2	4
150	6.5		
132	5.5		
Σ	12.0	1.2	1
118	4		
63	42		
Σ	46	4.6	5

INDICE DE UNIFORMIDAD : 4 : 1 : 5

(Grueso : mediano : fino)

de alimentos cocidos y secos, presentan cierta resistencia a la desintegración, que se atribuyen a las modificaciones sufridas por el almidón en el tratamiento térmico, lo que se traduce en el tamaño de la partícula algo mayor con respecto al producto crudo y seco .

#### 4.4.1.2. ANALISIS REOLOGICOS

Dada la naturaleza de las harinas precocidas, es decir al no tener gluten, no se adaptaron a esta prueba.

#### 4.4.2. EN LA HARINA DE TRIGO FIDEDERA

##### 4.4.2.1. ANALISIS DE GRANULOMETRIA

En el Cuadro 18 observamos que en cuanto al modulo de finura de la harina no es significativamente menor que las harinas precocidas (Cuadros 16 y 17) dada la naturaleza del producto y las condiciones de molienda, en cuanto al indice de uniformidad observamos que el 90% los conforma las partículas finas, la presencia de partículas gruesas y medianas es insignificante, lo que hace utilizable integramente a la harina.

##### 4.4.2.2. ANALISIS REOLOGICOS

###### FARINOGRAFICOS

En la elaboración de los fideos, la absorción de agua de una harina es un parámetro indispensable dependiendo de los ingredientes de la fórmula, de los equipos del proceso, variables de

CUADRO 18 : ANALISIS GRANULOMETRICO:MODULO DE FINURA E  
INDICE DE UNIFORMIDAD

MUESTRA : 100 Gr. de Harina fideera

TAMIZ BUHLER	ABERTURA DE MALLA (μ)	MATERIAL RETENIDO (%)	FACTOR	SUBTOTAL
6xx	225	0.0	5	---
8xx	180	0.5	4	2.0
9xx	150	2.5	3	5.0
10xx	132	6.0	2	12.0
11xx	118	7.5	1	7.5
25xx	63	83.5	0	--
Plato	Plato			
TOTAL				29.0

$$\text{Modulo de finura : } \frac{29}{100} = 0,29$$

ABERTURA DE MALLA	MATERIAL RETENIDO	SUBTOTAL/10	REDONDEO AL ENTERO MAS PROXIMO
225	0.0		
180	0.5		
Σ	0.5	0.05	0.0
150	2.0		
132	6.0		
Σ	8.5	0.85	0.9
118	7.5		
63	83.5		
Σ	91.0	9.1	9

INDICE DE UNIFORMIDAD : 0 : 1 : 9

(Grueso: mediano: fino)

procesamiento y de las características deseadas en el producto final, Cerrate (1989).

En el Cuadro 19 observamos que el porcentaje de absorción de agua de las harinas es buena (56%), se dice que cuando una harina resiste mayor tiempo al amasado, se dice que esta es más fuerte y ante mayor porcentaje de absorción de agua se favorece una mayor producción de volumen de masa.

Irvine et al. (1961) reportado por Cerrate (1989) evaluó las propiedades reológicas de la masa para pastas de absorciones entre 27 a 36% indicando que el tiempo de desarrollo de la masa decreció en una harina comercial al aumentarse la absorción de agua de 28.5 a 31.5% obteniendo la máxima consistencia.

Sin embargo, De Martis et al. (1965) mencionado por Alvan (1978) sostiene que a mayor tiempo de desarrollo, absorción, estabilidad y valores bajos de tolerancia, mayor será la calidad de las harinas para panificación.

En lo referente a debilitamiento de la masa el valor reportado en el Cuadro 19 es bajo, Delgado (1981) señala valores de debilitamiento de 50 U.B., para las harinas de trigo, variando de 60-70 U.B. para Breun's Wisa, 55-65 U.B. para Magnif 105.

De los valores encontrados se puede deducir que la forma de la curva varía para cada tipo de harina siendo deseable valores altos de desarrollo y tolerancia. De los análisis farinográficos reportados se puede decir que esta harina es muy adecuada para panificación y elaboración de fideo por los resultados obtenidos.

**CUADRO 19 : FARINOGRAMA DE LA HARINA FIDEERA**

**Base 300g**

muestra	absorción (%)	tiempo de hidratación (min)	tiempo de mezcla (min)	estabilidad (min)	debil. gluten U.B.
H.F.	56	1,8	10	11	30

H.F. : Harina Fideera

**CUADRO 20 : EXTENSOGRAMA DE LA HARINA FIDEERA**

**Base 300g**

MUESTRA	EXTENSIBILIDAD (min)			DW (U.B.)			INDICE DE PROPORCIONALIDAD			ENERGIA (cm <sup>2</sup> )		
	45'	90'	135'	45'	90'	135'	45'	90'	135'	45'	90'	135'
H.F.	159	128	156	300	550	490	1.89	4.29	3.14	108	128	139

H.F. : harina de trigo

45' 90' 135' : tiempos de reposo

Indice de proporcionalidad :  $\frac{\text{Resistencia}}{\text{Extensibilidad}}$

## EXTENSOGRAFICOS

En el Cuadro 20 observamos los valores reportados sobre el análisis extensográfico. Bennion (1967) y De Martis et al. (1965) mencionado por Alvan (1978) consideran que harinas con valores de energía cercano a a 100 pueden ser útiles en panificación. Asimismo consideran trigos fuertes cuando muestran energía mayores de 100 y blandas con energía alrededor de 50.

El índice de proporcionalidad fué mayor, cuanto mayor es el tiempo de reposo para la masa en la mayoría de los tratamientos, lo cual se debe a las variaciones de la resistencia a la extensión de las masas de 45, 90 y 135 minutos. Las harinas de buena calidad denotan curvas cada vez más elevadas con buena elasticidad o índices más altos de proporcionalidad. Cuando los índices de proporcionalidad fueron altos la masa tendió a encogerse y con índices muy bajos la masa tendió a desparramarse. De ahí que los valores de resistencia y extensibilidad deben estar compensados (Cuadro 20).

Observando los valores de energía en el mencionado Cuadro, se deduce que es una harina fuerte, ya que como reporta Cerrate (1989), valores de energía de 129.6, 129.5 y 115.3 cm<sup>2</sup> a los 45, 90 y 135 minutos para harinas fuertes, por otro lado, estudios extensográficos realizados por Delgado (1981) informan valores de 96.9 cm<sup>2</sup> para una harina comercial de trigo.

#### 4.5. EVALUACION DE LA SUSTITUCION DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINAS PRECOCIDAS DE PITUCA EN LA ELABORACION DE FIDEOS

##### 4.5.1. ELABORACION DE FIDEOS CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA

Los resultados se pueden observar en el Cuadro 21.

Los parámetros de estudio propuestos en el trabajo de investigación para la elaboración de fideos fueron: Temperatura y tiempo de secado, al cual se añadió otro parámetro de estudio, la cantidad óptima de agua que se necesitó para mezclar y amasar la harina mixta, este parámetro no se pudo determinar reológicamente ya que la harina mixta no se adaptó a este tipo de pruebas. Dada las condiciones de las máquinas para la elaboración de los fideos, se describirá las operaciones en las que hubo dificultad.

**Mezclado y amasado :** El agua añadida durante esta operación se basó en el principio de que, para una buena hidratación existe la necesidad de adicionar por cada 100 kilos de harina, una cantidad de 28-32 litros (ITA-1977), este porcentaje va aumentando a medida que aumenta el porcentaje de sustitución (Cuadro 21) debido al alto poder de hidratación que tiene la harina precocida de pituca el tiempo de amasado varió entre 7 a 10 minutos para la obtención de pastas homogéneas. La

CUADRO 21 : FIDEOS ELABORADO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA.

Masa : 2 Kg.

SUST (%)	AGUA (ml)	T <sub>i</sub> , t <sub>i</sub>				
10	365	42°C, 7h, 35'				
15	380		42°C, 7h, 10'			
20	400			42°C, 6h, 39'		
25	420				42°C, 6h, 05'	
30	450					42°C, 5h, 55'

Ti=Temperatura

ti=Tiempo

masa lista antes del trefilado no debe ser demasiado seca ni húmeda ni compacta.

- . **Laminado:** En esta etapa se pudo observar que los fideos con sustituciones altas presentaron tendencia a adherirse a los rodillos, y a formar estrias, por lo que disminuyó ligeramente los minutos de laminado.

Inmediatamente las laminas fueron cortadas con una longitud de 50cm y un ancho de 20cm, con ayuda de una regla y cuchilla, y luego fueron pasadas por el cortador de fideos, que fue parte de la maquina. La longitud promedio de los fideos, a la salida del cortador fue de 50cm aproximadamente y tenia un peso de 8.5g.

Se observó además que los fideos presentaban una elasticidad normal, lo cual favoreció su manipuleo durante el secado. El color crema ligeramente cenizo se iba incrementando a partir del 25% de sustitución.

- . **Secado:** Es la etapa más importante y critica en la elaboración de fideos. Es necesario tener en cuenta la humedad antes y después del secado así como la temperatura, la humedad relativa del ambiente y el tiempo de secado. El secado se realizó a una temperatura de 50°C, a humedad relativa de 30% y una velocidad de aire de 1,9 m/seg<sup>2</sup> y el tiempo de secado varió, según el porcentaje de sustitución (Cuadro 21), a mayor sustitución menor tiempo de

secado, esto es comprensible, porque a mayor sustitución disminuye el porcentaje de proteínas y aumenta el porcentaje de carbohidratos, lo que facilita la salida del agua. El tiempo óptimo de secado se determinó cuando al cojer una muestra de fideos, y al partirla, no debe presentar un punto oscuro en medio de este.

La humedad de los fideos secos, fue acertada, pues de no ser así, se hubieran quebrado, lo que no sucedió, esto lo comprobamos, cuando al analizar el porcentaje de humedad en el fideo este cumple con la norma ITINTEC (206,010), que indica humedades máximas de 15% para fideos secos y 35% para fideos frescos.

Se determinó como fideo de descarte a aquellos fideos deformados durante el cortado, y también a aquellos fideos resultantes del corte por nivelación de las tiras.

#### 4.5.2. ELABORACION DE FIDEOS CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA JAPONESA

El Flujo de operaciones seguido para la obtención de los fideos con sustitución parcial de harina precocida de pituca Japonesa fue similar al mostrado en la Figura 7, con la única diferencia que durante la operación de mezclado y amasado no se agregó los huevos, por que estos conferían al fideos un color crema-rosado no atractivo, por lo que se optó en no agregarlos.

Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 22.

CUADRO 22 : FIDEOS ELABORADO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA JAPONESA

Masa : 2 Kg.

SUST (%)	AGUA (ml)	T <sub>i</sub> ,t <sub>i</sub>				
10	365	42°C, 7h, 10'				
15	380		42°C, 6h, 40'			
20	400			42°C, 6h, 27'		
25	420				42°C, 6h, 00'	
30	450					42°C, 5h, 40'

Ti=Temperatura

ti=Tiempo

Las operaciones y los parámetros de estudio e inconvenientes fueron similares a los encontrados en la elaboración de fideos con sustitución parcial de harina precocida de pituca rosada.

En el Cuadro 22 observamos que el tiempo de secado es relativamente menor los que se presenta en el Cuadro 21 esto es explicable por que el módulo de finura de la harina precocida de pituca japonesa (Cuadro 17) es relativamente menor que la harina precocida de pituca japonesa el contenido de fibras y ceniza (Cuadro 12) es menor que la harina precocida de pituca rosada, lo que facilitó que el tiempo de secado sea mas corto.

Los fideos con sustitución de esta harina precocida fue de color rosado, que se fué acentuando a rosado oscuro a medida que se fué aumentando el porcentaje de sustitución (25% y 30%).

#### **4.5.3. RENDIMIENTO DE LOS FIDEOS CON SUTITUCION DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA Y JAPONESA**

A nivel de laboratorio los rendimientos obtenidos del proceso seguido en la elaboración de fideos con sustitución, se ha podido controlar con facilidad es pérdida de materia prima, como se puede apreciar en el Cuadro 23.

CUADRO 23

## RENDIMIENTO DE LOS FIDEOS ELABORADOS

MEZCLAS T/P	SUSTITUCION %	HARINA Kg	FIDEOS secos (Kg)	RENDIMIENTO (%)
T	-	2	1800	90
T/HPPR	30	2	1900	95
T/HPPR	25	2	1870	93,5
T/HPPR	20	2	1855	92,75
T/HPPR	15	2	1840	92
T/HPPR	10	2	1825	91,25
T/HPPJ	30	2	1915	95,75
T/HPPJ	25	2	1890	94,5
T/HPPJ	20	2	1865	93,25
T/HPPJ	15	2	1845	92,25
T/HPPJ	10	2	1830	91,5

T : Harina Fideera

HPPR : Harina precocida de pituca Rosada

HPPJ : Harina precocida de pituca Japonesa

Del cuadro 23, se deduce que el rendimiento aumenta según su incremento el porcentaje de sustitución por ambos tipos de fideos en sustitución. En el caso de los fideos con harina precocida de pituca japonesa, el rendimiento es ligeramente mayor que el de harina precocida de pituca rosada, esto es explicable pues según el Cuadro 12 vemos que el porcentaje de carbohidratos y proteínas es también ligeramente mayor que el que presenta la harina precocida de pituca rosada (Cuadro 10).

#### 4.6. PRIMERA EVALUACION SENSORIAL

Se realizó con el fin de seleccionar los dos mejores muestras de fideos en sustitución de harinas de pituca rosada y japonesa respectivamente. Las muestras a degustar fueron presentados en crudo y cocidos. Se utilizó el Diseño en bloque completamente al azar y la escala hedónica. Para el tratamiento estadístico de los datos se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman para  $n \geq 5$  y para cada atributo (Anexo 3) ya que los datos obtenidos fueron discretos.

##### 4.6.1. DE LOS FIDEOS CON SUSTITUCION DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA

La denotación de estas muestras, en crudo y cocinados fue :

A = 30% de sustitución

B = 25% de sustitución

C = 20% de sustitución

D = 15% de sustitución

E = 10% de sustitución

#### DEL FIDEO CRUDO :

Se evaluó los siguientes atributos:  
color, aspecto y textura.

#### DEL FIDEO COCINADO

La presentación fue en tallarines.  
Se evaluó los siguientes atributos: sabor, color, pegosidad y textura.

#### TRATAMIENTO ESTADISTICO DE DATOS

Analizando los puntajes y rangos de cada atributo para fideos crudos y cocidos en base al puntaje de rangos y aplicando la prueba no paramétrica de Friedman, se elaboró los Cuadros 24 y 25.

#### PRUEBA DE COMPARACIONES PARA SELECCIONAR LA MUESTRA DE MAYOR PREFERENCIA.

Fideos crudos :

Se tomó como referencias el atributo Color, donde la muestra C (20%) (Anexo 4) presentó el más alto valor en la suma de sus rango, por lo que se le asignó el número romano I y los siguientes números a las muestras según la suma de sus rangos, luego se realizó comparaciones múltiples (Anexo 3), por determinar si hay significancia entre ellos (Cuadro 26). La denotación fue de la siguiente manera :

I:20%      II:15%      III:25%      IV:10%      V:30%

CUADRO 24 : GRADO DE PREFERENCIA DE FIDEOS CRUDO CON  
 SUSTITUCION DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA  
 ROSADA

PREFERENCIA	A T R I B U T O S		
	COLOR	TEXTURA	ASPECTO
1ro.	C	No hay Pref.	D
2do.	B-D	"	E-B, -B-C
3ro.	E	"	A
4to.	A	---	---

CUADRO 25 : GRADO DE PREFERENCIA DE FIDEOS COCINADOS  
 CON SUSTITUCION DE HARINA PRECOCIDA DE  
 PITUCA ROSADA

A T R I B U T O S					
PREFERENCIA	SABOR	TEXTURA	PEGOSIDAD	OLOR	COLOR
1ro.	C-D	C	No Hay Pref.	D-E-C	D
2do.	E-A	B-D, A-D	"	B	C-E
3ro.	B-A	E	"	A	B
4to.	-	-	-	-	A

### Fideos Cocinados

Se tomó como referencia el atributo sabor, y donde también la muestra C (20%), (Anexo 5) tuvo el más alto valor en la suma de sus rangos, por lo que se le asignó el número romano I y a las siguientes muestras los números subsiguientes, luego se realizó las comparaciones múltiples (Anexo 3) entre los rangos de las muestras para determinar si hubo significación entre ellos. La denotación fue de la siguiente manera:

I:20%      II:15%      III:25%      IV:10%      V:30%

De los Cuadros 26 y 27 se puede concluir que la muestra "C" ó número I, se denota al fideo con sustitución de 20% de harina precocido de pituca rosada fué el que tuvo mayor preferencia ó que es considerado superior entre las demás formulaciones por los panelistas solicitados.

#### 4.6.2. DE LOS FIDEOS CON SUSTITUCION DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA JAPONESA.

Similar a la anterior muestra, la denotación fue de la siguiente manera:

- A : 30% de sustitución de harina precocida de pituca Japonesa
- B : 25% de sustitución de harina precocida de pituca Japonesa
- C : 20% de sustitución de harina precocida de pituca Japonesa
- D : 15% de sustitución de harina precocida de pituca Japonesa

CUADRO 26 : GRADO DE SIGNIFICACION ENTRE LAS MUESTRAS DE FIDEOS CON SUSTITUCION SEGUN EL ATRIBUTO COLOR

---

---

I	II	III	IV	V
---	----	-----	----	---

---

---

---

---

\_\_\_\_\_ : No hubo significación entre éstas muestras, cuanto al color, según probabilidad de Friedman.

CUADRO 27 : GRADO DE SIGNIFICACION ENTRE LAS MUESTRAS DE FIDEOS CON SUSTITUCION SEGUN EL ATRIBUTO SABOR

---

---

I	II	III	IV	V
---	----	-----	----	---

---

---

---

---

\_\_\_\_\_ : No hubo significación entre éstas muestras en cuanto al sabor, según probabilidad de Friedman.

E : 10% de sustitución de harina precocida de pituca Japonesa

#### DEL FIDEO CRUDO

Se evaluó los atributos : Color, aspecto y textura.

#### DEL FIDEO COCINADO

La presentación de estos fideos fué en tallarines. Se evaluó los atributos de: Sabor, color, olor pegosidad y textura.

#### TRATAMIENTO ESTADISTICO

Fué analizado los puntajes y rangos para cada atributo, tanto para fideos crudos y cocinados, y aplicando también la prueba no paramétrica de Friedman, se elaboró los Cuadros 28 y 29.

#### PRUEBA DE COMPARACIONES PARA SELECCIONAR LA MUESTRA DE MAYOR PREFERENCIA

##### Fideos Crudos

Al igual que la anterior prueba se tomó como referencia el atributo color, y donde también, la muestra C (20%) (Anexo 6) tiene el mas alto valor en la suma de sus rangos. Luego se realizó las comparaciones múltiples (Anexo 3) para ver si hay significancia entre ellos (Cuadro 30) la denotación fue de la siguiente manera:

I:20%      II:15%      III:25%      IV:10%      V:30%

CUADRO 28 : GRADO DE PREFERENCIA DE FIDEOS CRUDOS CON  
 SUSTITUCION DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA  
 JAPONESA

PREFERENCIA	A T R I B U T O S		
	COLOR	TEXTURA	ASPECTO
1ro.	C-D-E	No hay Pref.	C-D
2do.	B	"	B-E
3ro.	A	"	A-E

CUADRO 29 : GRADO DE PREFERENCIA DE FIDEOS COCINADOS CON  
SUSTITUCION DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA  
JAPONESA

---



---

A T R I B U T O S

PREFERENCIA 

---

	SABOR	TEXTURA	PEGOSIDAD	OLOR	COLOR
1ro.	N.H.P.	N.H.P.	N.H.P.	N.H.P.	D-E
2do.	"	"	"	"	C
3ro.	"	"	"	"	B
4to.	"	"	"	"	A

---



---

N.H.P. : No hay preferencia.

### Fideos Cocinados

Para esta evaluación estadística, también se tomó como referencia el atributo sabor, y como podemos observar en el (Anexo 7) la muestra C (20%) tiene el más alto valor en la suma de sus rangos, por lo que se le asigna el número romano I, las demás muestras los subsiguientes números. Luego se realizó las comparaciones múltiples (Anexo 3), entre los rangos de las muestras para determinar si hay significación entre ellos. La denotación fue de la siguiente manera:

I:20%      II:15%      III:25%      IV:10%      V:30%

De los Cuadros 30 y 31 se puede concluir que las muestras "C" ó número I, que denota a la muestra de fideos con sustitución del 20% de harina precocida de pituca Japonesa mayor preferencia ó consideró superior a los otros formulaciones, según los panelistas.

#### 4.7. SEGUNDA EVALUACION SENSORIAL

De la primera evaluación sensorial, se concluyó que la muestra de fideos con 20% de sustitución de harina precocida de pituca rosada y Japonesa respectivamente resultaron ser superiores a las otras formulaciones. Estas dos muestras fueron evaluadas nuevamente para determinar las preferencias de uno de ellos por los panelistas. La presentación de estos fue similar a la anterior evaluación sensorial, el tipo de prueba que se utilizó fue el diseño en bloque completamente al azar y la escala hedónica, para su tratamiento estadístico se

CUADRO 30 : GRADO DE SIGNIFICACION ENTRE LAS MUESTRAS DE FIDEOS CON SUSTITUCION PARA EL ATRIBUTO COLOR

---

---

I	II	III	IV	V
---	----	-----	----	---

---

---

---

---

----- : No hubo significación entre éstas muestra, en cuanto al color, según probabilidad de Friedman.

CUADRO 31 : GRADO DE SIGNIFICACION ENTRE LAS MUESTRAS DE FIDEOS CON SUSTITUCION PARA EL ATRIBUTO SABOR

---

---

I	II	III	IV	V
---	----	-----	----	---

---

---

---

---

----- : No hubo significación entre éstas muestras, en cuanto al sabor, según probabilidad de Friedman.

aplicó la prueba no paramétrica De los signos para dos muestras; utilizando la distribución Binomial para prueba bilateral (Anexo 8):

**4.7.1 DETERMINACION DE LA PREFERENCIA ENTRE LOS FIDEOS CON SUSTITUCION AL 20% DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA Y JAPONESA**

Esta evaluación entre las dos muestras se realizó en crudo y cocinado en forma de tallarines.

Fideos Crudos: las muestras de fideos se denotaron como:

- A** : Fideos con sustitución de harina precocida de pituca rosada
- B** : Fideos con sustitución de harina precocida de pituca Japonesa

**Tratamiento estadístico**

Se aplicó la metodología de la prueba de los signos para dos muestras (Anexo 8), luego del cual se obtuvieron los resultados se observan en el cuadro 32.

**CUADRO 32 : PREFERENCIA ENTRE LAS DOS MUESTRAS DE FIDEOS CON SUSTITUCION APLICANDO LA PRUEBA DE LOS SIGNOS**

ATRIBUTO	PREFERENCIA
COLOR	MUESTRA A
TEXTURA	MUESTRA A ó B
ASPECTO GENERAL	MUESTRA A ó B

**Fideos Cocinados:** Las muestras de fideos se denotaron como :

- A** : Fideos con sustitución de harina precocida de pituca rosada.
- B** : Fideos con sustitución de harina precocida de pituca Japonesa

#### Tratamiento estadístico

Similar a la prueba anterior se utilizó también la prueba de los signos para dos muestras, (Anexo 6) cuyos resultados se resume en el Cuadro 33.

**CUADRO 33 : PREFERENCIA ENTRE LAS DOS MUESTRAS DE FIDEOS COCINADOS CON SUSTITUCION, APLICANDO LA PRUEBA DE LOS SIGNOS**

ATRIBUTO	PREFERENCIA
SABOR	MUESTRA A
COLOR	MUESTRA A
OLOR	MUESTRA A ó B
PECOSIDAD	MUESTRA A ó B
TEXTURA	MUESTRA A ó B

De los Cuadros 32 y 33, se puede deducir que asumiendo el atributo COLOR (ANEXO 9), en los fideos crudos y el atributo SABOR (ANEXO 10) en los fideos cocinados, se obtuvo que el fideo con sustitución parcial de harina precocida de pituca rosada ó Muestra "A" tuvo mayor preferencia que la Muestra B entre los panelistas.

#### 4.8. CARACTERIZACION DE LA HARINA MIXTA, CON LA QUE SE ELABORO EL FIDEO CON SUSTITUCION DE MAYOR PREFERENCIA

De la segunda evaluación sensorial se determinó que el fideo con 20% de sustitución de harina precocida de pituca rosado, fué la que tuvo mayor preferencia por lo que se caracterizó a la harina mixta, es decir la harina especial mezclada con 20% de harina sucedánea. Los resultados se pueden observar en el Cuadro 34.

Del Cuadro 34, el porcentaje de ceniza, fibra y carbohidratos se incrementó con respecto a la harina de trigo (Cuadro 14). Por otro lado observamos que la humedad y el contenido de proteínas, a lo contrario ha disminuido, siendo también explicable por el bajo contenido de agua y proteínas de las harinas sucedáneas.

Otros análisis fisicoquímicos efectuado en la harina mixta.

#### CUADRO 35 : OTROS ANALISIS FISICO-QUIMICOS EFECTUADOS EN LA HARINA MIXTA

Humedad	12%
Acidez(Expresado en ácido sulfúrico)	0.047
pH	6.2

Del Cuadro 35 observamos que los valores de acidez y pH también se encuentran dentro de los límites señalados por la Norma Técnica ITINTEC (1975) .

CUADRO 34 : COMPOSICION QUIMICO-PROXIMAL DE LA  
HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA  
(20% Y LA HARINA FIDEERA (80%))

---

COMPOSICION	%
(gr/100gr HPPR y H.F)	
HUMEDAD	12,99
PROTEINA N <sub>x</sub> 6,25	7,32
CARBOHIDRATOS	78,10
GRASA	0,28
FIBRA	0,19
CENIZA	1,04

---

HPPR : Harina Precocida de Pituca Rosada

HF : Harina Fideera

#### 4.9 CARACTERIZACION DEL FIDEO CON SUSTITUCION DE MAYOR PREFERENCIA Y EL FIDEO COMERCIAL SIN SUSTITUCION

##### COMPOSICION QUIMICA DEL FIDEOS CON SUSTITUCION (20% DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA Y EL FIDEOS COMERCIAL)

Los resultados de los análisis correspondientes se observan en los Cuadros 36 y 37. Observamos que el porcentaje de humedad en ambas muestras cumplieron con los límites establecidos en la NORMA TECNICA NACIONAL ITINTEC (206,10) 1981. en cuanto a cenizas el fideo comercial supera también el recomendado por Nogara (1964), quién sugiere un máximo de (1%), ya que nos indica el grado de limpieza que tiene en harinas durante el proceso de moliendo del grano de trigo, el contenido de proteínas en el fideo con sustitución es ligeramente menor que el fideo comercial (Cuadro 37); esto es deducible porque, al sustituir la harina de trigo por la harina sucedánea, ha disminuido considerablemente su valor proteico, aún cuando se le ha adicionado huevo. Esto es deducible porque la pituca es diferente en proteínas (Cuadro 1) por lo que constituye un alimento altamente energético (Montaldo, 1967).

##### OTROS ANALISIS REALIZADOS

En los Cuadros 38 y 39 se muestran los análisis que nos indican la calidad del producto elaborado. En cuanto a la acidez ambas muestras presentan valores que se encuentran dentro de los límites recomendados por la

CUADRO 36 : COMPOSICION QUIMICO-PROXIMAL DE LOS FIDEOS  
 CON SUSTITUCION (20%) DE HARINA PRECOCIDA  
 DE PITUCA ROSADA.

COMPOSICION	%
(gr/100gr F.H.P.P.R)	
HUMEDAD	8
CARBOHIDRATOS	76,66
PROTEINAS N x 6,25	11,03
FIBRA	1,4
CENIZA	0,903
GRASA	2,0

F.H.P.P.R: Fideos de harina precocida de Pituca  
 rosada.

CUADRO 37 : COMPOSICION QUIMICO-PROXIMAL DEL FIDEO  
COMERCIAL

COMPOSICION	%
(gr/100gr F.C)	
HUMEDAD	12
CARBOHIDRATOS	71,4
PROTEINAS(N x 6.25)	12,59
FIBRA	1,32
CENIZA	1,89
GRASA	0,8

F.C. : Fideos Comercial.

Norma Técnica Nacional ITINTEC (206,01) 1981.

En cuanto a la actividad acuosa, por su bajo valor, ambas muestras de fideos están exentas del deterioro de microorganismos que no pueden desarrollarse en ellos, el valor calórico es mayor en el fideo con sustitución, confirmando lo que reporta Montaldo (1967) quien investigó acerca del alto contenido energético de la pituca.

**CUADRO 38 : OTROS ANALISIS EFECTUADOS EN EL FIDEOS  
CON SUSTITUCION**

ACIDEZ *	0,053
pH	6,30
Aw	0,18
VALOR CALDRICO *	368,76 Kg.

\* Acidez expresado en ácido láctico

\* El valor calórico: Px4,Cx4 y Gx9

**CUADRO 39 : OTROS ANALISIS EFECTUADOS EN EL FIDEOS  
SIN SUSTITUCION COMERCIAL**

ACIDEZ *	0,20
pH	6,33
Aw	0,29
VALOR CALDRICO *	342,04

\* Acidez expresado en ácido láctico

El valor calórico: Px4,Cx4 y Gx9

. Pruebas de cocción de los fideos.

- Tiempo de Cocción

Por las características físicas de los fideos, durante la cocción se deduce que el tiempo de cocción que los fideos en sustitución fué menor que el fideos comercial (Cuadro 40), que debió cocinarse durante 20 minutos, si fué elaborado con sémola ó harina fideos como es mencionado por Herman Schmidt-Heberl (1981) reportado por Cerrate (1989).

**CUADRO 40 : TIEMPO DE COCCION DE LOS FIDEOS CON SUSTITUCION Y EL FIDEO COMERCIAL**

MUESTRA	SUSTITUCION (%)	TIEMPO DE COCCION (min)
FIDEOS CON SUSTITUCION		
(20%)DE HARINA PRECOCCIDA DE PITUCA ROSADA	20	10
FIDEOS COMERCIAL	-	15

. Prueba de resistencia al Desmenuzamiento

Durante la cocción de los fideos en agua, estas absorben agua a medidas que transcurre el tiempo, ocurriendo la gelatinización de los almidones y por otro lado el gluten presente también absorbe agua. Así en el Cuadro 41 se observa la cantidad de agua absorbida en el fideo con sustitución fué mayor que el sin sustitución, esto era de esperarse en razón de que a medida que se incrementó la sustitución el contenido de gluten fue disminuyendo y el almidón pregelatinizado fue aumentado,

lo que incrementa mayor absorción de agua, ya que es bastante hidrofílico, haciendo que el fideo con sustitución adquiera mayor consistencia. En cuanto a la sedimentación observamos también que fué menor en el fideo con sustitución, debido a la capacidad que tiene el almidón de atrapar el agua y retener los sólidos insolubles.

**CUADRO 41 : PRUEBA DE RESISTENCIA AL DESMENUZAMIENTO EN FIDEOS CON SUSTITUCION Y EL FIDEOS COMERCIAL**

BASE : 50gr/500ml

MUESTRA	AGUA ABSORBIDA (g)	SEDIMENTACION (ml)
FIDEOS CON SUSTITUCIO	76	12
FIDEOS SIN SUSTITUCION	69	14

**Control microbiológico**

Los resultados microbiológicos efectuados en las muestras del fideos óptimo con 20% de sustitución de harina precocida de pituca rosada y el fideo comercial se muestran en el Cuadro 42.

Del cuadro podemos deducir que en la prueba de E. Coli, y Staphilococcus aureus y salmonella no hubo presencia de estos microorganismos en las dos muestras, lo que concuerda con los límites aceptables señalados por la

CUADRO 42 : ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE LOS FIDEOS  
 CRUDOS CON SUSTITUCION Y DEL FIDEOS  
 COMERCIAL

DETERMINACION MICROBIANA	FIDEOS CON SUSTITUCION	FIDEOS COMERCIAL
NMAV	11X10 <sup>2</sup> /mol	8x10 <sup>2</sup> /mol
NMAV	N	AUSENCIA
NMP	N	"
E.COLI	N	"
N.S.	N	"
N.St.Aureus	N	0,5x10 <sup>2</sup> /ml
NML	10x10 <sup>2</sup> /mol	6.0x10 <sup>2</sup> /mol

FUENTE : LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA GENERAL-UNAS-TINGO  
 MARIA

N = nulo

NMAV = Numeración de microorganismos aerobios viables

NMP = Numeración de coliformes

E.COLI= Escherichia coli

N.St.A = Numeracion de Stafilococcus aureus

NMI = Numeración de mohos y levaduras.

Internacional Commission on Specification for Foods (ICMSF) reportado por Cerrate (1989), que indican los valores aceptables de estos microorganismos menores de 3 m/g.

En términos generales las muestras procesadas presentan un mínimo grado de contaminación.

#### 4.10 DETERMINACION DE LA ISOTERMA DE ADSORCION EN EL FIDEO CON SUSTITUCION A 20% DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA

Para la determinación de la curva de Isoterma de Adsorción para la muestra de fideo con sustitución de mayor preferencia, se utilizó el modelo B.E.T. (Brunauer, Emmet y Teller) cuya aplicabilidad se restringe a valores de actividad de agua ( $a_w$ ) entre 0.05 y 0.40 (Vidal, 1984; Vidal et al., 1984; Gimeno, 1985; Fito y Saenz, 1975), su principal interés está en la determinación del valor de la monocapa ( $X_m$ ).

En la Figura 10, observamos que la curva obtenida es similar a la curva de adsorción standard (Figura 3), presentado por Cheftel (1976), y se tomó como referencia solo la curva de adsorción ya que la desorción no se realizó en el presente trabajo, obteniéndose sin embargo en el experimento un R (correlación de datos) de 0.84, este valor relativamente bajo se debe a las condiciones poco favorables que presentaba el laboratorio donde se realizó esta prueba.

El valor de  $a_w$ , obtenido por el modelo de B.E.T. es de 0.1, valor que también es reportado para pastas, por

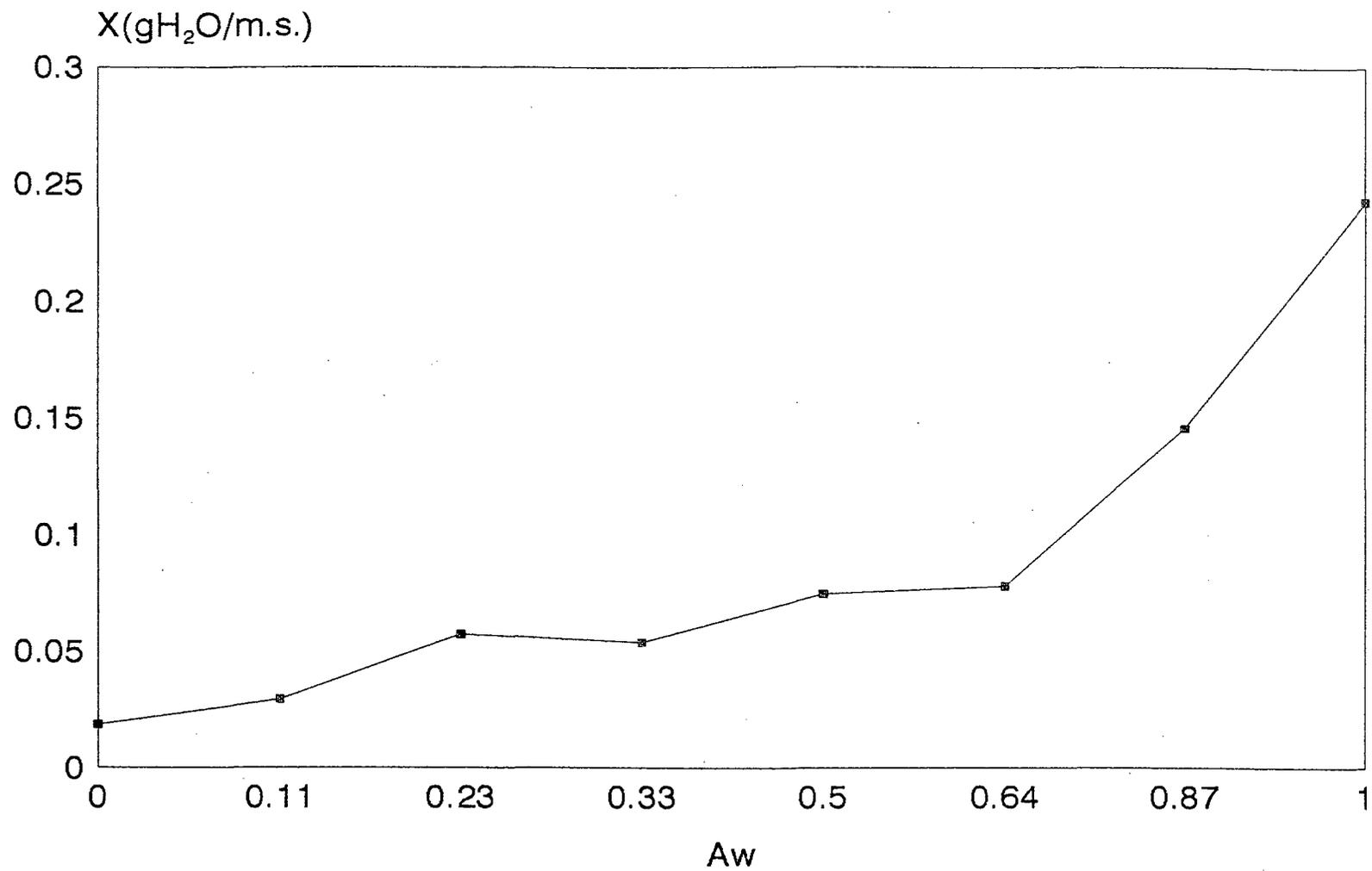


FIGURA 10: ISOTERMA DE ADSORCION DEL FIDEO CON SUSTITUCION A 20% DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA

Cheftel (1976).

La estabilidad se alcanzó a nivel de la capa monomolecular de agua ( $X_m$ ), que en nuestro caso se obtuvo un valor de 3.798 g agua/100g m.s. ó 3.65% de humedad que corresponde a la zona II (Figura 4); Fennema (1982) también reporta que este valor corresponde a la estabilidad óptima de los productos secos que poseen lípidos oxidables en cantidades importantes y reduce considerablemente la posibilidad de crecimiento microbiano y la mayoría de reacciones químicas en alimentos con 3-7% de humedad.

Por la ecuación de B.E.T. y por los resultados obtenidos podemos afirmar que la muestra de fideos con sustitución de mayor preferencia, contiene un porcentaje de humedad en los que los valores de pérdida de calidad son insignificantes, esto se puede corroborar por los valores promedios obtenidos durante su almacenamiento, cuya variabilidad no es notoria.

#### 4.11 EVALUACION NUTRICIONAL

Los fideos con sustitución óptima (20%) con harina precocida de pituca rosada y el fideo comercial fueron evaluados nutricionalmente mediante la prueba del Valor Biológico, en el laboratorio de Bioterio de la Universidad Nacional Agraria de la Molina. Estos productos sirvieron para elaborar las raciones isoproteicas o isocalóricas. Los altos niveles de proteína en los fideos permitieron preparar raciones con más del 10% de proteínas (Cuadro 43), requisito para realizar la evaluación biológica.

CUADRO 43 : ANALISIS QUIMICO DE LOS FIDEOS UTILIZADOS  
EN LA EVALUACION BIOLOGICA CON RATAS

ANALISIS	FIDEO CON 20% SUSTITUCION	FIDEO COMERCIAL
HUMEDAD %	8.0	12.00
PROTEINA %	11.03	12.59
GRASA %	2.0	0.80

En el Cuadro 44 se puede apreciar los resultados promedios de la evaluación biológica de los fideos en estudio, se observó que el consumo de fideos con sustitución por animal es ligeramente alto en comparación con el fideo comercial, otra razón para el mayor consumo del alimento o fideos con sustitución al 20% (ad libitum) en las ratas del laboratorio, podría deberse a que estas muestras presentando en su composición huevos, lo cual tiendió a mejorar el sabor, corroborando los resultados de las pruebas sensoriales realizado en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Universidad Nacional Agraria de la Selva-Tingo María. (Cuadro 46 ).

Como se puede ver en el Cuadro 44 el valor biológico del fideo con sustitución (66.28) fué ligeramente mayor que el del fideo comercial (61.46), lo que permite afirmar que la utilidad de las proteínas del fideo con sustitución fueron mejor absorbidas por el organismo de los ratones, favoreciéndoles en su crecimiento, desarrollo y mantenimiento corporal, demostrándose

además por la ganancia de peso al consumir los fideos con sustitución (5.08g) que fué superior a los que consumieron el fideo comercial (2.5g).

#### 4.12 EVALUACION SENSORIAL

En esta tercera evaluación sensorial del trabajo de investigación se evaluó la muestra de fideo con sustitución de mayor preferencia, determinada en la segunda evaluación sensorial, conjuntamente con el fideo de marca conocida y de mayor consumo en la zona.

Al igual que la anterior prueba se utilizó el Diseño en Bloque Completamente al Azar y la Escala Hedónica, el tratamiento estadístico que se utilizó fue la prueba no paramétrica de los signos para dos muestras aplicando también distribución binomial (Ver Anexo 8).

##### 4.12.1. DETERMINACION DE PREFERENCIA ENTRE LOS FIDEOS CON SUSTITUCION AL 20% DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA Y EL FIDEO SIN SUSTITUCION O COMERCIAL

La evaluación de las dos muestras se realizó en crudo y cocinado en forma de tallarines.

**Fideos Crudos :** las muestras se denotaron con las siguientes letras:

- A : Fideos con sustitución al 20% de harina precocida de pituca rosada.
- B : Fideos comerciales.

**CUADRO 44 : RESULTADOS PROMEDIOS DEL VALOR BIOLÓGICO EN LOS FIDEOS CON SUSTITUCIÓN (20%) DE H.P.P.R. Y EL FIDEO COMERCIAL**

	Fideos con sustitución (20%) de H.P.P.R. raciones con 9.33% de proteína	Fideo Comercial raciones con 10,32%
Número de animales	6,00	6,00
Peso inicial (gr)	58,18	56,20
Peso final (gr)	65,26	58,70
Ganancia peso (gr)	5,08	2,50
Consumo alimento (gr)	43,70	44,29
% Materia seca alimento	91,06	90,96
% Nitrogeno alimento	1,492	1,651
Consumo de Nitrogeno (gr)	0,652	0,731
Total heces excretada (gr)	5,603	5,83
% Materia seca heces (gr)	75,50	69,47
% Nitrogeno heces	2,216	2,43
Total Nitrogeno excrotal (gr)	0,124	0,142
Total orina excretado (ml)	18,185	14,95
Densidad orina (gr)	1,037	1,045
Peso orina (gr)	18,858	15,62
Nitrogeno orina (%)	0,945	1,45
Total Nitrogeno orina excretada (gr)	0,178	0,227
Valor biológico	66.28	61.46

H.P.P.R. : Harina precocida de pituca rosada.

Fuente : Resultado proporcionado por el Laboratorio Bioterio de la Universidad Nacional Agraria- La Molina.

**Tratamiento estadístico**

Se aplicó la metodología descrita en el Anexo B, luego del cual se obtuvieron los resultados que se muestran en el Cuadro 45.

**CUADRO 45 : PREFERENCIA ENTRE LAS MUESTRAS DE FIDEOS CON SUSTITUCION Y EL FIDEO COMERCIAL**

ATRIBUTO	PREFERENCIA
COLOR	A ó B
TEXTURA	A ó B
ASPECTO GENERAL	A ó B

Según este Cuadro se deduce que la preferencia es la misma para ambas muestras de fideos al estado crudo.

**Fideos Cocinados** : las muestras de fideos también se denotaron con las siguientes letras:

**A :** Fideos con sustitución al 20% de harina precocida de pituca rosada.

**B :** Fideos comerciales.

**Tratamiento estadístico**

Se aplicó la metodología descrita también en el Anexo B. Luego del cual se obtuvieron resultados mostrados en el Cuadro 46.

**CUADRO 46 : PREFERENCIA ENTRE EL FIDEO CON SUSTITUCION Y EL FIDEO COMERCIAL COCIDOS**

ATRIBUTO	PREFERENCIA
SABOR	A
COLOR	A
TEXTURA	A & B
OLOR	A ó B
PEGOSIDAD	A ó B

En el Cuadro 46 observamos que existe preferencia en cuanto al sabor (Anexo 11) y color (Anexo 12) de la muestra A ó fideos con sustitución, esto es deducible ya que para su elaboración se utilizó huevos, que contribuyó a realzar su sabor asimismo se utilizó un colorante natural, palillo, para la coloración de estos fideos.

#### 4.13 EVALUACION DE LOS FIDEOS CON SUSTITUCION (20%) DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA DURANTE SU ALMACENAMIENTO

##### 4.13.1 Análisis Fisico-Quimicos realizados durante el almacenamiento

En el cuadro 47 observamos los resultados obtenidos de la evaluación fisico-química de la muestra de fideos, que tuvo mayor preferencia entre los panelistas.

**CUADRO 47: ANALISIS FISICO-QUIMICOS EFECTUADOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO DEL FIDEO CON SUSTITUCION (20%)**

ANALISIS	ALMACENAMIENTO (DIAS)		
	0	15	30
HUMEDAD	8%	8.06%	8.14%
ACIDEZ *	0.153	0.164	0.169
pH	6.3	6.3	6.35

\*Expresado en ácido láctico

Según el cuadro en cuanto a la humedad, la variación durante los 30 días no fue notable, manteniéndose estos resultados dentro de los límites que recomienda y señala y ITINTEC (Norma 206.01.1981) y el que reporta Cerrate (1989), que menciona que el contenido de agua en las pastas debe ser del 13%. En el cuadro también observamos que los valores de acidez se incrementó ligeramente, lo cual pudo haber influido en las características sensoriales como se observa en la Fig. 12. especialmente en cuanto al atributo sabor, estos valores también se encuentra dentro de los límites que recomienda ITINTEC (1981) que menciona que el contenido máximo de acidez en fideos secos debe ser de 0.45.

Los valores de pH obtenidos permite deducir que no existió mayor variación durante el almacenamiento, al respecto no se ha encontrado reportes de este valor

recomendados o permitidos por alguna institución nacional o internacional.

#### 4.13.2 ANALISIS SENSORIAL

En el Cuadro 48 se reportan los valores promedios (15 panelistas), asignados al color, textura y aspecto general de los fideos con sustitución de mayor preferencia al estado crudo durante su almacenamiento.

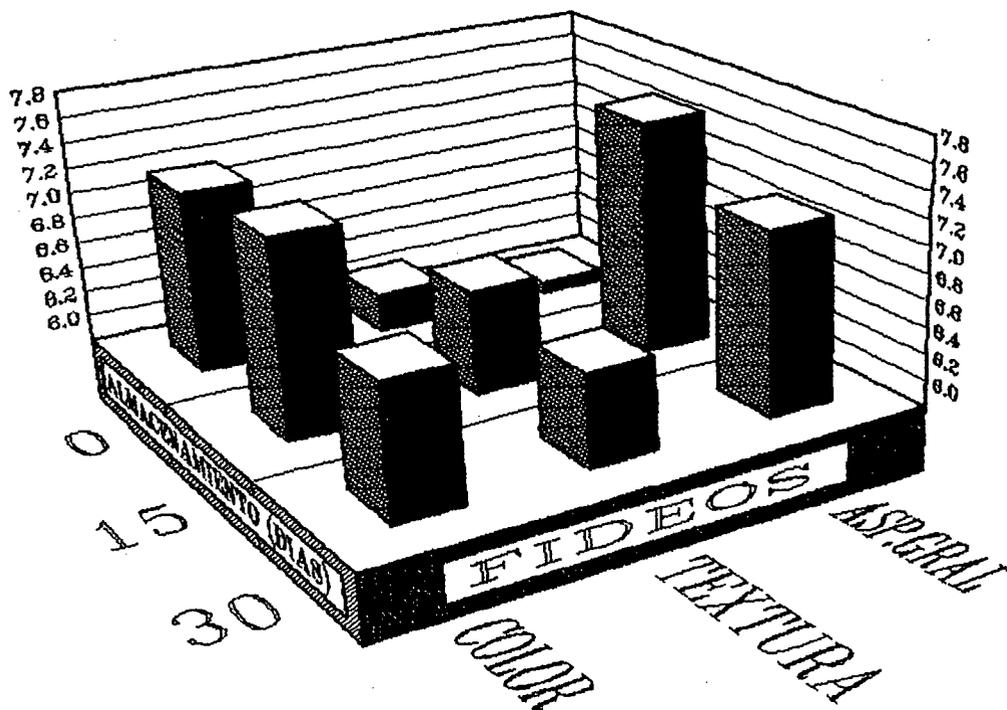
Con respecto al color (Cuadro 48), se puede ver que los valores promedio (7.2, 7.3 y 6.8) equivalen según la escala hedónica a "gusto moderadamente", aunque a los 30 días, se nota un relativo descenso, esto podría deberse a que se ha utilizado el palillo como colorante (Figura 11).

Para el atributo textura, observamos que a los 0 días presenta un valor de 6 que equivale a "gusto ligeramente", que resulta menor que los valores promedios a los 15 y 30 días (6.6 y 6.5) respectivamente, equivalentes a "gusto moderadamente" (Figura 11).

Con respecto al atributo aspecto general, es notable la diferencia de valores promedio en los días señalados, a los 0 días presenta un valor promedio de 5.9 equivalente a "gusto ligeramente", a los 15 días (7.6) presenta un valor promedio de 7.6 que equivale a "gusto mucho" y a los 30 días (7.2), que equivale a "gusto moderadamente" (Figura 11). En el Cuadro 49, se reporta también los valores promedios (15 panelistas) asignados al color, olor, sabor, textura y pegosidad de los fideos con sustitución de mayor preferencia, durante

CUADRO 48 : PUNTAJES PROMEDIOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DE LOS FIDEOS CRUDOS CON SUSTITUCION PARCIAL (20%) DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA DURANTE EL ALMACENAMIENTO

A T R I B U T O S	ALMACENAMIENTO (días)		
	0	15	30
COLOR	7.2	7.3	6.8
TEXTURA	6.1	6.6	6.5
ASPECTO GENERAL	5.9	7.6	7.2



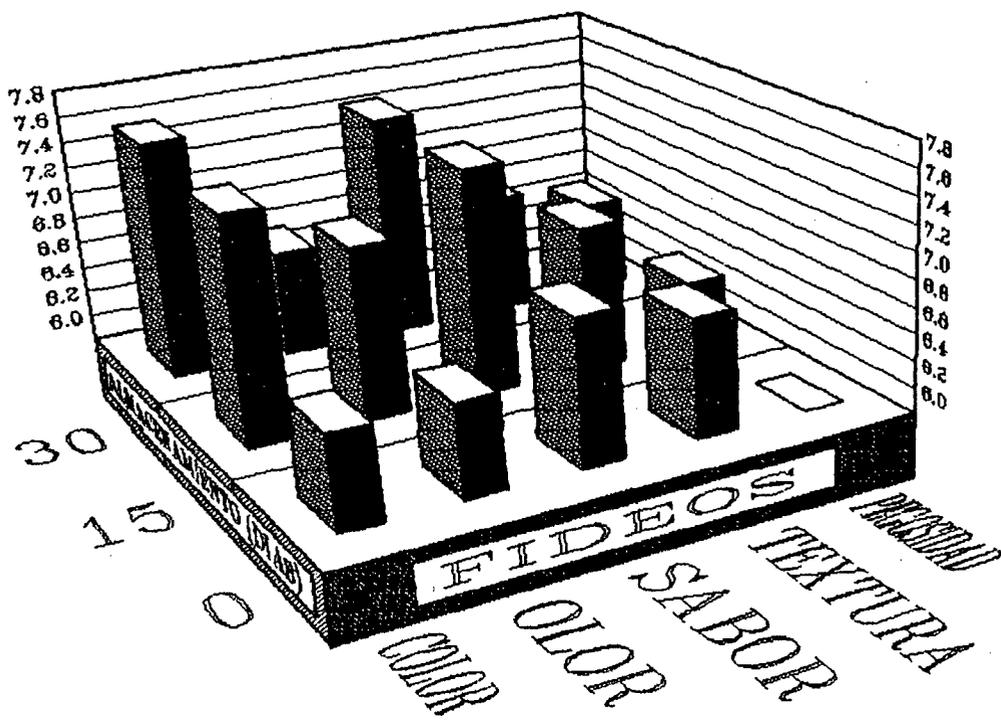
**FIGURA 11 :** REPRESENTACION GRAFICA DE LA VARIACION DE LOS ATRIBUTOS COLOR, TEXTURA Y ASPECTO GENERAL DE LOS FIDEOS CRUDOS CON SUSTITUCION PARCIAL (20%) DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA DURANTE EL ALMACENAMIENTO

su almacenamiento al estado crudo. Con respecto al atributo color observamos que a los 0 días presenta un valor promedio de 6.5 equivalente a "gustó moderadamente", relativamente inferior a los valores promedios a los 15 y 30 días (7.5 y 7.6) respectivamente, equivalente a "gustó mucho" (Figura 12). Con respecto al atributo olor los valores promedio a los 0, 15 y 30 días (6.5, 7.1 y 6.6) equivalen a "gustó moderadamente" notándose que no hay problemas de enranciamiento por la adición de los huevos (Figura 12).

El atributo sabor a los 0 días presenta un valor promedio de (6.9) equivalente a "gustó moderadamente", este valor es también relativamente menor a los valores presentados a los 15 y 30 días que presentan valores promedios de 7.5 y 7.5 respectivamente equivalentes a "gustó mucho", deduciéndose que el sabor se ha acentuado con la adición de los huevos, lo que ha contribuido a mejorar este atributo (Figura 12). Con respecto a la textura no hay diferencia notable en los valores promedio a los 0, 15 y 30 días que presentan valores de 6.7, 6.9 y 6.7 respectivamente equivalentes a "gustó moderadamente" (Figura 12). Con respecto a la pegosidad de los fideos cocinados observamos según el mismo cuadro que a los 0 y 15 días de almacenamiento presentan los valores promedios de 5.8 y 6.3 respectivamente, que equivalen a "gustó ligeramente" y a los 30 días presenta un valor promedio relativamente superior, 6.5 equivalente a "gustó moderadamente" (Figura 12).

CUADRO 49 : PUNTAJES PROMEDIOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DE LOS FIDEOS COCIDOS CON SUSTITUCION PARCIAL (20%) DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA DURANTE EL ALMACENAMIENTO AL ESTADO CRUDO.

A T R I B U T O S	ALMACENAMIENTO (días)		
	0	15	30
SABOR	6.9	7.5	7.5
COLOR	6.5	7.5	7.6
OLOR	6.5	7.1	6.6
TEXTURA	6.7	6.9	6.7
PEGOSIDAD	5.8	6.3	6.5



**FIGURA 12 :** REPRESENTACION GRAFICA DE LA VARIACION DE LOS ATRIBUTOS COLOR, OLOR, SABOR, TEXTURA Y PEGOSIDAD DE LOS FIDEOS COCINADOS CON SUSTITUCION PARCIAL (20%) DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA DURANTE EL ALMACENAMIENTO

## 5. CONCLUSIONES

1. Se puede sustituir a la harina de trigo por harina precocida de pituca rosada y japonesa, para elaborar fideos con características nutricionales y organolépticas mejores que el fideo comercial.
2. La variedad de pituca más adecuada para elaborar fideos fue el clon rosado.
3. El fideo con sustitución de mayor preferencia entre los panelistas fue la muestra de fideos con sustitución (20%) de harina precocida de pituca rosada cuyo tiempo y temperatura de secado fué de 6 horas, 39 minutos y a 42°C respectivamente.
4. Desde el punto de vista nutricional el valor biológico de los fideos con sustitución (66,28), tuvo un resultado ligeramente mayor que el fideo comercial (61,66).
5. El almacenamiento de los fideos en bolsas de polietileno se realizó al medio ambiente durante 30 días, en el cual los atributos mantuvieron sus propiedades normales.

## 6. RECOMENDACIONES

1. Realizar trabajos de investigación para determinar la presencia de componentes que permiten que el color de la harina precocida sea ligeramente oscura en comparación con la harina de trigo, especialmente cuando el fideo con mayor sustitución oscurece al cocinarlos.
2. Efectuar estudios sobre la utilización del sub-producto parecido a la "semola" obtenido durante la elaboración de la harina precocida de pituca.
3. Se estudie y realice las curvas de secado en harinas precocidas de las diferentes variedades de pituca de la zona.
4. Realizar un estudio de prefactibilidad para instalar una Planta Industrial en la zona de Tingo María con el fin de obtener fideos de harina precocida de pituca, y otros productos afines.
5. Realizar trabajos de investigación utilizando recursos alimenticios que se cultivan en la zona para elaborar fideos y otros productos de primera necesidad.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. ASOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST (A.O.A.C.). (1984). Official Methods of Analysis, 14 th. Ed. Wash. D.C. U.S.A.
2. ALVAN, VC (1977) Ensayo de Molienda diferencial de 2 variedades de cebada y sus características. TESIS UNALM. Lima - Perú.
3. AMERINE, et al (1965) "Principles of Sensory Evaluation of food" Academic Press, New York.
4. AMOS A.J., (1969). "Manual de la Industria de Alimentos" Ed. Acribia, Zaragoza. España.
5. BANASIK, O, 1981 Pasta Processing. Cereal foods World Vol 26 NO 4 166-169 pp.
6. BARRIGA S. 1986). "Conceptos generales sobre la aplicación de la Actividad de agua de Tecnología de los Alimentos" Monografía de Bachiller de FOPCA. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima - Perú.
7. BELTRAN, B. J.A. (1975) Factores económicos y sociales relacionados con la sustitución del trigo en pan y pastas. Bogota; 8. 21 p.
8. BENDER, E. A.(1981). Nutrición y Alimentos Dietéticos. Ed. Acribia. Zaragoza-España. Pág.198 - 205 p.
9. BUENDIA, S.L. 1981. Evaluación de la calidad de las harinas compuestas durante su almacenamiento UNALM. Lima - Perú.

10. CARDENAS, R. E. (1979). Composición química de la pituca en la zona de Tingo María. Monografía de investigación. Universidad Nacional Agraria de La Selva. Tingo María.
11. CERRATE, E. (1989). Efecto de la Sustitución de Trigo por Tres Variedades de Cebada en la Elaboración de Fideos. Tesis Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
12. CONNOVER, W.S. (1980). Practical Nonparametric Statics Texas University. U.S.A. 120p.
13. CHEFTEL, CH. (1976). Introducción a la Bioquímica y Ciencia de los Alimentos. Edit. Acribia Zaragoza - España. Vol I, 333p.
14. DELGADO, A. 1981. Determinación del Nivel Optimo de Sustitución de Harina de Trigo por Harina de Cebada en Panificación. Tesis Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
15. IATA. Instituto de Agropecuaria y Tecnología de Alimentos. 1980 Comportamiento reológico de la masa panaria. Vol.20 Nº 3. Valencia-España.
16. ITA. Instituto de Tecnología de Alimentos 1977. A. mistura de trigo, milho, mandioca é soya en pastas alimenticias, Brasil Nº 50 mar/abr.
17. ITINTEC (1980). Determinación de humedad en fideos. Norma Nacional (206.010).

18. ITINTEC (1975). Determinación de humedad. Norma Nacional (205.037).
19. ITINTEC (1981). Harina de trigo para consumo doméstico é industrial Norma Nacional 205-027.
20. ICMSF. International Commission of Microbiology of Specification Foods. 1986. Microorganismos de los Alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza. España. 2 Tomos.
21. INDDA. (1987). Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial. 1987. Elaboración de Fideos con Sustitución Parcial de Harina de Trigo por Harinas precocidas de maíz. La Molina. Lima-Perú.
22. KORDONOWY, et. al (1985) Utilization of durum bran and its effect on spaghetti. Cereal Chemistry. Vol 62 No 4. 301-308 p.
23. LOPEZ, M. D. (1988) Isotermas de Sorción en harina de Pituca (*Colocasia esculenta*) enriquecido con hidrolizado de pescado. Universidad Nacional Federico Villarreal.
24. LEON I. 1974. "Manual de Introducción de Plantas en cultivo tropicales". UNAML. Lima - Perú.
25. LDAYZA, C. (1981) Factibilidad Teórica de la obtención de almidón de Pituca Tesis Industrias Alimentarias UNALM. Lima - Perú.
26. MONTALDO, A. (1977) "Cultivos de Raíces y Tubérculos tropicales" IICA de la OEA, San José, Costa Rica.

27. MANASES F. (1970) Importancia de la pituca para la Alimentación Humana. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima - Perú.
28. Ministerio de Agricultura, 1991. Anuario Estadístico.
29. NIETO, H. 1977. Estudio Técnico de la deshidratación de dos variedades de pituca por flujo de aire caliente y caracterización de las harinas. Tesis de Industrias Alimentarias. UNALM. Lima - Perú.
30. NOGARA, S., 1964. Elaboración de pastas alimenticias, 3ra. Edic. Editorial Santos Ronda. Barcelona - España.
31. NUÑEZ, R., 1989. Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pituca en la elaboración de panes enriquecido con hidrolizado de pescado. Tesis U.N.F.V. Lima - Perú.
32. ORDÓÑEZ, J. (1983). Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pituca en la elaboración de panes. Tesis Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
33. PIZZORNI, A. (1958). Estudio de Factibilidad de la Elaboración de fideos en una Planta de Lima. Tesis. UNMSM. Lima - Perú.
34. PEARSON, B, 1976. Técnicas de Laboratorio de Análisis de los alimentos. Edit. Acribia Zaragoza, España.
35. POMERANZ, M. 1985. Cereals Chemistry. U.S. Dep. of. Agriculture. Wisconsin, U.S.A.

36. SALAZAR DE BUCKLE, y et. al 1975. Pastas Alimenticias enriquecidas, elaboradas con harinas compuestas. Bogotá - Colombia.
37. SARAVACOS, G. TSIOVAS D. AND TSAMI E. 1986 "Effect of temperature on the water adsorption isothermes of sultana raisins. Journal of food Science, vol. 51. Nº2 381 p.
38. SEGAMI, C.A. 1980. Producción Industrial de cebada perlada, morón de cebada y ensayos preliminares en panadería, fideería, galletería y hojuelas. Tesis UNALM. Lima - Perú.
39. SUMNER et al 1985. Composition and properties of pearled and fines fractions from hulled and hulls barley. Cereal chemistry. Vol. 62. Nº 2, 112-116 p.
40. QUERETARO. NACIONAL FINANCIERA S.A. 1986. Fábrica de galletas y pastas alimenticias. Ej. de localización. México. 12 p.
41. VIDAL (1984), ET AL. (1984), GIMENO, FITO Y SAENZ. Tecnología de Alimentos. Copia.
42. VIDAL D. ET AL. (1986). La Actividad del Agua en los Alimentos. Revista Alimentación, Equipos y Tecnologías. Setiembre-Octubre.

**8. ANEXOS**

**ANEXO 1 : MODELO DE FICHA DE EVALUACION SENSORIAL DEL FIDEO CRUDO CON SUSTITUCION PARCIAL DDE HARINA DE TRIGO POR HARINA PRECOCIDA DE PITUCA.**

Nombre :..... Fecha :.....Hora :.....

Producto :.....

Evalúe cada muestra con un número correspondiente a la escala que crea conveniente.

Escala

- 9 Gustó extremadamente.
- 8 Gustó mucho.
- 7 Gustó moderadamente.
- 6 Gustó ligeramente.
- 5 No gustó ni disgustó.
- 4 Disgustó ligeramente.
- 3 Disgustó moderadamente.
- 2 Disgustó mucho.
- 1 Disgustó extremadamente.

	A	B	C	D	E
ASPECTO					
COLOR					
TEXTURA					

Observaciones:.....  
 .....  
 .....

**ANEXO 2 : MODELO DE FICHA DE EVALUACION SENSORIAL DEL FIDEO COCINADO CON SUSTITUCION PARCIAL DDE HARINA DE TRIGO POR HARINA PRECOCIDA DE PITUCA.**

Nombre : ..... Fecha : ..... Hora : .....

Producto : .....

Evalúe cada muestra con un número correspondiente a la escala que crea conveniente.

Escala

- 9 Gustó extremadamente.
- 8 Gustó mucho.
- 7 Gustó moderadamente.
- 6 Gustó ligeramente.
- 5 No gustó ni disgustó.
- 4 Disgustó ligeramente.
- 3 Disgustó moderadamente.
- 2 Disgustó mucho.
- 1 Disgustó extremadamente.

	A	B	C	D	E
COLOR					
OLOR					
SABOR					
TEXTURA					
PEGOSIDAD					

bservaciones: .....

.....  
 .....

ANEXO 3 PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA NO PARAMETRICA DE FRIEDMAN PARA LA EVALUACION SENSORIAL DEL FIDEO ELABORADO CON HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA Y JAPONESA

1.- HIPOTESIS :

Ho : No hay diferencias significativas entre las diferentes formulaciones en cuanto al atributo:

Ha : Por lo menos una de las formulaciones es superior a por lo menos otra de las formulaciones respecto al atributo :

2.- PRUEBA ESTADISTICA :

19 Para K columnas (tratamientos) y N filas (bloques, panelistas o grupos); asignar rangos dentro de cada fila de 1 a k.

En caso de empates asignar el promedio de los rangos.

$R_{ij}$  = rango asignado a la observación  $Y_{ij}$  de la columna i fila j (tratamiento i, bloque j).

$i = 1, \dots, K.$   
 $j = 1, \dots, N.$

29 Hallar la suma de rangos de cada columna  $R_i$

$$R_i = \sum_{J=1}^N R_{ij}$$

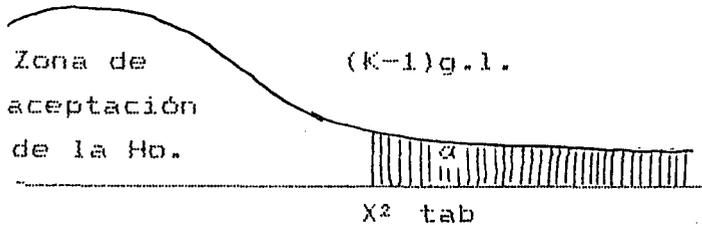
$$\text{Verificar que } R_{..} = \sum_{i=1}^K R_i = NK(K+1)/2$$

39 Hallar el valor del estadístico de prueba  $X^2_r$ .

$$X^2_r = \frac{12}{NK(K+1)} \sum_{i=1}^K R_i^2 - 3N(K+1) \approx X^2 (K-1)g.l.$$

Que se distribuye aproximadamente como chi cuadrado con K-1 grados de libertad.

- 40 Si  $X^2_r \text{ calc.} \leq X^2_{\text{tabular}}$  se aceptará la  $H_0$ .  
 Si  $X^2_r \text{ calc.} > X^2_{\text{tabular}}$  se rechazará la  $H_0$ ,  
 aceptándose la hipótesis alternante



Si  $K \leq 4$  y  $N \leq 4$  los valores tabulares  $X^2_r \text{ tab}$  se encontrarán en la tabla de Friedman para ANVA de 2 clasificaciones por rangos.

Comparaciones Múltiples. El siguiente método puede ser usado para comparar pares de tratamientos sólo si de la prueba de Friedman se concluye en rechazar la hipótesis nula.

Dos tratamientos  $i$  y  $l$  son considerados significativamente diferentes si la siguiente desigualdad es satisfecha:

$$R_i - R_l > t(1-\alpha/2) \left[ \frac{2N(A-B)}{(N-1)(K-1)} \right]^{1/2}$$

Donde  $R_i$  y  $R_l$  son la suma de rangos de los tratamientos  $i$  y  $l$  respectivamente;  $t(1-\alpha/2)$  se encuentra en la tabla de  $t$  de Student con  $(N-1)(K-1)$  grados de libertad;  $A$  se obtiene de la siguiente expresión:

$$A = \sum_{i=1}^K R_i = \sum_{j=1}^N R_{ij}^2$$

Si no hay empates  $A$  puede hallarse de esta expresión simplificada:

$$A = \frac{NK(K+1)(2K+1)}{6}$$

y  $B$  se obtiene de la siguiente expresión:

$$B = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^K R_i^2$$

ANEXO 4: RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE OPTIMO DE SUSTITUCION DE HARINA DE TRIGO POR HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA (PRIMERA EVALUACION)

JUEZ	% SUST CODIGO	30%			25%			20%			15%			10%			CONCLUSION	COMPARACIONES MULTIPLES
		A	Ro	R2	B	Ro	R2	C	Ro	R2	D	Ro	R2	E	Ro	R2		
1		5	(2)	4	7	(4.5)	20.25	6	(3)	9	7	(4.5)	20.25	4	(1)	1	-SE RECHAZA H <sub>0</sub>	1 C 2 B-D 3 E 4 A
2		6	(3.5)	12.25	4	(2)	4	7	(5)	25	3	(1)	1	6	(3.5)	12.25	-NO HAY DIFE-	
3		4	(1)	1	5	(2)	4	8	(5)	25	6	(3)	9	7	(4)	16	RENCIA SIGNIFI-	
4		3	(1)	1	4	(2)	4	8	(5)	25	6	(3)	9	7	(4)	16	CATIVA ENTRE	
5		4	(1.5)	2.25	5	(3)	9	7	(5)	25	6	(4)	16	4	(1.5)	2.25	LAS DIFERENTES	
6		3	(1)	1	4	(2)	4	8	(5)	25	5	(3)	9	6	(4)	16	FORMULACIONES	
7		4	(1.5)	2.25	6	(4.5)	20.25	6	(4.5)	20.25	5	(3)	9	4	(4)	2.25	DE SUSTITUCIO-	
8		5	(2)	4	7	(4)	16	8	(4)	16	7	(4)	16	4	(1.5)	1	NES EN CUANTO	
9		4	(1)	1	5	(2.5)	6.25	6	(4.5)	6.25	5	(2.5)	6.25	6	(4)	20.25	AL COLOR	
10		6	(2.5)	6.25	6	(2.5)	6.25	7	(5)	6.25	6	(2.5)	6.25	4	(1.5)	6.25		
11		6	(1.5)	2.25	8	(4)	16	8	(4)	16	8	(4)	16	6	(1)	2.25		
12		6	(1)	1	7	(2.5)	6.25	9	(5)	6.25	8	(4)	16	7	(2.5)	6.25		
13		6	(2)	4	8	(4.5)	20.25	8	(4.5)	20.25	7	(3)	9	5	(1)	1		
14		5	(4)	16	5	(4)	16	4	(1.5)	16	5	(4)	16	4	(1.5)	2.25		
15		6	(2)	4	6	(2)	4	8	(4.5)	4	6	(2)	6.25	8	(4.5)	20.25		
.ij			27.5	62.3		46.0	156.5		65.5	299.3		47.5	162.75		38.5	125.3		

ANEXO 5: RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE OPTIMO DE SUSTITUCION DE HARINA DE TRIGO POR HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA (PRIMERA EVALUACION)

JUEZ	% SUST	30%			25%			20%			15%			10%			CONCLUSION	COMPARACIONES MÚLTIPLES
		A	Ro	R2	B	Ro	R2	C	Ro	R2	D	Ro	R2	E	Ro	R2		
1		8	(3)	9	8	(3)	9	8	(3)	9	8	(3)	9	8	(3)	9	-SE RECHAZA Ho	1 C - D 2 E - A 3 B - A
2		6	(5)	25	5	(4)	16	3	(2)	4	2	(1)	1	4	(3)	9	-NO HAY DIFE-	
3		3	(1)	1	5	(3)	9	7	(5)	25	6	(4)	16	4	(2)	4	RENCIA SIGNIFI-	
4		7	(3)	9	7	(3)	9	7	(3)	9	8	(5)	25	6	(1)	1	CATIVA ENTRE	
5		7	(2)	4	7	(2)	4	8	(4.5)	20.25	8	(4.5)	20.25	7	(2)	4	LAS DIFERENTES	
6		5	(1)	1	6	(2.5)	6.25	7	(4.5)	20.25	7	(4.5)	20.25	6	(2.5)	6.25	FORMULACIONES	
7		5	(1)	1	6	(2)	4	9	(5)	25	7	(3.5)	12.25	7	(3.5)	12.25	DE SUSTITUCIO-	
8		7	(2)	4	8	(3.5)	12.25	8	(3.5)	12.25	9	(5)	25	4	(1)	1	NES EN CUANTO	
9		7	(2)	4	6	(1)	1	8	(4)	16	8	(4)	16	8	(4)	16	AL COLOR	
10		5	(1)	1	6	(2.5)	6.25	7	(4.5)	20.25	6	(2.5)	6.25	7	(4.5)	20.25		
11		6	(3.5)	12.25	5	(2)	6.25	6	(3.5)	12.25	7	(3)	25	4	(1)	1		
12		7	(3.5)	12.25	7	(3.5)	12.25	7	(3.5)	12.25	7	(3.5)	12.25	6	(1)	1		
13		6	(1)	1	7	(2.5)	6.25	8	(4.5)	20.25	7	(2.5)	6.25	8	(4.5)	20.25		
14		5	(3.5)	12.25	4	(1.5)	2.25	4	(1.5)	2.25	6	(5)	25	5	(3.5)	12.25		
15		6	(4)	16	5	(1.5)	2.25	6	(4)	16	5	(1.5)	2.25	6	(4)	16		
ij			36.5	112.75		37.5	103.75		36.0	224.5		54.5	221.75		40.5	133.3		

ANEXO 6:

RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE OPTIMO DE SUSTITUCION DE HARINA DE TRIGO POR HARINA PRECOCIDA DE PITUCA JAPONESA (PRIMERA EVALUACION)

JUEZ	% SUST	30%			25%			20%			15%			10%			CONCLUSION	COMPARACIONES MULTIPLES
	CODIGO	A	Ro	R2	B	Ro	R2	C	Ro	R2	D	Ro	R2	E	Ro	R2		
1		6	(3)	9	7	(4)	16	9	(5)	25	2	(1)	1	5	(2)	4	-SE RECHAZA Ho -NO HAY DIFE- RENCIA SIGNIFI- CATIVA ENTRE LAS DIFERENTES FORMULACIONES DE SUSTITUCIO- NES EN CUANTO AL COLOR	1 C - D E - D 2 B 3 A
2		5	(1.5)	2.25	5	(1.5)	2.25	6	(3.5)	12.25	6	(3.5)	12.25	7	(5)	25		
3		2	(1)	1	3	(2)	4	5	(3)	9	7	(4)	16	8	(3)	9		
4		2	(1)	1	3	(2)	4	6	(5)	25	5	(4)	16	4	(5)	25		
5		5	(1)	1	6	(3)	9	6	(3)	9	6	(3)	9	7	(1)	1		
6		5	(2)	4	6	(3)	9	8	(5)	25	7	(4)	16	4	(1.5)	2.25		
7		7	(3)	9	8	(4.5)	20.25	8	(4.5)	20.25	6	(1.5)	2.25	6	(4.5)	20.25		
8		4	(2)	4	4	(2)	4	4	(2)	4	5	(4.5)	20.25	5	(2)	4		
9		6	(2)	4	6	(2)	4	7	(4)	16	8	(5)	25	6	(4)	16		
10		6	(1.5)	2.25	7	(4)	16	7	(4)	16	6	(1.5)	2.25	7	(4.5)	20.25		
11		6	(2)	4	6	(2)	4	6	(2)	4	7	(4.5)	20.25	7	(3.5)	12.25		
12		6	(1.5)	2.25	6	(1.5)	2.25	7	(3.5)	12.25	8	(5)	25	7	(2)	4		
13		4	(1)	1	5	(3)	9	7	(5)	25	6	(4)	16	5	(3)	9		
14		3	(1)	1	4	(2)	4	6	(4)	16	7	(5)	25	5	(4)	16		
15		6	(1.5)	2.25	6	(1.5)	2.25	7	(3)	9	9	(5)	25	8				
ij			25.0	39.0		38.0	110.0		50.5	227.7		55.5	231.25		46.5	193.0		

ANEXO 7: RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE OPTIMO DE SUSTITUCION DE HARINA DE TRIGO POR HARINA PRECOCIDA DE PITUCA JAPONESA (PRIMERA EVALUACION)

JUEZ	% SUST CODIGO	30%			25%			20%			15%			10%			CONCLUSION	COMPARACIONES MULTIPLES
		A	Ro	R2	B	Ro	R2	C	Ro	R2	D	Ro	R2	E	Ro	R2		
1		7	(2.5)	6.25	8	(5)	25	7	(2.5)	6.25	7	(2.5)	6.25	7	(2.5)	6.25	-SE RECHAZA Ho	1 C 2 B-D 3 E 4 A
2		5	(1)	1	6	(3)	9	6	(3)	9	6	(3)	9	7	(5)	25	-NO HAY DIFE-	
3		4	(1)	1	7	(3)	9	6	(2)	4	9	(5)	25	8	(4)	16	RENCIA SIGNIFI-	
4		4	(1)	1	6	(3)	9	5	(2)	4	7	(4)	16	8	(5)	25	CATIVA ENTRE	
5		4	(1)	1	7	(5)	25	6	(4)	16	5	(2.5)	6.25	5	(2.5)	6.25	LAS DIFERENTES	
6		7	(2.5)	6.25	7	(2.5)	6.25	7	(2.5)	6.25	7	(2.5)	6.25	8	(5)	25	FORMULACIONES	
7		6	(5)	25	4	(2)	4	5	(4)	16	4	(2)	4	4	(2)	4	DE SUSTITUCIO-	
8		6	(5)	25	3	(1)	1	4	(3)	9	4	(3)	9	4	(3)	9	NES EN CUANTO	
9		6	(2.5)	6.25	6	(2.5)	6.25	6	(2.5)	6.25	8	(5)	25	6	(2.5)	6.25	AL COLOR	
10		7	(2)	4	7	(2)	4	7	(2)	4	8	(4.5)	20.25	8	(4.5)	20.25		
11		5	(3)	9	6	(4)	16	7	(5)	25	4	(2)	4	3	(1)	1		
12		5	(1)	1	6	(2)	4	9	(5)	25	7	(3)	9	8	(4)	16		
13		8	(4)	15	8	(4)	16	8	(4)	16	7	(1.5)	2.25	7	(1.5)	2.25		
14		7	(4)	15	7	(4)	16	7	(4)	16	6	(2)	4	5	(1)	1		
15		7	(3.5)	12.25	7	(3.5)	12.25	8	(5)	25	6	(1.5)	2.25	6	(1.5)	2.25		
ij			39.0			46.5			50.5			44.0			45.0			

ANEXO 8 : PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA NO PARAMETRICA DE LA PRUEBA DE LOS SIGNOS, PARA DOS MUESTRAS RELACIONADAS, PARA LA EVALUACION SENSORIAL, DE FIDEOS CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA PRECOCIDA DE PITUCA ROSADA Y JAPONESA PARA CADA ATRIBUTO.

1. HIPOTESIS

$H_0$  : La preferencia de los consumidores es la misma para ambas variedades de fideos con sustitución, o ser la mediana de la diferencia es cero.

$$P ( X_1 < Y_1 ) = P ( X_1 > Y_1 ) = 1/2$$

$H_1$  : La preferencia de los consumidores es la misma para ambas variedades de fideos con sustitución.

2. PRUEBA ESTADISTICA

a. Determinar el signo de la diferencia entre los dos miembros de cada pareja. Suponga que a la primera condición se le denomina  $X_1$  y a la segunda  $Y_1$ , así que  $d_1 = X_1 - Y_1$ . Si  $d_1$  es  $> 0$ , anotar +, y si  $d_1$  es  $< 0$ , anote - ; si  $d_1 = 0$ , se dice que ocurre una liga ya que, no es posible distinguir diferencias en la pareja igualada en la variable bajo estudio. Todos los casos ligados serán desechados del análisis de la Prueba de los signos.

b. Determinar el valor de  $N$ , el número de parejas, cuyas diferencias exhiben un signo.

c. Bajo el supuesto que ambas condiciones son iguales tendrá que haber aproximadamente el mismo número de signos + que de - ; y será posible formular:

$$H_0 : P ( X_1 < Y_1 ) = P ( X_1 > Y_1 ) = 1/2$$

d. Si se utiliza  $S$  para designar el número de veces que ocurre el signo menos frecuente en la serie, entonces  $S$  tiene una distribución binomial con  $p=1/2$  y  $N$ = número de valores de  $d_i$ .

Si  $N \leq 25$ , determinaremos el valor de :

$K = P(r \leq S/P=0.5 \text{ y } N)$ ; si se dispone de la Tabla de Distribución Binomial de Probabilidad, será fácil.

Luego se verificará si este valor está en la región de aceptación o de rechazo para un  $\alpha$  dado.

Si la naturaleza de la hipótesis indica una:

- Prueba unilateral se comparará  $K$  con  $\alpha$ , si  $K > \alpha$  se aceptará la  $H_0$ .
- Prueba bilateral se comparará  $K$  con  $\alpha/2$ , si  $K > \alpha/2$  se aceptará  $H_0$ .

Si  $N > 25$ , se calcula el valor de :

$$z = \frac{(S \pm 0.5) - 1/2 N}{1/2 \sqrt{N}}$$

donde:  $S + 0.5$  es usado cuando  $S < 1/2 N$ , y  
 $S - 0.5$  cuando  $S > 1/2 N$

Este valor de  $Z$  puede considerarse distribuido normalmente con media cero y variancia cero. De ahí que  $Z$  será comparado con un  $Z_\alpha$  encontrado en la Tabla de la Distribución Normal Standar, para un  $\alpha$  conocido.

FUENTE : Conover (1980)

ANEXO 9 : EVALUACION SENSORIAL DE LOS FIDEOS CRUDOS CON SUSTITUCION PARCIAL POR HARINA PRECOCIDA DE PITUCA VARIEDAD ROSADA Y JAPONESA EN FUNCION AL ATRIBUTO COLOR.

JUEZ	F.H.P.P.R.		F.H.P.P.J.		SIGNO DE LA DIF.	CONCLUSIONES	COMPARACIONES MULTIPLES
	A	RANGO	B	RANGO			
1	7	(2)	6	(1)	1	- SE RECHAZA Ho Y SE ACEPTA Ha. - ALGUNOS DE LOS TRATAMIENTOS ES PREFERIDO SOBRE OTRO EN CUANTO AL COLOR.	1° A
2	8	(2)	7	(1)	1		
3	7	(2)	6	(1)	1		2° B
4	7	(2)	4	(1)	1		
5	7	(2)	4	(1)	1		
6	7	(2)	3	(1)	1		
7	8	(2)	7	(1)	1		
8	8	(2)	7	(1)	1		
9	8	(2)	4	(1)	1		
10	5	(1)	8	(2)	- 1		
11	8	(2)	4	(1)	1		
12	8	(2)	7	(1)	1		
13	7	(2)	6	(1)	1		
14	8	(2)	7	(1)	1		
15	7	(2)	6	(1)	1		
Σij		1.9		1.1			

F.H.P.P.R. : Fideos con sustitución a 20% de harina precocida de pituca rosada

F.H.P.P.J. : Fideos con sustitución a 20% de harina precocida de pituca japonesa

A y B : Valores obtenidos por la escala hedónica

ANEXO 10 : EVALUACION SENSORIAL DE LOS FIDEOS COCIDOS CON SUSTITUCION PARCIAL POR HARINA PRECOCIDA DE PITUCA VARIEDAD ROSADA Y JAPONESA EN FUNCION AL ATRIBUTO SABOR.

JUEZ	F.H.P.P.R.		F.H.P.P.J.		SIGNO DE LA DIFERENCIA	CONCLUSIONES	COMPARACIONES MULTIPLES
	A	RANGO	B	RANGO			
1	8	(2)	7	(1)	1	- SE RECHAZA Ho Y SE ACEPTA Ha - LOS TRATAMIENTOS NO SON IGUALMENTE PREFERIDOS EN CUANTO AL SABOR.	1° A
2	6	(2)	5	(1)	1		
3	8	(2)	7	(1)	1		2° B
4	7	(2)	6	(1)	1		
5	8	(2)	7	(1)	1		
6	8	(1)	8	(1)	0		
7	7	(2)	4	(1)	1		
8	7	(2)	8	(1)	1		
9	8	(1)	7	(1)	0		
10	6	(1)	6	(1)	0		
11	6	(1)	8	(2)	- 1		
12	8	(2)	7	(1)	1		
13	7	(1)	7	(1)	0		
14	9	(1)	9	(1)	0		
15	9	(2)	8	(1)	1		
Eij		1.6		1.1			

F.H.P.P.R. : Fideos con sustitución parcial a 20% de harina precocida de pituca rosada

F.H.P.P.J. : Fideos con sustitución parcial a 20% de harina precocida de pituca japonesa

A y B : Valores obtenidos por la escala hedónica

**ANEXO 11 : EVALUACION SENSORIAL DE LOS FIDEOS COCIDOS CON SUSTITUCION PARCIAL POR HARINA PRECOCIDA DE PITUCA VARIEDAD ROSADA Y FIDEO COMERCIAL EN FUNCION AL ATRIBUTO SABOR.**

JUEZ	F.H.P.P.R.		F.C.		SIGNO DE LA DIFERENCIA	CONCLUSIONES	COMPARACIONES MULTIPLES
	A	RANGO	B	RANGO			
1	8	(2)	7	(1)	1	- SE RECHAZA H <sub>0</sub> Y SE ACEPTA H <sub>a</sub> - LOS TRATAMIENTOS SON IGUALMENTE PREFERIDOS EN CUANTO AL SABOR	1° A 2° B
2	9	(2)	7	(1)	1		
3	7	(1)	8	(2)	-1		
4	7	(2)	6	(1)	1		
5	7	(1)	7	(1)	0		
6	8	(2)	5	(1)	1		
7	8	(1)	8	(1)	0		
8	8	(2)	7	(1)	1		
9	8	(2)	6	(1)	1		
10	4	(1)	6	(2)	-1		
11	8	(2)	7	(1)	1		
12	8	(2)	7	(1)	1		
13	7	(2)	6	(1)	1		
14	8	(1)	7	(1)	1		
15	8	(2)	6	(1)	1		
Σij		1.73		1.13			

F.H.P.P.R. : Fideos con sustitución parcial de harina precocida de pituca rosada

F.C. : Fideos comerciales

A y B : Valores obtenidos por la escala hedónica

ANEXO 12 : EVALUACION SENSORIAL DE LOS FIDEOS CRUDOS CON SUSTITUCION PARCIAL POR HARINA PRECOCIDA DE PITUCA VARIEDAD ROSADA Y FIDEOS COMERCIAL EN FUNCION AL ATRIBUTO COLOR.

JUEZ	F.H.P.P.R.		F.C.		SIGMO DE LA DIFERENCIA
	A	RANGO	B	RANGO	
1	8	(2)	7	(1)	1
2	6	(1)	7	(2)	-1
3	8	(2)	2	(1)	1
4	8	(2)	5	(1)	1
5	7	(2)	6	(1)	1
6	6	(1)	7	(2)	-1
7	8	(2)	7	(1)	1
8	6	(2)	5	(1)	1
9	8	(2)	6	(1)	1
10	6	(1)	6	(1)	0
11	7	(2)	6	(1)	1
12	8	(2)	7	(1)	1
13	6	(2)	5	(1)	1
14	7	(2)	6	(1)	1
15	6	(1)	5	(1)	1
$\Sigma_{ij}$					

F.H.P.P.R. : Fideos de harina precocida con sustitución (20%) de pituca rosada

F. C. : Fideos comerciales

A y B : Valores obtenidos por la escala hedónica